

BORRADOR DE LA ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLOTACIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DEL ÁREA MINERA MOCORAL (CÓDIGO 182)

PREPARADO PARA:

Cevallos Calisto CÍA. LTDA. CECAL



PREPARADO POR:

GESAMBCONSULT Consultores CÍA. LTDA.



Mayo 2019

INDICE

1 FICHA TÉCNICA	18
1.1 Datos del Proyecto y Promotor	18
1.2 Datos de la Consultora	20
2 ANTECEDENTES	22
3 OBJETIVOS Y ALCANCE	23
3.1 Objetivo General.....	23
3.2 Objetivo Específicos	23
3.3 Alcance.....	23
4 MARCO LEGAL.....	24
4.1 Constitución de la República del Ecuador	24
4.2 Tratados y Convenios Internacionales.....	28
4.3 Códigos y Leyes.....	32
4.4 Marco Legal Ambiental Específico	37
4.5 Acuerdos Ministeriales.....	61
4.6 Marco legal Complementario.....	65
4.7 Actas de Decisiones de Poderes Públicos.....	68
4.8 Marco Institucional.....	68
4.9 Normas Técnicas	74
5 DESCRIPCION DEL PROYECTO	75
5.1 Ubicación Geográfica del Proyecto.....	75
5.2 Vías de Acceso al Proyecto	75
5.3 Infraestructura	76
5.4 Descripción de las Operaciones Mineras Licenciadas	80
5.4.1 Cuerpos Mineralizados	80
5.4.2 Escombrera.....	85
5.4.3 Recuperación de Áreas Intervenidas.....	86
5.4.4 Descripción de las Instalaciones Complementarias y Obras Auxiliares Licenciadas	86
5.5 Descripción de la Nueva Infraestructura.....	102
5.5.1 Construcción del Acceso Principal.....	103
5.5.2 Construcción de la Nueva Escombrera	105
5.6 Aspectos Complementarios.....	112
5.6.1 Servicios Básicos e Insumos	112

5.6.2	Maquinaria y Equipos.....	113
5.6.3	Manejo de Residuos y Desechos	113
5.6.4	Mano de obra.....	118
6	LÍNEA BASE	119
6.1	Componente Físico.....	119
6.1.1	Clima.....	119
6.1.2	Geología	126
6.1.3	Hidrología y Calidad de Agua.....	158
6.1.4	Hidrogeología.....	169
6.1.5	Edafología y Calidad de Suelos	172
6.1.6	Nivel de Ruido.....	175
6.1.7	Calidad del Aire	181
6.2	Componente Biótico	187
6.2.1	Objetivo.....	187
6.2.2	Área de Estudio.....	187
6.2.3	Criterios Metodológicos	188
6.2.4	Flora	189
6.2.5	Fauna.....	211
6.3	Componente Social	293
6.3.1	Criterios Metodológicos	293
6.3.2	Análisis Detallado del Medio Socioeconómico Cultural	297
6.3.3	Conclusiones y Recomendaciones	333
7	INVENTARIO FORESTAL	334
7.1	Marco Legal.....	335
7.2	Descripción del Área de Estudio	336
7.3	Uso del Suelo y Cobertura	338
7.3.1	Tenencia de la Tierra	338
7.3.2	Clasificación del Estado de Intervención de la Cobertura Según el Tipo de Vegetación	338
7.4	Fase de Campo.....	338
7.4.1	Materiales y Métodos	338
7.4.2	Inventario Forestal Total	339
7.5	Fase de Gabinete (Análisis de Datos).....	340
7.5.1	Análisis de los Datos	340

7.6	Resultados del Inventario Forestal.....	343
7.6.1	Tipos de Cobertura Vegetal Existente	343
7.6.2	Estructura Vertical de la Vegetación	343
7.6.3	Composición Florística y Diversidad	343
7.6.4	Índice de Valor de Importancia	346
7.6.5	Distribución Diamétrica	347
7.6.6	Valores Dasométricos.....	348
7.6.7	Especies de Aprovechamiento Condicionado	348
7.6.8	Especies de Importancia Económica	348
7.6.9	Estado de Conservación de las Especies	348
7.6.10	Uso del Recurso	349
7.7	Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ecosistémicos del Bosque y Vegetación Nativa a ser removida, ampliación de la plataforma wpn	349
7.7.1	Metodología de Valoración.....	350
7.7.2	Resultados Valoración Económica	351
7.8	Conclusiones	351
8	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	353
8.1	Evaluación de Impactos del Proyecto Minero	353
8.2	Metodología	353
8.2.1	Identificación de Impactos	353
8.2.2	Metodología de Evaluación de Impactos	356
8.2.3	Cálculo de la Magnitud (M).....	359
8.2.4	Cálculo del Índice Ambiental Ponderado modificado (VIA).....	360
8.3	Identificación del Impacto Ambiental	361
8.4	Determinación de la Naturaleza de Impactos.....	363
8.5	Determinación de la Magnitud de Impactos.....	364
8.6	Determinación del Valor de Impacto Ambiental (VIA).....	365
8.7	Determinación de la Severidad de Impactos.....	366
8.8	Interpretación de Resultados	367
8.8.1	Impactos al Medio Físico	367
8.8.2	Impacto al Medio Biótico	370
8.8.3	Impactos al Medio Socio – Cultural.....	371
9	DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA Y ÁREAS SENSIBLES	372
9.1	Área de Influencia Directa (AID)	373

9.1.1	Área de Influencia Directa Física	373
9.1.2	Área de Influencia Directa Biótica	379
9.1.3	Área de Influencia Directa Social.....	379
9.2	Área de Influencia Indirecta (AII).....	381
9.2.1	Área de Influencia Indirecta Física	382
9.2.2	Área de Influencia Indirecta Biótica.....	384
9.2.3	Área de Influencia Indirecta Social	384
9.3	Áreas Sensibles	385
9.3.1	Metodología	385
9.3.2	Áreas de Sensibilidad Física	386
9.3.3	Áreas de Sensibilidad Biótica	389
9.3.4	Áreas de Sensibilidad Social.....	389
9.4	Conclusiones	401
10	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	402
10.1	Metodología	402
10.2	Identificación de Riesgos	404
10.2.1	Factores Exógenos.....	404
10.2.2	Factores Endógenos.....	407
10.3	Análisis de la Evaluación de Riesgos	408
10.3.1	Evaluación de Riesgos Exógenos y Endógenos	409
10.3.2	Evaluación del Riesgo Residual	428
11	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	431
11.1	Objetivo.....	431
11.2	Estructura del PMA.....	431
11.2.1	Plan de Prevención y Mitigación de Impactos	432
11.2.2	Plan de Manejo de Desechos	442
11.2.3	Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental	446
11.2.4	Plan de Relaciones Comunitarias.....	450
11.2.5	Plan de Emergencias y Contingencias	455
11.2.6	Plan de Seguridad y Salud Ocupacional	467
11.2.7	Plan de Seguimiento y Monitoreo	472
11.2.8	Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas	476
11.2.9	Plan de Cierre Abandono y Entrega del Área	478

11.3 CRONOGRAMA VALORADO	481
12 SIGLAS, ABREVIATURAS y ACRÓNIMOS	482
13 BIBLIOGRAFÍA	485
14 ANEXOS	492

INDICE DE TABLAS

Tabla 5-1 Ubicación de acceso a la mina	75
Tabla 5-2 Infraestructura licenciada y a licenciar	76
Tabla 5-3 Actividades Licenciadas	80
Tabla 5-4 Especificaciones de Equipo para la Recuperación de Finos.....	82
Tabla 5-5 Actividades Nuevas.....	102
Tabla 5-6 Volumen de Corte y Relleno.....	104
Tabla 5-7 Ubicación de la nueva infraestructura	106
Tabla 5-8 Capacidad Total de la Escombrera.....	109
Tabla 5-9 Drenaje del Área de la Nueva Escombrera	111
Tabla 5-10 Tipo de Maquinaria	113
Tabla 5-11 Tipo de Desechos que se Genera en la Mina Mocoral	113
Tabla 5-12 Volúmenes de Desechos.....	114
Tabla 5-13 Personal contratado	118
Tabla 6-1 Información General de las Estaciones.....	119
Tabla 6-2 Precipitación Mensual Promedio en la Estación Otavalo M105.....	119
Tabla 6-3 Temperatura (°C) – Estación Meteorológica Otavalo M105	120
Tabla 6-4 Evapotranspiración (mm/día) Periodo 2005-2014	122
Tabla 6-5 Humedad Relativa (%) – Estación Meteorológica Otavalo M105.....	122
Tabla 6-6 Velocidad del Viento (km/h) – Estación Meteorológica Otavalo.....	123
Tabla 6-7 Dirección del Viento en la Estación Meteorológica Otavalo.....	124
Tabla 6-8 Registro de Nubosidad (Octas) por Mes, Estación Meteorológica Otavalo.....	125
Tabla 6-9 Concesiones mineras del Cantón Otavalo (noviembre 2023).....	139
Tabla 6-10 Principales ocurrencias minerales en el área de estudio.....	140
Tabla 6-11 Clases, Rangos e Intervalos de Pendientes.....	142
Tabla 6-12. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio	145
Tabla 6-13 Descripción de las Zonas Geotécnicas.....	149
Tabla 6-14 Clasificación del Índice de Compacidad de Gravelius	158
Tabla 6-15 Características del Equipo de pH 2016	164
Tabla 6-16 Características del Equipo de pH 2023 y 2024	164
Tabla 6-17 Puntos de Muestreo de Aguas Superficiales.....	165
Tabla 6-18 Ficha de Datos in-situ Captación entre los cuerpos mineralizados 1 y 2.....	165
Tabla 6-19 Ficha de Datos in-situ Tanque de Almacenamiento de Agua	165
Tabla 6-20 Ficha de Datos in-situ Salida de piscina de sedimentación	166
Tabla 6-21 Ficha de Datos in-situ del Riachuelo de la nueva escombrera.....	166
Tabla 6-22 Criterios de Calidad de Aguas Establecidos en el AM 097-A.....	167
Tabla 6-23 Resultados de Laboratorio de Monitoreo de Calidad de Agua	168
Tabla 6-24 Parámetros Considerados para la Caracterización	174
Tabla 6-25 Sitios de Muestreo	174
Tabla 6-26 Resultados de Laboratorio de los Puntos Muestreados.....	175
Tabla 6-27 Especificaciones Técnicas del Equipo Utilizado para Medición de Ruido Ambiental Escombrera	176

Tabla 6-28 Especificaciones Técnicas del Equipo Utilizado para Medición de Ruido Ambiental Puntos 2019	176
Tabla 6-29 Niveles Máximos de Emisión de Ruido para Fuentes Fijas*	176
Tabla 6-30 Puntos de Monitoreo	177
Tabla 6-31 Condiciones Meteorológicas al Momento de la Medición	177
Tabla 6-32 Ubicación de Puntos de Muestreo	177
Tabla 6-33 Condiciones Meteorológicas al Momento de la Medición	178
Tabla 6-34 Resultados del Muestreo.....	178
Tabla 6-35 Resultados de los Monitoreos Realizadas.....	179
Tabla 6-36 Parámetros y Métodos de Referencia del Monitoreo	182
Tabla 6-37 Descripción de Equipos e Instrumentos Empleados, 2016.....	182
Tabla 6-38 Descripción de Equipos e Instrumentos Empleados, 2019.....	183
Tabla 6-39 Puntos de Muestreo	183
Tabla 6-40 Punto 1. Área para Construcción de la Nueva Escombrera*	184
Tabla 6-41 Parámetro CO.....	184
Tabla 6-42 Parámetro SO ₂	185
Tabla 6-43 Parámetro NO ₂	185
Tabla 6-44 Parámetro Ozono.....	185
Tabla 6-45 Parámetro PM ₁₀	186
Tabla 6-46 Parámetro PM _{2,5}	186
Tabla 6-47 Parámetro VOC.....	186
Tabla 6-48. Puntos de Muestreo de Flora.....	190
Tabla 6-49. Esfuerzo de Muestreo de Flora	191
Tabla 6-50. Interpretación de los Valores Índice de Diversidad de Shannon.....	196
Tabla 6-51. Interpretación del Índice de Diversidad de Simpson.....	197
Tabla 6-52. Resultados del Muestreo Cuantitativo	198
Tabla 6-53. Especies Vegetales Registradas en los Transectos y Ordenadas de acuerdo con el IVI.....	201
Tabla 6-54. Índice de Chao 1	203
Tabla 6-55. Valores del IVI.....	206
Tabla 6-56. Índice de Chao 1	207
Tabla 6-57. Especies Indicadoras de Flora	208
Tabla 6-58. Estado de Conservación Registradas en el Área de Estudio.....	209
Tabla 6-59. Usos de la Especies Registradas en la Zona de Estudio.....	210
Tabla 6-60. Sitio de Muestreo.....	212
Tabla 6-61. Esfuerzo de Muestreo para la Mastofauna	214
Tabla 6-62. Diversidad de Especies a Nivel de Orden.....	217
Tabla 6-63. Diversidad de Especies a Nivel de Orden.....	219
Tabla 6-64. Índice de Diversidad	220
Tabla 6-65. Índice de Chao 1	220
Tabla 6-66. Categorías de Conservación	224
Tabla 6-67. Sitio de Muestreo de la Avifauna	226
Tabla 6-68. Esfuerzo de Muestreo de Avifauna.....	229

Tabla 6-69. Órdenes, Familias, Especies y Porcentaje de Aves.....	230
Tabla 6-70. Abundancia de Aves.....	231
Tabla 6-71. Órdenes, Familias, Especies y Porcentaje de Aves.....	232
Tabla 6-72. Abundancia de Aves.....	233
Tabla 6-73. Órdenes, Familias, Especies y Porcentaje de Aves.....	234
Tabla 6-74. Abundancia de Aves.....	235
Tabla 6-75. Índice de Diversidad – Aves.....	236
Tabla 6-76. Índice de Chao 1	236
Tabla 6-77. Dieta Alimenticia de Cada Especie de Ave Registrada	238
Tabla 6-78. Sensibilidad de las Aves.....	240
Tabla 6-79. Categoría de Conservación de las Especies.....	241
Tabla 6-80. Sitios de Muestreo de Herpetofauna	242
Tabla 6-81. Esfuerzo de Muestreo de Herpetofauna	244
Tabla 6-82. Interpretación del Índice de Shannon	245
Tabla 6-83. Especies Registradas en PMH-01	247
Tabla 6-84. Especies Registradas en PMH-02	249
Tabla 6-85. Índice de Diversidad	250
Tabla 6-86. Índice de Chao 1	251
Tabla 6-87. Categorías de Conservación	254
Tabla 6-88. Sitios de Muestreo de Entomofauna Terrestre	256
Tabla 6-89 Esfuerzo de Muestreo de Entomofauna Terrestre.....	256
Tabla 6-90. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Escarabajos Copronecrófagos Registrados Mediante el Muestreo Cuantitativo	260
Tabla 6-91. Valores de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Shannon Wiener.....	263
Tabla 6-92. Sitios de Muestreos de Macroinvertebrados	270
Tabla 6-93. Escala de Valoración e Interpretación del Índice BMWP/COL.....	273
Tabla 6-94. Valores de Sensibilidad Mediante BMWP	274
Tabla 6-95. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados registrados en la Concesión Mocoral.	277
Tabla 6-96. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados registrados en PMB-01	279
Tabla 6-97 Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados registrados en PMB-02.....	280
Tabla 6-98. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Registrados en PMB-03.....	282
Tabla 6-97 Valores de Riqueza, Abundancia y Diversidad Registrada en la Concesión Mocoral	283
Tabla 6-98 Valores del Índice BMWP/COL para los recursos hídricos muestreados en la Concesión Mocoral.....	284
Tabla 6-99 Tabla Valores de las Taxas EPT	284
Tabla 6-100. Sitios de Muestreos de Ictiofauna	291
Tabla 6-101. Sitios de Muestreos de Ictiofauna	293
Tabla 6-102. Lista de Informantes Calificados	295

Tabla 6-103. Lista de Informantes Calificados	296
Tabla 6-104 Población por Área Demográfica.....	297
Tabla 6-105. Población en el Área de Influencia Directa.....	298
Tabla 6-106 Población por Sexo y Edad Parroquia Selva Alegre	300
Tabla 6-107 Densidad Demográfica Parroquia Selva Alegre	301
Tabla 6-108 Migración Parroquia Selva Alegre.....	301
Tabla 6-109 Provincia donde vivía hace 5 años los habitantes de la Parroquia Selva Alegre...	302
Tabla 6-110 PEI, PET y PEA Parroquia Selva Alegre.....	302
Tabla 6-111 PEA de la Parroquia Selva Alegre.....	303
Tabla 6-112 Rama de Actividad Parroquia Selva Alegre.....	303
Tabla 6-113 Población en edad de trabajar, población económicamente activa y población económicamente inactiva AID.....	305
Tabla 6-114. Índices de Pobreza por NBI Parroquia Selva Alegre	306
Tabla 6-115 Capacidad del uso de suelo.....	307
Tabla 6-116 Proyectos de Desarrollo Comunitario en el AID	308
Tabla 6-117 Tenencia de la Tierra en el AID	309
Tabla 6-118 Predios Colindantes.....	310
Tabla 6-119 Principales Causas de Muerte Provincia de Imbabura	311
Tabla 6-120 Principales Plantas Medicinales en el AID	313
Tabla 6-121 Desnutrición Parroquia Selva Alegre.....	313
Tabla 6-122 Recursos Hídricos Usos y Ubicación	315
Tabla 6-123 Sabe leer y escribir por Autoidentificación según cultura y costumbres Parroquia Selva Alegre.....	317
Tabla 6-124 Tipo de Vivienda Parroquia Selva Alegre	318
Tabla 6-125 Material del Techo o Cubierta Parroquia Selva Alegre	319
Tabla 6-126 Material de Paredes Exteriores Parroquia Selva Alegre.....	319
Tabla 6-127 Material de Pisos Parroquia Selva Alegre	319
Tabla 6-128 Tenencia o propiedad de la vivienda en la Parroquia Selva Alegre	320
Tabla 6-129 Servicios Básicos en el AID	323
Tabla 6-130 Medios de Comunicación Parroquia Selva Alegre	324
Tabla 6-131 Principales Medios de Comunicación en el AID.....	324
Tabla 6-132. Instituciones Educativas en el AID	325
Tabla 6-133 Infraestructura Educativa en el AID	326
Tabla 6-134 Infraestructura de Salud en el AID.....	327
Tabla 6-135 Infraestructura Comunitaria en el AID.....	328
Tabla 6-136. Vialidad en el AID	329
Tabla 6-137 Autoidentificación Étnica Parroquia Selva Alegre	330
Tabla 6-138 Autoridades Políticas en el AII	331
Tabla 6-139 Autoridades Políticas en el AID.....	331
Tabla 6-140 Dotación de Agua.....	332
Tabla 6-141 Percepción del Proyecto en el AID	333
Tabla 7-1 Estructura vertical del bosque.....	343
Tabla 7-2 Especies Arbóreas Registradas en el Área de Estudio.....	345

Tabla 7-3 Índice de Valor de Importancia, de las 20 Especies Más Representativas.....	346
Tabla 7-4 Especies de Importancia Económica	348
Tabla 7-5 Especies Endémicas	349
Tabla 8-1 Actividades para la fase de explotación de minerales no metálicos del área minera Mocoral (Código 182)	355
Tabla 8-2 Carácter del Impacto	357
Tabla 8-3 Escala de Valoración de la Intensidad de los Impactos	357
Tabla 8-4 Escala de Valoración de la Extensión de los Impactos	358
Tabla 8-5 Escala de Valoración de la Duración de los Impactos	358
Tabla 8-6 Escala de Valoración de la Reversibilidad de los Impactos	359
Tabla 8-7 Escala de Valoración de la Probabilidad de Ocurrencia de los Impactos	359
Tabla 8-8 Escala de Calificación de la Severidad del Impacto.....	361
Tabla 8-9 Identificación de Impactos	362
Tabla 8-10 Naturaleza de Impactos.....	363
Tabla 8-11 Magnitud de Impactos.....	364
Tabla 8-12 Valor de Impacto Ambiental.....	365
Tabla 8-13 Severidad de Impacto	366
Tabla 9-1 Niveles de Potencia Sonora (L_w) de las fuentes de Ruido.....	374
Tabla 9-2 Resultados de Ruido Ambiente.....	375
Tabla 9-3 Propagación de los Niveles de Ruido (L_{eq}) con Respecto a la Distancia	376
Tabla 9-4 Distancias de AID	377
Tabla 9-5 Infraestructura del Área Minera	378
Tabla 9-6 Predios Colindantes	380
Tabla 9-6 Asentamientos del Área de Influencia Directa Componente Social	381
Tabla 9-7 Área de influencia indirecta componente social.....	384
Tabla 9-8 Nivel de Degradación Antrópica	385
Tabla 9-9 Nivel de Tolerancia Ambiental.....	386
Tabla 9-10 Nivel de Sensibilidad	386
Tabla 9-11 Resultados de Nivel de Degradación Antrópica	387
Tabla 9-12 Resultados de Nivel de Tolerancia Ambiental.....	387
Tabla 9-13 Sensibilidad Ambiental.....	388
Tabla 9-14 Sensibilidad Total por Infraestructura	389
Tabla 9-15 Análisis de Sensibilidad.....	390
Tabla 9-16 Priorización de Sensibilidades a abordar.....	393
Tabla 9-17 Elementos Sociales Sensibles	395
Tabla 10-1 Criterios para la Determinación de la Probabilidad de un Suceso	402
Tabla 10-2 Criterios para la Determinación de las Consecuencias de un Suceso	403
Tabla 10-3 Matriz de Clasificación de los Niveles del Riesgo	403
Tabla 10-4 Identificación de Riesgos Exógenos	406
Tabla 10-5 Identificación de Factores Endógenos	407
Tabla 10-6 Evaluación de Riesgos Exógenos y Endógenos.....	409
Tabla 10-7 Afectaciones ocasionadas por los sismos en la provincia de Imbabura	415
Tabla 10-8 Zona sísmica en función de la aceleración sísmica	417

Tabla 10-9 Datos sobre eventos de fenómenos de remoción de masa en la provincia de Imbabura	419
Tabla 10-10 Datos sobre eventos de inundaciones en la provincia de Imbabura.....	422
Tabla 10-11 Evaluación del Riesgo Residual.....	428

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 6-1 Distribución de la Precipitación Mensual Media. 2005 - 2014	120
Gráfico 6-2 Distribución de las Temperaturas en la Estación Meteorológica.....	121
Gráfico 6-3 Distribución de la Humedad Relativa Mensual Promedio en la Estación Meteorológica Otavalo 2005-2014.....	123
Gráfico 6-4 Velocidad del Viento en la Estación, en la Estación Meteorológica Otavalo	124
Gráfico 6-5 Dirección del Viento (Rumbos) en Estación Meteorológica Otavalo.....	124
Gráfico 6-6 Distribución de la Nubosidad en la Estación Meteorológica	126
Gráfico 6-7. Riqueza y Abundancia Florística Registrada en el Área de Estudio de Mocoral	199
Gráfico 6-8. Familias Botánicas con Mayor Abundancia	199
Gráfico 6-9. Especies de Flora con Mayor Abundancia.....	200
Gráfico 6-10. Curva de Abundancia de Especies de Flora.	201
Gráfico 6-11. Curva de Acumulación de Especies de Flora	203
Gráfico 6-12. Composición Florística registrada en la Escombrera de la Mina Mocoral	204
Gráfico 6-13. Curva de Abundancia – Diversidad de Especies Registradas en el Área de la Escombrera de Mocoral.....	204
Gráfico 6-14. Curva de Abundancia – Diversidad de Familias Registradas en el Área de la Escombrera de Mocoral.....	205
Gráfico 6-15. Curva de Abundancia de Especies y Estimación de la Riqueza Según Chao 1 ...	207
Gráfico 6-16. Dendrograma de Cluster, Análisis Basado en el Índice de Similitud de Jaccard .	208
Gráfico 6-17. Abundancia Relativa de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PMM1	218
Gráfico 6-18. Abundancia Relativa de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PMM2	219
Gráfico 6-19. Curva de Acumulación de especies de Mastofauna.....	221
Gráfico 6-20. Dendrograma de Cluster en base a Jaccard	222
Gráfico 6-21. Porcentaje de Nicho Trófico de Especies	222
Gráfico 6-22. Sensibilidad de Especies.....	223
Gráfico 6-23. Abundancia Relativa de Especies de Aves	231
Gráfico 6-24. Abundancia Relativa de Especies de Aves	233
Gráfico 6-25. Abundancia Relativa de Especies de Aves	235
Gráfico 6-26. Dendrograma de Cluster en base a Jaccard	237
Gráfico 6-27. Dieta de la Aves Registradas.....	238
Gráfico 6-28. Riqueza del Área de Estudio	247
Gráfico 6-29. Curva de Dominancia PMH-01.....	248
Gráfico 6-30. Riqueza del Área de Estudio	248
Gráfico 6-31. Curva de Dominancia PMH-02.....	249
Gráfico 6-32. Curva de Acumulación de Especies y Chao 1	250
Gráfico 6-33. Análisis Cluster y Similitud de Jaccard.....	251

Gráfico 6-34. Nicho Trófico Presentes en el Área de Estudio.....	252
Gráfico 6-35. Modos Reproductivos Presentes en el Área de Estudio	253
Gráfico 6-39. Riqueza Global de Géneros, Especies e Individuos de Escarabajos Copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)	259
Gráfico 6-37. Número de Individuos de Escarabajos Copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Concesión Mocoral.....	260
Gráfico 6-38. Riqueza de Géneros, Especies e Individuos de Escarabajos Copronecrófagos en el PME-T1	261
Gráfico 6-39. Riqueza de Curva de Rango Abundancia de Escarabajos Copronecrófagos Obtenidos en el PME-T1.....	262
Gráfico 6-42. Riqueza de Riqueza de Géneros, Especies e Individuos de Escarabajos Copronecrófagos en el PME-T2	262
Gráfico 6-43. Curva de Rango Abundancia de Escarabajos Copronecrófagos en PME-T2	263
Gráfico 6-42. Curva de Acumulación de Especies de Escarabajos Copronecrófagos en el Área de Estudio.....	264
Gráfico 6-45. Cluster de Similitud de Bray-Curtis de los Sitios de Muestreo	265
Gráfico 6-46. Grupo Funcional de los Escarabajos Copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae- Scarabaeinnae)	266
Gráfico 6-47. Distribución Porcentual de la Preferencia Alimentarias de los Escarabajos Copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae-Scarabaeinnae)	266
Gráfico 6-48. Sensibilidad de Especies Copronecrófagos Registrados.....	268
Gráfico 6-49 Distribución porcentual de especies de Macroinvertebrados Acuáticos obtenidos en la Concesión Mocoral	275
Gráfico 6-53 Número de Especies de Macroinvertebrados Acuáticos por órdenes obtenidos en la Concesión Mocoral.....	275
Gráfico 6-51 Número de especies de Macroinvertebrados Acuáticos por familias obtenidos en la Concesión Mocoral.....	276
Gráfico 6-52 Número de individuos de Macroinvertebrados por puntos de muestreo para la Concesión Mocoral.....	277
Gráfico 6-53 Curva de rango dominancia abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos obtenidos en la Concesión Mocoral	279
Gráfico 6-54 Curva de rango dominancia abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en PMB- 01	280
Gráfico 6-53 Curva de Rango Dominancia Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en PMB-02	281
Gráfico 6-54 Curva de Rango Dominancia Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en PMB-03	283
Gráfico 6-55 Curva de Acumulación de Especies registradas por Sitios de Muestreo de la Concesión Minera Mocoral.....	285
Gráfico 6-56. Dendrograma de Similitud de Cluster en base a Jaccard.....	286
Gráfico 6-57 Nichos Tróficos presentes en PMB-01, PMB-02, PMB-03	287
Gráfico 6-59. Distribución Vertical Presente en la Unidad de Estudio Concesión Minera Mocoral	288

Gráfico 6-59 Crecimiento Demográfico Parroquia Selva Alegre.....	301
Gráfico 6-60 Categorías de Ocupación Parroquia Selva Alegre	304
Gráfico 6-61 Marco conceptual según condición de actividad.....	305
Gráfico 6-62 Aporta al IESS Parroquia Selva Alegre	312
Gráfico 6-63 Nivel de Instrucción más alto que asiste o asistió la población de la Parroquia Selva Alegre.....	317
Gráfico 6-64 Condición de Ocupación de la Vivienda Parroquia Selva Alegre	320
Gráfico 6-65 Procedencia Principal del Agua Recibida Parroquia Selva Alegre.....	321
Gráfico 6-66 Eliminación de Basura Parroquia Selva Alegre	322
Gráfico 6-67 Tipo de Servicio Higiénico Parroquia Selva Alegre	322
Gráfico 6-68 Energía Eléctrica Parroquia Selva Alegre	323
Gráfico 7-1 Composición Florística.....	344
Gráfico 7-2 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies Arbóreas.....	344
Gráfico 7-3 Curva de Abundancia-Diversidad de Familias Botánicas.....	345
Gráfico 7-4 Número de Individuos Arbóreos por Clase Diamétrica	347
Gráfico 7-5 Categorías de Uso de las Especies Arbóreas Registradas.....	349
Gráfico 9-1 Propagación de los Niveles de Ruido (Leq) con Respecto a la Distancia en el AII	383
Gráfico 10-1 Viviendas Destruídas, Viviendas Afectadas	415
Gráfico 10-2 Afectados, damnificados.....	416
Gráfico 10-3 Viviendas Destruídas, Viviendas Afectadas	420
Gráfico 10-4 Afectados, damnificados.....	421
Gráfico 10-5 Muertos por Fenómenos de Remoción de masa.....	421
Gráfico 10-6 Viviendas Destruídas, Viviendas Afectadas	423
Gráfico 10-7 Afectados, damnificados.....	424
Gráfico 10-8 Muertos por Inundaciones	424

INDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 Flujograma de las Operaciones de la Mina Mocoral	84
Figura 5-2 Garita en el Quinde.....	86
Figura 5-3 Campamento 3 y 4	88
Figura 5-4 Comedor y Cocina	89
Figura 5-5 Oficinas	90
Figura 5-6 Zonas de Recreación.....	91
Figura 5-7 Adecuación de baños	91
Figura 5-8 Tanque de Abastecimiento de Combustible Estacionario y Móvil	92
Figura 5-9 Taller Mecánico y Bodega.....	93
Figura 5-10 Infraestructura del Polvorín	95
Figura 5-11 Infraestructura de las Piscinas de Sedimentación.....	96
Figura 5-12 Plantas del Vivero y Etiquetado de Plántulas	97
Figura 5-13 Canales Perimetrales del Vivero	98
Figura 5-14 Siembra de Yuca y Plantas de Tomate.....	98
Figura 5-15 Huerto de Leguminosas.....	99
Figura 5-16 Mantenimiento y Sembrío de Semillas para su Germinación.....	99
Figura 5-17 Clasificación de Plántulas.....	100
Figura 5-18 Traspaso de Plántulas al Semillero.....	100
Figura 5-19 Semilleros Ecológicos con Materiales Reciclables.....	101
Figura 5-20 Oficio MAE	102
Figura 5-21 Diseño del acceso principal.....	103
Figura 5-22 Diseño del acceso principal.....	105
Figura 5-23 Ortofoto del Área Donde se Construirá la Nueva Escombrera.....	106
Figura 5-24 Perfil Etapa 1 Construcción Nueva Escombrera	107
Figura 5-25 Perfil Etapa 2 Construcción Nueva Escombrera	108
Figura 5-26 Perfil Etapa 2 Construcción Nueva Escombrera	109
Figura 5-27 Criterios de Diseño de la Escombrera.....	110
Figura 5-28 Método Ideal de Construcción de la Escombrera.....	110
Figura 5-29 Contenedores de Residuos Inorgánicos.....	115
Figura 5-30 Contenedores de Residuos Inorgánicos.....	117
Figura 5-31 Distribución de Material Reciclable.....	117
Figura 5-32 Área de Manejo de Desechos Inorgánicos	118
Figura 6-1 Geología Simplificada del Ecuador	128
Figura 6-2 Columna Estratigráfica Generalizada para la Cordillera Occidental de Ecuador en la parte Norte.....	129
Figura 6-3 Mapa Geológico de la República del Ecuador - INIGEMM, actual IIGE. Escala 1:1.000000	130
Figura 6-4 Contexto Geodinámico y Principales Estructuras Tectónicas del Ecuador.....	131
Figura 6-5 Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarios de la Zona de Estudio	132
Figura 6-6 Tectónica Local de la Concesión Mocoral	133
Figura 6-7 Mapa Geológico Local de la Concesión Mocoral	134

Figura 6-8 Recorte del Mapa Metalogenético del Ecuador.....	140
Figura 6-9 Modelo Digital de Elevación	141
Figura 6-10 Mapa de Pendientes.....	143
Figura 6-11 Paisajes de Winckell.....	144
Figura 6-12 Mapa Geomorfológico	145
Figura 6-13 Clasificación del Grado de Meteorización de un macizo Rocoso	147
Figura 6-14 Resistencia a partir de Índices de Campo.....	147
Figura 6-15 Resistencia de Diversas Rocas.....	148
Figura 6-16 Resistencia de Diversas Rocas.....	149
Figura 6-17 Sismicidad en las Fuentes Corticales.....	150
Figura 6-18. Sismicidad en las Fuentes Sísmicas Profundas	151
Figura 6-19 Resumen de Actividad Sísmica por Fuente Sísmica.....	152
Figura 6-20 Fuentes sísmogénicas de subducción profunda.....	153
Figura 6-21 Fuentes sísmogénicas corticales y sistema de fallas (norte de Ecuador y sur de Colombia). b) fuentes sísmogénicas corticales y sistema de fallas (sur de Ecuador y norte de Perú).....	154
Figura 6-22 Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarios de la Zona de Estudio	155
Figura 6-23 Recorte de Ubicación del Proyecto y su Relación con los Volcanes del Ecuador...	155
Figura 6-24 Características Físicas de las Subcuencas-Macrodrenaje	158
Figura 6-25 Características Físicas de las Quebradas - Microdrenaje.....	159
Figura 6-26 Cuerpos hídricos del área de implantación.	160
Figura 6-27 Fotografías de las Quebradas.....	160
Figura 6-28 Caudales de las Quebradas.....	161
Figura 6-29 Comparación de caudales específicos de las Quebradas	162
Figura 6-30 Foto del Área Reforestada	163
Figura 6-31 Recorte del Mapa Hidrogeológico del Ecuador (2014).....	170
Figura 6-32 Mapa Hidrogeológico del Ecuador. MAGAP 1:1.000.000.....	171
Figura 6-33 Mapa de Líneas de Flujo de Agua Subterránea	172
Figura 6-34 Obtención de la Muestra Final por Medio del Cuarteto.....	174
Figura 6-35 Variación del Nivel de Presión Sonora Equivalente en Función del Tiempo	179
Figura 6-36 Distribución Porcentual del Nivel de Presión Sonora Equivalente	179
Figura 6-37 Resultados Comparados con el LMP.....	180
Figura 6-38 Camino de aparejos 2022	298
Figura 6-39 Condición de pobreza.....	306
Figura 6-40 Mapa de Predios	310
Figura 6-41 Mapa de Fuentes Hídricas.....	316
Figura 6-42 Planta de Agua Potable para Selva Alegre, Barcelona, La Loma San Francisco....	332
Figura 9-1 Propagación de los Niveles de Ruido (Leq) con Respecto a la Distancia en el AID.	377
Figura 9-2 Mapa de predios.....	380
Figura 10-1 Mapa de Peligrosidad Sísmica	416
Figura 10-2 Mapa para Diseño Sísmico	417
Figura 10-3 Movimientos en masa del Ecuador Continental	419
Figura 10-4 Mapa de Susceptibilidad a Inundaciones del Ecuador continental	422

Figura 10-5 Peligro volcánico del Ecuador Continental426

1 FICHA TÉCNICA

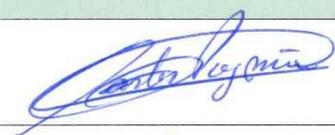
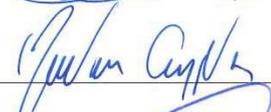
1.1 Datos del Proyecto y Promotor

DATOS DEL PROYECTO Y PROMOTOR				
Nombre del Proyecto	Actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la Fase de Explotación de Minerales No Metálicos bajo el Régimen de Pequeña Minería, Área Minera Mocal (Código 182).			
Área Minera	Concesión Mocal			
Código	182			
Ubicación Política - Administrativa	Provincia: Imbabura Cantón: Otavalo Parroquia: Selva Alegre			
Ubicación Geográfica	Coordenadas Datum UTM WGS 84 17s	P	X	Y
		1	771550,699	10029313,964
		2	771559,770	10029311,680
		3	771571,070	10029310,480
		4	771584,940	10029313,730
		5	771585,205	10029313,872
		6	771594,520	10029318,870
		7	771617,733	10029347,890
		8	771630,260	10029363,550
		9	771636,700	10029371,600
		10	771662,580	10029391,270
		11	771677,260	10029398,460
		12	771693,230	10029399,970
		13	771710,000	10029398,520
		14	771728,220	10029394,170
		15	771783,830	10029364,570
		16	771800,280	10029363,120
		17	771821,070	10029368,440
		18	771831,960	10029376,660
		19	771838,730	10029386,340
		20	771847,190	10029410,280
		21	771858,360	10029459,340
		22	771874,680	10029476,850
		23	771889,230	10029485,460
		24	771910,310	10029485,760
		25	771956,620	10029469,140
		26	771997,890	10029447,170
		27	772023,680	10029442,040
		28	772161,590	10029432,430
		29	772185,891	10029428,109
		30	772186,280	10029428,040
		31	772241,190	10029414,220
32	772300,220	10029401,930		

	33	772312,879	10029400,298
	34	772339,594	10029396,854
	35	772339,966	10029397,158
	36	772340,297	10029397,158
	37	772340,295	10029396,764
	38	772350,695	10029395,422
	39	772350,695	10029232,635
	40	772450,694	10029232,635
	41	772450,691	10027932,642
	42	772350,691	10027932,643
	43	772350,692	10028032,642
	44	771550,696	10028032,644
	45	771550,699	10029313,964
Tipo de Mineral	No metálicos		
Superficie	123,328 ha		
Nombre del Titular Minero	Cevallos Calisto Cía. Ltda. – CECAL		
Representante Legal	Nombre:	Ing. Diego Calisto Arteta.	
	Correo:	diegoxavier.calisto@omya.com.	
	Dirección:	Mina Mocoral, Selva Alegre, Otavalo.	
	Teléfono:	2 480 501 / 2 476 546.	

1.2 Datos de la Consultora

DATOS DE LA CONSULTORA AMBIENTAL		
Razón Social	GESAMBCONSULT CONSULTORES CÍA. LTDA.	
Dirección	Jorge Juan N31-24 y Murgeon – QUITO	
Teléfono	02 2559137	
Correo	gesambconsult@gmail.com	
COMPOSICIÓN DEL EQUIPO TÉCNICO		
Nombre	Especialidad	Componente / Función
Carlos Arturo Pazmiño Quiña	Sistemas de Gestión Ambiental	Director de Proyecto
Lincoln Segundo Nolvos Duque	Sistemas de Gestión Ambiental - Biólogo	Coordinador del Proyecto
Marlene Ernestina Cueva Rosillo	Ingeniera Ambiental	Ambiental
Diego Vinicio Reyes Jurado	Biólogo-Licenciado en Ciencias Biológicas	Inventario Forestal
Richard Fernando Cabezas Cabezas	Biólogo- Licenciado en Ciencias Biológicas	Componente biótico
Rebeca Patricia Cruz Novoa	Bióloga- Licenciada en Ciencias Biológicas	Línea Base-Fauna
Mayra Alejandra Guijarro Torres	Bióloga- Licenciada en Ciencias Biológicas	Línea Base-Fauna
Jorge Maigua	Tecnólogo - Biología	Componente de fauna. Asistente Fauna
Máximo Efrén Santin Rojas	Ingeniero Geólogo	Componente Físico
Gabriela López	Antropóloga	Componente Social
Christian Sebastián Ladino Ayala	Licenciado Artes Liberales con Subespecialidad en Sociología	Componente Social
Rómulo Javier Ladino Castillo	Licenciado en Ciencias Públicas y Sociales	Componente Social
Oscar Fernando Calahorrano Narváez	Especialista en GIS- Sistemas de Información Geográfica	Cartografía

EQUIPO TÉCNICO			
EQUIPO AUDITOR	FORMACION PROFESIONAL	COMPONENTE / FUNCION	FIRMA
Carlos A. Pazmiño	Master en Sistemas de Gestión Ambiental	Director del Proyecto.	
Lincoln Nolivos D.	Biólogo, Master en Sistemas de Gestión Ambiental	Coordinador desarrollo del proyecto.	
Marlene Cueva	Ingeniería Ambiental	Ambiental.	
Richard Cabeza	Biólogo	Componente Biótico, Flora.	
Mayra A. Guijarro	Bióloga	Componente Biótico, Macroinvertebrados, Entomología.	
Rebeca Cruz	Bióloga	Componente Biótico, fauna.	
Jorge Maigua	Tecnólogo	Componente Biótico, Asistente de fauna.	
Diego Reyes J.	Biólogo	Inventario Forestal.	
Efrén Santin	Ingeniero Geólogo	Componente físico.	
Gabriela López	Antropóloga	Componente Social.	
Oscar Calahorrano	Especialista en GIS	Cartografía.	

2 ANTECEDENTES

La empresa Cevallos Calisto Cía. Ltda. "CECAL" es titular minero de las áreas denominadas MOCORAL (Código 182) y MOCORAL 2 (491529). En la actualidad se realiza la explotación de roca caliza principalmente para la venta a la industria del carbonato de calcio. La mina está ubicada en la Provincia de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia Selva Alegre y conforme a lo especificado en la actual Ley de Minería, la empresa procedió con los trámites respectivos para la categorización de la mina Mocoral, siendo calificada dentro de la escala de pequeña minería, *Ver Anexo 2. DOCUMENTOS HABILITANTES/Calificación en pequeña minería.*

CECAL en observancia a la Legislación Ambiental vigente, obtuvo la Licencia Ambiental para explotación de minerales no metálicos emitida por el Ministerio del Ambiente, el 9 de noviembre del 2012 mediante Resolución 1782 para la concesión MOCORAL (Código 182). Además, cuenta con el Permiso Ambiental Municipal conferido por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Otavalo el 10 de abril del 2013.

Mediante Resolución No. MM-CZM-N-2015-0482-RM del 09 de diciembre de 2015, el Ministerio de Minería otorgó a CECAL la concesión para minerales no metálicos MOCORAL 2 (Código 491529). CECAL presenta al Ministerio de Minería una solicitud con fecha 20 de febrero de 2016 solicitando la acumulación de las concesiones MOCORAL y MOCORAL 2.

Mediante Resolución Nro. MM-CZM N-2016-0206-RM con fecha 07 de junio de 2016, el Ministerio de Minería aprobó a CECAL la acumulación de las concesiones MOCORAL y MOCORAL 2, denominándolas MOCORAL (Código 182). *Ver Anexo 1. TITULO MINERO. Resolución 206 y protocolizaciones.*

Con fecha 05 de abril de 2016, el Gerente de la compañía CECAL remite oficio al Ministerio del Ambiente con una propuesta de Modificación de la Fase de Explotación de Minerales No Metálicos de la concesión minera MOCORAL (Código 182) y la inclusión de la concesión minera MOCORAL 2 (Cód. 491529), para la actualización del Plan de Manejo Ambiental vigente.

Mediante Oficio Nro. MM-SZM-N-2017-0929-OF de fecha 13 de julio de 2017, el Ministerio de Minería notifica la resolución de aceptar la solicitud de REAJUSTE DE VÉRTICES Y COORDENADAS del área "MOCORAL" código 182 con Resolución MM-CZM-N-2017-0160-RM del 13 de julio de 2017. *Ver Anexo 1. TITULO MINERO.*

Mediante Oficio Nro. MAE-SCA-2016-1371, el Subsecretario de Calidad Ambiental se pronuncia sobre la solicitud de CECAL indicando que va a producirse una modificación sustancial al proyecto, por lo que el titular minero una vez que haya obtenido la resolución de acumulación de áreas mineras MOCORAL y MOCORAL 2, se proceda con la ACTUALIZACIÓN del Estudio de Impacto Ambiental, objeto de los presentes términos de referencia, en conformidad con el Art. 31 del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras. *Ver Anexo 2. DOCUMENTOS HABILITANTES / MAE-Notificación de Acumulación de Concesiones.*

Mediante Oficio MAE-SUIA-RA-DNPCA-2018-205719, de fecha 29 de junio de 2018, El Director Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental (E) otorga el Certificado de Intersección

de la concesión MOCORAL (Cód. 182), el cual fue actualizado el 15 de enero de 2024 con el fin de continuar con la revisión del presente estudio, este se adjunta en *Ver Anexo 3. CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN.*

Debido a que en el Sistema Único de Manejo Ambiental SUIMA no existe todavía la figura técnica de ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL, la presentación de Términos de Referencia se lo realizó de manera física con el procedimiento existente.

El 11 de abril del 2019 mediante oficio Nro. MAE-SCA-2019-0911-OF se aprueban los términos de referencia para la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental para la Fase de Explotación de Minerales No Metálicos del Área Minera Mocoral (Código 182) en el cual se incluye información de 3 nuevas infraestructuras (escombrera, dos accesos) a incorporarse en el área minera.

3 OBJETIVOS Y ALCANCE

3.1 Objetivo General

Actualizar el Estudio de Impacto Ambiental para el área MOCORAL (código 182), considerando en dicha actualización las variables ambientales relevantes del medio físico, biótico y socio-cultural que se producen por las actividades de la fase de explotación a cielo abierto de minerales no metálicos y seleccionar las medidas para potenciar los impactos positivos y minimizar o compensar los impactos negativos, conforme lo establece y dispone la Ley de Minería, su Reglamento de Aplicación, Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, Reglamento de Seguridad y demás normativas vigentes.

3.2 Objetivo Específicos

- Describir las actividades principales y complementarias del proyecto minero, priorizando el detalle de información de las nuevas actividades a desarrollarse en la concesión.
- Actualizar de la Línea Base de los componentes ambientales: Biótico, Abiótico, Socioeconómico y Cultural, en el área de influencia del proyecto.
- Actualizar la Identificación y evaluación de los impactos significativos que ocasionarían las actividades mineras de explotación, obras e instalaciones principales y complementarias.
- Determinar las Áreas de Influencia sobre la base de las actividades que se vienen desarrollando y las que se ejecutarían.
- Establecer propuestas actualizadas de medidas ambientales que contemplaría el Plan de Manejo Ambiental, medidas que permitiría prevenir, corregir, controlar y mitigar los impactos ambientales negativos que ocasionen las actividades de explotación.
- Ejecutar la Participación Ciudadana de acuerdo a la legislación ambiental vigente.

3.3 Alcance

El alcance técnico se fundamentará en los siguientes aspectos:

- Las actividades operacionales e instalaciones del proyecto, incluyendo el funcionamiento y operación de las obras e instalaciones auxiliares vinculadas.
- Los impactos ambientales significativos que el proyecto genera en el medio ambiente, como consecuencia de las actividades de explotación.

4 MARCO LEGAL

Se cita el marco legal aplicable para la elaboración del ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA MOCORAL (Código 182).

4.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador fue publicada en el Registro Oficial (RO) N° 449 del 20 de octubre de 2008, reformada mediante referéndum constitucional y consulta popular el año 2011, reformada nuevamente el 21 de diciembre de 2015 y, por tercera vez, el 14 de febrero de 2018.

La Constitución establece los lineamientos y principios ambientales generales que establecen el marco de referencia para el desarrollo de actividades en la República del Ecuador. Asimismo, dichos lineamientos permiten elaborar las políticas que sirven de guía a nivel nacional, e incluyen aspectos de conservación, gestión y participación social.

Se describen a continuación algunos de los artículos con lineamientos ambientales relacionados al desarrollo del Proyecto:

Artículo 1, Capítulo primero del Título I: Describe algunos de los principios fundamentales, dentro de ellos menciona que los recursos naturales no renovables del territorio del Estado pertenecen a su patrimonio inalienable, irrenunciable e imprescriptible.

Artículo 3, Capítulo primero del Título I: Estipula en el numeral 7 que uno de los deberes primordiales del Estado es "proteger el patrimonio natural y cultural del país".

Artículo 12, Capítulo segundo del Título II: Establece al agua como derecho humano fundamental e irrenunciable, considerándola como patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Artículo 14, Capítulo segundo del Título II: Menciona que la población tiene derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Asimismo, declara de interés público la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados, entre otros aspectos como la conservación, preservación y biodiversidad.

Artículo 27, Capítulo segundo del Título II: Establece que la educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humano,

medio ambiente sustentable y a la democracia. Debiendo ser participativa, intercultural, incluyente y diversa, así como impulsar la equidad de género, justicia, solidaridad y la paz, entre otros aspectos relevantes. El artículo presentado se considera como parte del marco legal, pues toda actividad educativa, incluidas aquellas que son parte del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del presente Proyecto, requieren seguir estos lineamientos.

Artículo 32, Capítulo segundo del Título II: Establece que la salud es un derecho que garantiza el Estado, emparentado al ejercicio de otros derechos, como el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. Este artículo se vincula con toda actividad o programa formulado en el marco del PMA y que esté relacionado con la salud.

Artículo 66, Capítulo sexto del Título II: Como parte de los derechos de libertad, este artículo establece en el numeral 27 el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Artículo 71, Capítulo séptimo del Título II: Establece que la naturaleza tiene el derecho a que se respete su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Asimismo, establece que la población puede exigir a la autoridad pública el cumplimiento de estos derechos, de acuerdo con los principios establecidos en la Constitución.

Artículo 72, Capítulo séptimo del Título II: Estipula que el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración en cada impacto ambiental grave o permanente, incluyendo los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables. Asimismo, el Estado adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas de los impactos ambientales.

Artículo 73, Capítulo séptimo del Título II: Menciona que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Artículo 74, Capítulo séptimo del Título II: Menciona que los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación. Asimismo, su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

Artículo 83, Capítulo noveno del Título II: Define los deberes y responsabilidades de los ecuatorianos y las ecuatorianas, entre estos el "respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos de modo racional, sustentable y sostenible".

Capítulo cuarto del Título V: Describe las competencias exclusivas y funciones de cada nivel de gobierno (región, provincia, cantón y junta parroquial), incluyendo las relacionadas al ordenamiento territorial, a la gestión ambiental, ocupación del suelo, entre otras. Estas disposiciones serán desarrolladas en el marco institucional del presente documento.

Artículo 261, Capítulo cuarto del Título V: En este artículo se presentan las competencias exclusivas del Estado, entre estas se encuentra la competencia sobre las áreas naturales protegidas y los recursos naturales, descrita en el numeral 7.

Artículo 276, Capítulo primero del Título VI: Delimita los principios generales del régimen de desarrollo, cuyos objetivos son mencionados en el presente artículo. El numeral 4 de este artículo indica que uno de los objetivos es recuperar y conservar la naturaleza, así como mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, así como los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Artículo 278, Capítulo primero del Título VI: Lista las responsabilidades de la sociedad para la consecución del buen vivir. Estas se basan en la participación de la gestión pública y planificación del desarrollo, así como su cumplimiento, y en la responsabilidad social y ambiental.

Artículo 313, Capítulo quinto del Título VI: Desarrolla los lineamientos para los sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. El artículo define como sectores estratégicos, la energía en todas sus formas, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua y los demás que determine la ley. En el mismo, se designa al Estado como el responsable de administrar, regular y controlar dichos sectores sobre la base de la sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Artículo 316, Capítulo quinto del Título VI: Este artículo menciona que el Estado podrá delegar, de acuerdo con el interés nacional, la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga mayoría accionaria. Además, de forma excepcional, podrá delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de estas actividades en los casos que establezca la ley.

Artículo 317, Capítulo quinto del Título VI: Establece que el Estado priorizará la responsabilidad intergeneracional, la conservación de la naturaleza, el cobro de regalías u otras contribuciones no tributarias y de participaciones empresariales. Asimismo, minimizará los impactos negativos de carácter ambiental, cultural, social y económico.

Artículo 318, Capítulo quinto del Título VI: Menciona la importancia del agua como patrimonio nacional estratégico, su uso público y dominio del Estado, prohibiendo su privatización. Asimismo, establece que el Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable de la planificación y gestión de los recursos hídricos. En caso sea necesario, se requerirá autorización para el uso de agua con fines productivos.

Artículo 323, Capítulo sexto del Título VI: Señala que las instituciones del Estado, por razones de utilidad pública o interés social y nacional, podrán declarar la expropiación de bienes con el objeto de ejecutar planes de desarrollo social, manejo del ambiente y bienestar colectivo, previa valoración, indemnización y pago de conformidad con la ley. Señala la prohibición de toda forma de confiscación.

Artículo 387, Capítulo primero del Título VII: Señala que es responsabilidad del Estado garantizar la libertad de creación e investigación en el marco de la ética, naturaleza, ambiente y rescate de los conocimientos ancestrales. En ese sentido, los estudios e investigaciones como el levantamiento de línea base, los monitoreos ambientales, las evaluaciones en campo, entre otros que se deriven de las actividades del Proyecto, son viables.

Artículo 389, Capítulo primero del Título VII: Establece que el Estado ejercerá la rectoría del sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo a través del organismo técnico establecido en la ley. Dicho sistema estará compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. Dentro de las funciones principales del sistema nacional de gestión de riesgo se encuentra la identificación de riesgos, así como asegurar la incorporación de la gestión de riesgo en los planes y gestión de las instituciones públicas y privadas. Asimismo, el sistema debe promover la accesibilidad y difundir información suficiente y oportuna respecto al riesgo; además, debe articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar riesgos. También debe coordinar todas las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y garantizar el financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del sistema.

Capítulo segundo del Título VII: Desarrolla todos los lineamientos relacionados con la biodiversidad y los recursos naturales; asimismo, incluye disposiciones con respecto a la biosfera, ecología urbana y energías alternativas.

Artículo 395, Capítulo segundo del Título VII: Establece cuatro principios ambientales, los cuales mencionan que el Estado garantizará: un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural; que las políticas de gestión ambiental se apliquen de manera transversal y su cumplimiento sea obligatorio; que se garantice la participación activa y permanente de la población en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales; y que, si existe alguna duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Artículo 396, Capítulo segundo del Título VII: Señala que el Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales en caso de certidumbre de daño. De existir incertidumbre, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. Con respecto a la responsabilidad por los daños ambientales, se señala que esta es objetiva y recae directamente sobre el actor de los procesos. En ese sentido, deberá prevenir cualquier impacto ambiental, mitigar y reparar los daños, y mantener un sistema de control ambiental permanente.

Artículo 397, Capítulo segundo del Título VII: Describe los compromisos del Estado para garantizar el derecho a vivir en un ambiente sano, en caso de daños ambientales. Además de la sanción correspondiente frente al daño ambiental, el Estado repetirá contra el responsable de la actividad que produjo el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. Entre los compromisos del Estado se indican: i) permitir a cualquier persona natural o jurídica ejercer las acciones legales y acudir a

los órganos judiciales y administrativos; ii) establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental; iii) regular el manejo de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente; iv) asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas; y v) establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales.

Artículo 398, Capítulo segundo del Título VII: Señala que el Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos. La decisión de ejecutar o no el Proyecto, luego del proceso de consulta, será adoptada por resolución.

Artículo 404, Capítulo segundo del Título VII: Establece que la gestión del patrimonio natural del Ecuador se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo con el ordenamiento territorial y una zonificación ecológica.

Artículo 408, Capítulo segundo del Título VII: Señala que los recursos naturales no renovables, los productos del suelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias de naturaleza distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y zonas marítimas, la biodiversidad, su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico solo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

Artículo 411, Capítulo segundo del Título VII: Establece que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Asimismo, señala que se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad cantidad de agua y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

Artículo 413, Capítulo segundo del Título VII: Señala que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

4.2 Tratados y Convenios Internacionales

Convención para la Protección de la Flora, Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América

Esta convención es conocida como la Convención de Washington o del Hemisferio Occidental; se firmó en Washington D.C. en 1940, y fue publicada oficialmente en la República del Ecuador mediante el Decreto Ejecutivo (DE) N° 1720 en el Registro Oficial (RO) N° 990 el 17 de diciembre de 1943.

La convención da inicio al desarrollo de las diferentes categorías de manejo necesarias para la conservación de las áreas protegidas, incluyendo la flora, la fauna, los paisajes de extraordinaria

belleza, las formaciones geológicas únicas, regiones u objetos naturales de interés estético o valor histórico o científico.

Convenio de las Naciones Unidas Sobre la Diversidad Biológica

Este Convenio fue firmado en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992 y publicado en el RO N°128 el 12 de febrero de 1993, ratificando cada uno de sus artículos.

El Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB) es el primer acuerdo global para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica, reconociendo que esta es una preocupación común de la humanidad y parte integral del proceso de desarrollo. Como máximo órgano del convenio, la Conferencia de Partes reúne a los representantes de todos los países que lo han ratificado. La Conferencia de Partes supervisa, dirige y decide los procesos de implementación y futuro desarrollo del convenio.

Este convenio menciona entre sus objetivos la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes.

Convenio Estocolmo, Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes

El 22 de mayo de 2001 se adoptó el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) que entró en vigor el 17 de mayo de 2004; el mismo fue ratificado por la República de Ecuador y publicado en el RO N° 381 el 20 de julio de 2004.

El objetivo del convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COP teniendo presente el principio precautorio, estipulado en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992. En él se reconocen las propiedades tóxicas de los contaminantes orgánicos persistentes, su resistencia a la degradación, bioacumulación y transporte por el aire, agua y especies migratorias a través de las fronteras internacionales.

El Convenio de Estocolmo regula una serie de COP, los cuales incluyen plaguicidas, sustancias de uso industrial y sustancias de producción no intencional. Además, tiene abierta la posibilidad de ampliar el número de sustancias o productos químicos regulados, siempre y cuando sean contaminantes orgánicos persistentes.

Los estados que conforman el Convenio deben disponer de uno o más sistemas de reglamentación y evaluación de dichos contaminantes, para lo cual se adoptarán medidas, a fin de reglamentar y prevenir la producción y utilización de nuevos plaguicidas o nuevos productos químicos industriales.

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue adoptada en Nueva York el 21 de marzo de 1991 y entró en vigor en marzo de 1993, siendo ratificada por la República del Ecuador el 7 de noviembre de 1994 mediante su publicación en el RO N° 562.

Esta convención establece los compromisos y lineamientos intergubernamentales que se asumirán frente al cambio climático, con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ello, reconociendo que el sistema climático es un recurso compartido, cuya estabilidad podría verse afectado por las actividades industriales.

La convención establece que las partes deberán cooperar en la promoción de un sistema económico internacional, abierto y propicio que conduzca al crecimiento económico y desarrollo sostenible de todas las partes involucradas. Además, las medidas y políticas que se implementen deberán tomar en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales e incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero, abarcando todos los sectores económicos. Las medidas incluyen la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo, de modo que las partes cooperen para prepararse y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático

El Protocolo de Kioto fue adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, entró en vigor el 16 de febrero de 2005 y fue ratificado en Ecuador mediante DE N°1588, siendo publicado en el RO N°342, el 20 de diciembre de 1999.

Este protocolo fue creado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que causan calentamiento global y como un instrumento para poner en práctica lo acordado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El protocolo promueve el desarrollo de políticas y medidas en conformidad con sus circunstancias nacionales para cumplir con los compromisos ambientales establecidos y para fomentar el desarrollo sostenible.

Algunas de las medidas propuestas incluyen la mejora de la eficiencia energética; la protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero; la investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas; la reducción gradual de las deficiencias del mercado contrarias al objetivo de la convención; medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte; limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos, así como en la producción, el transporte y la distribución de energía.

Convención Sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres

La Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Aves Silvestres (CMS) fue firmada en Bonn en 1979 y entró en vigor el 1 de noviembre de 1983. Uno de los países suscritos

a la CMS es Ecuador, desde el 6 de enero del 2004. Publicado en el RO N° 1046 del 21 de enero del 2004.

El objetivo de la convención es contribuir a la conservación de las especies terrestres, acuáticas y aviarias de animales migratorios a lo largo de su área de distribución. Además, promueve que los países suscritos a la convención dispongan de medidas de protección estricta para las especies migratorias en peligro enumeradas en su Apéndice I y realicen acuerdos multilaterales para la conservación y el aprovechamiento racional de las especies migratorias incluidas en su Apéndice II. No todas las resoluciones de esta convención son aplicables de forma directa al país, por ello, el MAE expone en su página las resoluciones de las conferencias de las partes de 1985, 1988, 1991, 1994, 1997, 2005 y 2004, las cuales tienen influencia directa sobre las actividades que se desarrollen en Ecuador.

Convención Sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

Esta Convención fue firmada en Washington D.C. el año 1973, como resultado de la resolución aprobada por los miembros de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) en 1963. La CITES entró en vigor el 1 de julio de 1975; Ecuador la ratificó en 1975, ello fue publicado en el RO N° 746 el 20 de febrero del mismo año.

Este tratado internacional tiene por finalidad regular el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres, velando para que dicho comercio no constituya una amenaza para las especies. Su aplicación a nivel nacional depende de una autoridad administrativa que brinde los permisos de exportación, importación, reexportación o reimportación; y de una autoridad científica que evalúe las solicitudes de aprovechamiento y manejo de las especies, además de brindar una opinión técnica–científica a la autoridad administrativa.

Las especies amparadas en este convenio se categorizan según “Apéndices”. Existen tres apéndices de acuerdo con el grado de protección que las especies necesiten.

Convención Sobre Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad

La Convención sobre Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad se aprobó en la Conferencia General de la UNESCO el 16 de noviembre de 1972.

Tiene como objetivo apoyar la conservación de sitios naturales, culturales y mixtos a través de la designación de Patrimonio Mundial y reconoce la necesidad de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio.

Asimismo, este convenio menciona que durante la realización de un proyecto se tome en cuenta y contemple en su desarrollo la conservación del patrimonio cultural y natural que exista en el entorno en el cual se van a ejecutar sus actividades.

Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea constituye un tratado internacional sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación. Fue ratificado por Ecuador el 3 de febrero de 1993.

El objetivo principal del convenio es proteger la salud de las personas y el ambiente frente a los efectos perjudiciales de los desechos peligrosos. Su ámbito de aplicación abarca una amplia variedad de desechos definidos como "desechos peligrosos", sobre la base de su origen o composición y sus características.

Las disposiciones del convenio giran en torno a la disminución de la generación de desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente racional de estos, dondequiera que se realice su eliminación. Así como la restricción de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, salvo en los casos en que se estima que se ajusta a los principios de la gestión ambientalmente racional; y a un sistema reglamentario aplicable a casos en que los movimientos transfronterizos son permisibles.

Convenio de Rotterdam Sobre Productos Químicos Peligrosos

El Convenio de Rotterdam se aprobó en la Conferencia de Plenipotenciarios celebrada en Rotterdam el 10 de septiembre de 1998 y entró en vigor el 24 de febrero 2004; siendo ratificado por Ecuador el 4 de mayo de 2004.

El objetivo del convenio es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las partes dentro del comercio internacional de determinados productos químicos peligrosos, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente. Asimismo, contribuir a la utilización ecológicamente racional de estos productos y facilitar el intercambio de información sobre sus características, estableciendo medidas sobre su importación y exportación.

4.3 Códigos y Leyes

Código Orgánico de Organización Territorial

El Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD) fue publicado en el RO N° 303 el 19 de octubre de 2010 y su última reforma se realizó el 5 de febrero de 2018.

El código establece la organización político-administrativa del Estado en el territorio, la cual estará regida por niveles de gobiernos autónomos descentralizados y especiales, con la finalidad de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera.

Como se describe en el artículo 5 del código, la autonomía política, administrativa y financiera de los gobiernos autónomos descentralizados y regímenes especiales prevista en la Constitución comprende el derecho y la capacidad efectiva de estos niveles de gobierno para regirse mediante normas y órganos de gobierno propios, en sus respectivas circunscripciones territoriales, bajo su responsabilidad, sin intervención de otro nivel de gobierno y en beneficio de sus habitantes. En

ningún caso se pondrá en riesgo el carácter unitario del Estado y no permitirá la secesión del territorio nacional.

Código Orgánico Integral Penal

El Código Orgánico Integral Penal (COIP) fue publicado en el RO N°180 el 10 de febrero de 2014, entró en vigencia 180 días después y su modificación más reciente se dio en diciembre de 2017.

El código se elaboró con la finalidad de normar el poder punitivo del Estado, tipificar las infracciones penales, establecer el procedimiento para el juzgamiento de las personas de acuerdo con el debido proceso, promover la rehabilitación social de los sentenciados y la reparación integral de las víctimas, según se establece en el artículo 1 de este código.

El código contempla diversas disposiciones, incluyendo las relacionadas a los recursos naturales, residuos, información ambiental, ecosistemas, entre otros. Estas se desarrollan en el Capítulo Cuarto, denominado "Delitos contra el ambiente y la naturaleza o Pacha Mama" correspondiente al Título IV del Libro Primero. Los artículos 251, 252 y 253 de la Sección Segunda de este capítulo, establecen las penas privativas de libertad de tres a cinco años en caso de delitos contra el agua y contra el suelo, mientras que en el caso de la contaminación del aire la pena va de uno a tres años. Estos delitos se refieren de manera general a la alteración o daño grave, extenso o permanente del recurso, así como el incumplimiento de la normativa vigente y las acciones que vayan en contra de los planes establecidos. Además, se menciona que de perpetrarse el delito en un espacio del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o de realizarse con ánimo de lucro o con métodos que resulten en daños extensos y permanentes, se aplicará la pena máxima en el caso del recurso hídrico y suelo.

Los artículos 254 y 255 corresponden a la Sección Tercera, referida a los delitos contra la gestión ambiental. El artículo 254 establece una sanción de uno a tres años con pena privativa de libertad en caso de gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas que produzcan daños a la biodiversidad y recursos naturales; la pena se extiende para sustancias prohibidas y otras condiciones establecidas en dicho artículo. Por otro lado, el artículo 255 establece que la persona que falsifique u oculte información ambiental, provocando el cometimiento de error por parte de la autoridad, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

Los artículos 256, 257, 258 y 259 se desarrollan en la Sección Cuarta, en estos se establece que la Autoridad Ambiental Nacional determinará cada delito contra el ambiente y la naturaleza las definiciones técnicas y alcances de daño grave. Asimismo, se establece que las sanciones del Capítulo Cuarto se aplicarán de manera conjunta con la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas y la obligación de compensar, reparar e indemnizar a las personas y comunidades afectadas por los daños.

El artículo 258 señala qué sanciones son equivalentes a las mencionadas en artículos anteriores, cuando el delito lo cometa una persona jurídica. Por otro lado, el artículo 259 señala los

atenuantes. La calificación y seguimiento de las medidas y acciones se hará bajo la responsabilidad de la Autoridad Ambiental Nacional.

La Sección Quinta describe los delitos contra los recursos naturales no renovables desde el artículo 259 al artículo 267.

Código del Trabajo

El Código del Trabajo se publicó en el RO N° 167 el 16 de diciembre de 2005, siendo la última modificación el 6 de abril de 2018.

Como se menciona en el artículo 1 del Título Preliminar del código, los preceptos establecidos en este regulan las relaciones entre empleadores y trabajadores, y se aplican a las diversas modalidades y condiciones de trabajo. Con respecto a las formas de remuneración, el artículo 13 establece que, en los contratos a sueldo y a jornal, la remuneración se pacta tomando como base cierta unidad de tiempo.

Por otro lado, en el artículo 3 se señala que el trabajador es libre para dedicar su esfuerzo a la labor lícita que a bien tenga. En ese sentido, ninguna persona podrá ser obligada a realizar trabajos gratuitos, ni remunerados que no sean impuestos por la ley, salvo los casos de urgencia extraordinaria o de necesidad de inmediato auxilio. Fuera de esos casos, nadie estará obligado a trabajar sino mediante un contrato y la remuneración correspondiente.

Asimismo, el código señala las obligaciones del empleador y del trabajador, quienes están obligados a cumplirlas, en caso contrario, las violaciones de las normas establecidas en el código serán sancionadas de acuerdo con lo prescrito en los artículos pertinentes sin perjuicio de las demás sanciones establecidas por ley.

Ley Orgánica de Salud

La Ley Orgánica de Salud fue publicada en el RO N°670 el 25 de septiembre de 2002 y modificada el 24 de enero del 2012.

La finalidad de la ley es regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud, considerando a la salud como el estado completo de bienestar físico, mental y social, además de ser un derecho de acceso universal, permanente, oportuno y de calidad.

Dentro de las responsabilidades del Ministerio de Salud, como autoridad principal del sistema de salud, se encuentra la de regular, vigilar y tomar las medidas destinadas a proteger la salud humana ante los riesgos y daños que pueden provocar las condiciones del ambiente.

Ley Orgánica de Participación Ciudadana

La Ley Orgánica de Participación Ciudadana fue publicada en el RO N° 175 el 20 de abril de 2010 y su última modificación se realizó el 11 de mayo de 2011.

El objetivo principal de la ley es propiciar, fomentar y garantizar el ejercicio de los derechos de participación de las ciudadanas y los ciudadanos, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, entre otros, de manera protagónica en la toma de decisiones que corresponda, la organización colectiva autónoma y la vigencia de las formas de gestión pública con el concurso de la ciudadanía. Asimismo, sienta las bases para el funcionamiento de la democracia participativa, las iniciativas de rendición de cuentas y control social.

El artículo 2 señala que la ley es de aplicación obligatoria para todas las personas en el territorio ecuatoriano, las ecuatorianas y ecuatorianos en el exterior, instituciones públicas y las privadas que manejen fondos públicos o desarrollan actividades de interés público.

Con respecto a la consulta ambiental a la comunidad, el artículo 82 establece que toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, para lo cual se informará de manera amplia y oportuna. El Estado será el sujeto consultante y valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la Constitución, los instrumentos internacionales de derechos humanos y las leyes.

Por otro lado, la Disposición General Segunda señala que, si otra ley establece instancias de participación específicas, éstas prevalecerán sobre los procedimientos e instancias establecidas la Ley Orgánica de Participación Ciudadana.

En concordancia con dicha disposición, cabe mencionar que la Ley de Gestión Ambiental en su artículo 28 establece que toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental a través de los mecanismos que establezca el reglamento a expedir por la Autoridad Ambiental. Este instrumento se aprobó mediante el DE N°1040 como "Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental".

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua se publicó el 6 de agosto de 2014 en el RO N°305.

La ley ratifica lo señalado en la Constitución acerca del recurso hídrico como patrimonio nacional estratégico de uso público y como se menciona en el artículo 3, su objetivo es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación y restauración de los recursos hídricos, su uso y aprovechamiento, la gestión integral, recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos de manera que se garantice el buen vivir y los derechos de la naturaleza.

Respecto del aprovechamiento productivo del agua, el artículo 93 de la ley establece que se requerirá la autorización administrativa otorgada por la Autoridad Única del Agua, previa solicitud de conformidad con la planificación hídrica, los requisitos y condiciones que establece la ley. La autorización para el aprovechamiento del agua en actividades productivas confiere al titular de esta, de manera exclusiva, la capacidad para la captación, tratamiento, conducción y utilización del caudal a que se refiera la autorización. El titular deberá instalar a su cargo los aparatos de medición del flujo de agua en los términos que la Autoridad Única del Agua defina.

Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Este reglamento se aprobó mediante el DE N°650 y fue publicado en el RO N° 483, el 20 de abril de 2015, con una modificación en agosto del mismo año.

El reglamento describe la composición del Sistema Nacional Estratégico del Agua. Entre las instituciones que lo conforman se encuentran: la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), el MAE y la Autoridad Única del Agua, como se señala en el artículo 1 del reglamento.

La ARCA ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes y zonas de recarga, de la calidad de los servicios públicos relacionados al sector agua y en todos los usos, aprovechamientos y destinos del agua.

Siguiendo lo señalado en la ley, los artículos 103 y 104 del reglamento, describen los lineamientos referidos al aprovechamiento del agua en minería y actividades hidrocarburíferas. En ese sentido, se señala que en caso la autorización solicitada pueda afectar a fuentes de agua o zonas de recarga de acuíferos, la Autoridad Única del Agua deberá cuidar expresamente que se mantenga la calidad del agua y el equilibrio de los ecosistemas correspondientes, introduciendo en su caso, el respectivo condicionamiento en la autorización que se otorgue. Asimismo, se deberá alcanzar una coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para el monitoreo del sistema de manejo ambiental que se haya previsto en la respectiva licencia ambiental que haya sido emitida por dicha autoridad.

Finalmente, el agua captada para la realización de las labores mineras e hidrocarburíferas deberá devolverse al cauce del que se captó o, en todo caso, a aquel que sea más adecuado para ello, cumpliendo con la norma específica emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

La Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial fue publicada en el RO N°398 el 7 de agosto de 2008 y modificada el 31 de diciembre de 2014.

En el artículo 49 se señala que el transporte terrestre de mercancías peligrosas tales como, productos o sustancias químicas, desechos u objetos que por sus características peligrosas puedan generar riesgos a la salud de las personas expuestas, o causen daños a la propiedad y al ambiente, se regirá lo establecido en las leyes pertinentes y lo dispuesto en el reglamento de esta ley, así como en los reglamentos específicos y los instrumentos internacionales vigentes.

El reglamento de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial se aprobó mediante el DE 1196, en el RO N°731 el 25 de junio de 2012, y fue modificado el 14 de noviembre del 2016. Este instrumento, en el artículo 47, ratifica lo señalado por la ley con respecto al transporte de mercancías peligrosas. Asimismo, establece que el transporte terrestre de estas mercancías se regirá de acuerdo con lo establecido en las leyes y normas de la Agencia Nacional de Tránsito, los reglamentos del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) respectivos, los

tratados y convenios internacionales ratificados por el Ecuador relativo a estos temas y la regulación emitida por los gobiernos autónomos descentralizados.

El Título VI del reglamento presenta todos los lineamientos relacionados al ambiente y la contaminación por fuentes móviles. Se menciona que todos los automotores que circulen dentro del territorio ecuatoriano deberán estar provistos de partes, componentes y equipos que aseguren la reducción de la contaminación acústica sin que rebasen los límites máximos permisibles, establecidos en la normativa y reglamentos del INEN. Asimismo, se menciona que ningún vehículo que circule en el país podrá emanar o arrojar gases de combustión que excedan del 60% en la escala de opacidad establecida en el Anillo Ringelmann o su equivalente electrónico, ni sobrepasar los niveles máximos permitidos de emisión de gases contaminantes exigidos en la normativa correspondiente; además de disposiciones relacionadas a la contaminación visual.

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo

Este reglamento se publicó como DECRETO N° 2393, su finalidad corresponde a la prevención, disminución y eliminación de los riesgos de trabajo, para ello desarrolla una serie de lineamientos, así como la descripción de las funciones relacionadas a la seguridad, salud y medio ambiente del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo, del Ministerio del Trabajo, del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, entre otros. Asimismo, describe las obligaciones de los empleadores respecto a las medidas de prevención de riesgos.

Se incluye las normas generales de señalización, rótulos, etiquetas, etc. y los procedimientos para el trabajo con determinada maquinaria (mantenimiento, utilización, reparación), entre otros lineamientos.

4.4 Marco Legal Ambiental Específico

La normativa a ser descrita en esta sección se refiere a políticas, legislación y normativa de protección ambiental, nacional, sectorial y seccional, aplicables al EsIA, así como los reglamentos relacionados con el proceso.

Código Orgánico del Ambiente

El Código Orgánico del Ambiente se publicó en el RO N° 983, el 12 de abril de 2017, y entró en vigencia 12 meses después de su publicación.

Este código tiene como objetivo garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, además de proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir. Las disposiciones de este código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio; y establece las funciones del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental conformado por:

- La educación ambiental.
- La investigación ambiental.
- Las formas de participación ciudadana en la gestión ambiental.
- El Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).
- Los fondos públicos, privados o mixtos para la gestión ambiental.
- El Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la conservación y manejo de la biodiversidad.
- El Régimen Forestal Nacional.
- El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).
- Los incentivos ambientales.
- Otros que se determinen para el efecto.

Por otro lado, con respecto a la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales no renovables y de todas las actividades productivas que se rigen por sus respectivas leyes, deberán observar y cumplir con las disposiciones del presente código en lo que respecta a la gestión ambiental de las mismas.

Siguiendo lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales de este código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las actividades públicas y privadas, entre ellas: la responsabilidad integral de quien promueve una actividad que puede generar impacto; promoción del uso de la mejor tecnología disponible y mejores prácticas ambientales; el desarrollo sostenible; inclusión en los costos de producción las medidas necesarios para prevenir, reducir o evitar impactos ambientales; pago de reparación integral y la indemnización a los perjudicados; ante la duda, falta de información o vacío legal se aplicará lo que más favorezca al ambiente; acceso oportuno a la información, participación y justicia en materia ambiental; precaución, prevención y reparación integral; y subsidiariedad.

Adicionalmente, el artículo 10 señala que el Estado, las personas naturales y jurídicas, así como las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, tendrán la obligación jurídica de responder por los daños o impactos ambientales que hayan causado, de conformidad con las normas y los principios ambientales establecidos en este código. En ese sentido, el artículo 11 añade que los operadores de obras, proyectos o actividades deberán mantener un sistema de control ambiental permanente e implementarán todas las medidas necesarias para prevenir y evitar daños ambientales, especialmente en las actividades que generan mayor riesgo de causarlos.

El código se divide en libros, cada uno de los cuales hace referencia a algún ámbito en específico: régimen institucional ambiental, patrimonio natural, calidad ambiental, cambio climático, zona marino costera, incentivos ambientales y reparación integral de daños ambientales y régimen sancionador.

El código desarrolla en diversas secciones y títulos las disposiciones de gestión ambiental y conservación de la biodiversidad, el patrimonio forestal nacional, los servicios ambientales, cambio climático, sanciones y procesos administrativos. En ese sentido, se describen algunos de las disposiciones relacionadas al Proyecto:

- El Capítulo II del Título II en el Libro Segundo, hace referencia al Sistema Nacional de Áreas Protegidas. En este se definen las categorías de manejo, las herramientas para la gestión de las áreas protegidas, entre otras.
- Artículo 190, señala que las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección y conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, o que impida su restauración.
- Artículo 193, respecto de la calidad del aire, establece que la Autoridad Ambiental Nacional o el gobierno autónomo descentralizado competente, según corresponda, dispondrá evaluaciones adicionales a las establecidas en la norma a los operadores o propietarios de operadores o propietarios de fuentes que emitan o sean susceptibles de emitir olores ofensivos o contaminantes atmosféricos peligrosos.
- Artículo 194, señala que para el control de la contaminación por ruido se establecerán normas en coordinación con la Autoridad Nacional de Salud. Asimismo, el artículo 195, menciona que se expedirán normas técnicas para el control de contaminación por radiaciones ionizantes y no ionizantes, en coordinación con las autoridades competentes.
- Artículo 197, las actividades que afecten la calidad del suelo, que puedan provocar su erosión, serán reguladas y, en caso de ser necesario, restringidas. Se priorizará la conservación de los ecosistemas ubicados en zonas con altas pendientes y bordes de cuerpos hídricos, entre otros que determine la Autoridad Ambiental Nacional.
- Con respecto al control y seguimiento de las actividades que ejecuten operadores, sean estas personas naturales o jurídicas, el artículo 200 señala que la Autoridad Ambiental Competente es la encargada de llevar a cabo el control y seguimiento. Las actividades que tengan la obligación de regularizarse y que no lo hayan hecho, serán sancionadas de conformidad con las reglas de este código, sin perjuicio de las obligaciones que se impongan por concepto de reparación integral.
- Los lineamientos de la gestión integral de sustancias químicas se presentan en el Título IV. Con respecto a la autorización administrativa de estas sustancias, el artículo 213 señala que todas las personas naturales o jurídicas que participen en las fases de gestión de las sustancias químicas deberán obtener la autorización administrativa de conformidad con las normas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional, sin perjuicio de los requerimientos de otras entidades del Estado con competencia en la materia.
- De acuerdo con el artículo 219, las sustancias químicas peligrosas solo podrán almacenarse, transportarse y distribuirse con la autorización administrativa correspondiente. Se prohíbe todo contacto de sustancias químicas peligrosas con alimentos, medicina, vestimenta y otros artículos que pongan en riesgo la salud o la integridad del ambiente.
- Respecto del tráfico de sustancias químicas, el artículo 223 señala que todo movimiento

nacional o internacional de sustancias químicas, sin las correspondientes autorizaciones, será considerado como ilícito, sin perjuicio de la reexportación de las sustancias o gestión a cuenta del infractor, así como de las acciones civiles y penales a las que haya lugar, para lo cual se coordinará el control con las entidades competentes en la materia.

- Respecto de la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos, el artículo 231 señala que los responsables de esta son los generadores de residuos. Estos generadores, sobre la base del principio de jerarquización, priorizarán la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos no peligrosos, así como el adecuado manejo que incluye la separación, clasificación, reciclaje y almacenamiento temporal; se tomarán en cuenta los lineamientos establecidos en la política nacional y normas técnicas.
- En el caso de la gestión integral de residuos y desechos peligrosos especiales, el artículo 237 establece que todo generador y gestor de residuos y desechos peligrosos y especiales, deberán obtener la autorización administrativa de conformidad con los procedimientos y requisitos establecidos en la norma secundaria. La transferencia de residuos y desechos peligrosos y especiales entre las fases de gestión establecidas, será permitida bajo el otorgamiento de la autorización administrativa y su vigencia según corresponda, bajo la observancia de las disposiciones contenidas en este código. Adicionalmente, el artículo 238 dispone la responsabilidad del generador, siendo este el titular y responsable del manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su eliminación o disposición final. Asimismo, los contratistas encargados de la gestión de estos residuos y los que realizan la verificación de la autorización administrativa serán responsables solidariamente.

El artículo 209 del COA fue modificado por el artículo 53 del Registro Oficial N°309, en el cual se menciona que los análisis se realizarán en laboratorios públicos, privados o de universidades e institutos de educación superior acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano. En caso de no existir en el país, se podrá solicitar la designación con laboratorios acreditados a nivel internacional.

Además, las disposiciones desarrolladas en el COA para afrontar el cambio climático, incluyen la promoción de medidas de mitigación y adaptación a nivel de Estado y sector privado. De acuerdo con ello, a Autoridad Ambiental Nacional podrá determinar y establecer esquemas de compensación de emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito nacional. Estos esquemas de compensación serán reconocidos por la Autoridad Ambiental Nacional o compatibles con instrumentos ratificados por el Estado y la política nacional de cambio climático.

Finalmente, se establecen los diversos niveles de infracciones administrativas ambientales y las sanciones que se aplicarían a cada una de ellas.

Ley de Minería

La Ley de Minería fue publicada en el RO N°517 el 29 de enero de 2009 y su modificación más reciente se publicó el 21 de mayo de 2018.

El objetivo de la ley es normar el ejercicio de los derechos soberanos del Estado ecuatoriano para administrar, regular, controlar y gestionar el sector estratégico minero, de conformidad con los principios de sostenibilidad, precaución, prevención y eficiencia.

El Capítulo II del Título I, presenta las disposiciones relacionadas a la formulación, ejecución y administración de la política minera:

En el artículo 5 se presenta la estructura institucional del sector minero. De acuerdo con ello, el sector minero queda conformado por el ministerio sectorial, la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), el Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico, la Empresa Nacional Minera y las municipalidades en las competencias que les correspondan.

De estas, la ARCOM es el organismo técnico-administrativo encargado del ejercicio de la potestad estatal de vigilancia, auditoría, intervención y control de las fases de la actividad minera, según lo señalado en el artículo 8.

El artículo 15 señala que se declara de utilidad pública la actividad minera en todas sus fases dentro y fuera de las concesiones mineras, por lo cual procede la constitución de las servidumbres que fueren necesarias, en el marco y los límites establecidos en la Ley de Minería, considerando lo establecido en el artículo 407 de la Constitución.

El Capítulo III del Título I describe los lineamientos con respecto al dominio del Estado y a los derechos mineros. En ese sentido, el artículo 16 señala que los recursos no renovables, los productos del subsuelo, los minerales y sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren cubiertos por aguas del mar territorial son de propiedad inalienable, imprescriptible e irrenunciable del Estado. Además, el dominio del Estado sobre el subsuelo se ejercerá con independencia del derecho de propiedad sobre los terrenos superficiales que cubren minas y yacimientos. En el mismo artículo se establece que la exploración y explotación de los recursos mineros estará basada en una estrategia de sostenibilidad ambiental pública que priorizará la fiscalización, contraloría, regulación y prevención de la contaminación y remediación ambiental, el fomento de la participación social y la veeduría ciudadana.

En el Capítulo V del Título I, el artículo 21 señala que la actividad minera nacional se desarrolla por medio de empresas públicas, mixtas o privadas, comunitarias, asociativas y familiares, de auto gestión o personas naturales, de conformidad con la ley.

En el Capítulo VI del Título I se describen las disposiciones respecto de las áreas protegidas y los actos administrativos a llevar a cabo:

El artículo 25 señala que se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en áreas protegidas. Sin embargo, de manera excepcional, cuando se fundamente y mediante una declaratoria previa de interés nacional de la Asamblea Nacional, se podrá explotar dichos recursos de conformidad con lo establecido en la Constitución.

El artículo 26 señala los actos administrativos motivados y favorables otorgados previamente por las instituciones dentro de sus competencias: i) del MAE, la respectiva licencia ambiental debidamente otorgada y ii) de la Autoridad Única del Agua, respecto de la eventual afectación a cuerpos de agua superficial y/o subterránea y del cumplimiento al orden de prelación sobre el

derecho al acceso al agua. Además, se presentará al ministerio sectorial una declaración juramentada realizada ante notario en la que se exprese conocer que las actividades mineras no afectan caminos, infraestructura pública, puertos habilitados, playas de mar y fondos marinos, redes de telecomunicaciones, instalaciones militares, infraestructura petrolera, instalaciones aeronáuticas, redes o infraestructura eléctricas, vestigios arqueológicos o de patrimonio natural y cultural.

En el Capítulo VII del Título I, el artículo 27 describe las fases de la actividad minera, siendo aplicables a la ley: prospección, exploración, explotación, beneficio, fundición, refinación, comercialización y cierre de minas. Se señala que, en todas las fases de la actividad minera, está implícita la obligación de la reparación ambiental de conformidad con la Constitución de la República del Ecuador, la ley y sus reglamentos.

El Capítulo II del Título II desarrolla todos los lineamientos relacionados a la concesión minera. El Estado podrá delegar excepcionalmente la participación del sector minero a través de concesiones, siendo este un acto administrativo que otorga el título minero a favor de personas naturales o jurídicas. El título minero le confiere a su titular el derecho exclusivo a prospectar, explorar, explotar, beneficiar, fundir, refinar, comercializar y enajenar todas las sustancias minerales que puedan existir y obtenerse en el área de dicha concesión. Con respecto al plazo de la concesión, el artículo 36 señala que la concesión tiene un plazo de duración de hasta 25 años, la cual podrá ser renovada por períodos iguales, siempre y cuando se presente una petición escrita del concesionario al ministerio sectorial antes de su vencimiento y se haya obtenido el informe favorable de la ARCOM y del MAE.

Con respecto a la seguridad e higiene minera-industrial, el artículo 68 (Capítulo I del Título IV) señala que es una obligación de los titulares mineros preservar la salud mental y física, así como la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad e higiene minera-industrial previstas en las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, dotándoles de servicios de salud y atención permanente. Además, el personal debe establecerse en condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo, según planos y especificaciones aprobados por la ARCOM y el Ministerio de Trabajo y Empleo. Los concesionarios mineros están obligados a tener aprobado y en vigencia un reglamento interno de salud ocupacional y seguridad minera, siguiendo lo establecido en el reglamento de seguridad minera (Decreto Supremo 3934) y otros reglamentos pertinentes.

Como parte de los lineamientos relacionados a la preservación del ambiente el Capítulo II del Título IV, en el artículo 78 se establece que los titulares de derechos mineros, previamente a la iniciación de actividades, deberán elaborar y presentar estudios o documentos ambientales para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades. Dichos estudios o documentos deberán ser aprobados por la Autoridad Ambiental competente, con el otorgamiento de la respectiva licencia ambiental. El Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (AM N° 37, publicado en el RO N° 213 del 27 de marzo de 2014 y modificado mediante AM 009 el 24 de enero de 2019), que dicta el ministerio del sector, establece los requisitos y procedimientos para la aplicación de este artículo.

Asimismo, el Capítulo II del Título IV establece los lineamientos con respecto a la preservación del ambiente en los artículos del 78 al 84:

- Los titulares de los derechos mineros que utilicen aguas, previa autorización, para sus trabajos y procesos deben de devolverlas al cauce original del río o del cuerpo de agua donde fueron tomadas, libres de contaminación o cumpliendo con los límites permisibles establecidos en la normativa vigente.
- Es obligación del titular del derecho minero proceder a la revegetación y reforestación de la zona afectada por sus actividades, en caso se requiera retirar la capa vegetal y talar árboles. De preferencia, con especies nativas y de acuerdo con lo establecido en la normativa ambiental y el plan de manejo ambiental.
- Queda prohibido descargar desechos de escombros, relaves u otros desechos no tratados, proveniente de cualquier actividad minera a ríos, quebradas, lagunas u otros sitios donde se presenten riesgos de contaminación. Para acumular los residuos minero-metalúrgicos, se deben tomar precauciones para evitar la contaminación del ambiente en todas sus fases; estas medidas se refieren a la construcción de instalaciones técnicamente diseñadas y que garanticen un manejo seguro y a largo plazo. De incumplirse esta disposición, las sanciones pueden llegar a la caducidad de la concesión o permiso.
- Los estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental deberán contener información acerca de las especies de flora y fauna existentes en la zona, realizar estudios de monitoreo y aplicar las medidas de mitigación respectivas.
- Se debe contar con medidas de protección del ecosistema en todas las fases de las actividades mineras.

La autoridad para todo el efecto legal derivado de la aplicación de la normativa ambiental vigente es el MAE (artículo 86). El incumplimiento de las obligaciones contenidas en el Capítulo II del Título IV de la Ley de Minería, dará lugar a sanciones administrativas al titular de los derechos mineros, sin perjuicio de las acciones civiles y penales a que diere lugar, incluyendo la suspensión de las actividades mineras. Además, en el 2013, a través el RO N° 37, se agregó el artículo que prohíbe el uso de mercurio en las operaciones mineras, la inobservancia de esta disposición podría ser sancionada con la revocatoria del derecho minero.

La ley también contempla la gestión social y participación de la comunidad, la cual se desarrolla en el Capítulo III del Título IV. De acuerdo con el artículo 87, el Estado es responsable de ejecutar los procesos de participación y consulta social a través de las instituciones públicas que correspondan de acuerdo con los principios constitucionales y a la normativa vigente. En el caso que de un proceso de consulta resulte una oposición mayoritaria de la comunidad, la decisión de desarrollar el proyecto será adoptada por resolución motivada del ministerio sectorial. A su vez, el artículo 89 señala que el proceso de participación ciudadana deberá llevarse a cabo en todas las fases de la actividad minera, en conformidad con lo establecido en la Constitución y la ley.

Con respecto a la etapa de explotación, algunos de los lineamientos establecidos son los siguientes:

- Artículo 27, la etapa de explotación comprende el conjunto de operaciones, trabajos y labores mineras destinadas a la preparación y desarrollo del yacimiento y a la extracción y transporte de los minerales.
- Artículo 39, la etapa de explotación se iniciará luego de emitir la solicitud al ministerio sectorial y suscripción del contrato de explotación minera o del contrato de prestación de servicios. La solicitud deberá contener los requisitos mínimos previstos en la ley, su reglamento general y deberá adjuntarse un informe debidamente auditado por un profesional certificado en los términos del reglamento respectivo. El ministerio sectorial emitirá una resolución administrativa declarando el inicio de la etapa de explotación, en caso la solicitud proceda.
- Artículo 41, luego de emitida la resolución, se tiene un plazo de seis meses para suscribir el contrato de explotación minera, el modelo de contrato será aprobado por el ministerio sectorial mediante acuerdo ministerial.
- Art. ...- Manifiestos e informes de producción.- Los titulares de concesiones en pequeña minería, estarán exceptuados de la celebración de los contratos de explotación a los que se refiere el artículo 41 de la Ley de Minería, pero sí obligados a presentar al Ministerio Sectorial, manifiestos e informes de producción, mediante declaración juramentada realizada ante Notario en los que se indicará el número de hectáreas mineras en exploración y en explotación, respectivamente. Los informes anuales de producción debidamente auditados se presentarán hasta el 31 de marzo de cada año al Ministerio Sectorial, de conformidad con las guías técnicas elaboradas para el efecto por la Agencia de Regulación y Control Minero. La falsedad comprobada en la declaración de la referencia anterior será sancionada de conformidad con el Código Orgánico Integral Penal. La falta de presentación de los manifiestos de producción o de sus actualizaciones, será sancionada con la suspensión temporal de las actividades hasta que se cumpla con la presentación de dichos manifiestos. La demora en la presentación de los indicados documentos no podrá exceder al plazo de noventa días, vencido el cual se producirá la suspensión definitiva de actividades. Los manifiestos de producción y más declaraciones de los titulares de derechos mineros, efectuados mediante declaración juramentada realizada ante notario, deberán constar en el texto de las solicitudes, peticiones y más documentos de trámite o procesales. Para todos los efectos, incluidos los de orden fiscal y tributario, la Agencia de Regulación y Control Minero, establecerá las cantidades de extracción, procesamiento y exportación de minerales así como de sus contenidos o ley. El Reglamento a esta Ley definirá los parámetros generales, técnicos y estadísticos para el ejercicio de esta atribución.
- Artículo 78, En el régimen de minería artesanal, se requerirá la aprobación de fichas ambientales, en tanto que, bajo el régimen de pequeña minería, la licencia ambiental deberá otorgarse para operaciones de exploración/explotación simultáneas debiendo contarse para el efecto con estudios ambientales específicos y simplificados.

- Artículo 85, los titulares de las concesiones mineras deberán incluir en sus estudios de impacto ambiental, para las actividades mineras de explotación, beneficio, fundición o refinación, la planificación del cierre de sus actividades e incorporarlas en el plan de manejo ambiental, con su respectiva garantía.

Ley Orgánica de Cultura

La Ley Orgánica de Cultura se publicó el 30 de diciembre de 2016, en el RO N° 193.

Esta ley tiene como objetivo definir las competencias, atribuciones y obligaciones del Estado, los fundamentos de la política pública orientada a garantizar el ejercicio de los derechos culturales y la interculturalidad. Así como, ordenar la institucionalidad encargada del ámbito de la cultura y el patrimonio a través de la integración y funcionamiento del Sistema Nacional de Cultura, cuyo ente rector es el Ministerio de Cultura y Patrimonio.

Al respecto de los trabajos en suelo y subsuelo, el artículo 77 señala que, en toda clase de exploraciones mineras, de movimientos de tierras para edificaciones, construcciones viales, soterramientos o de otra naturaleza, quedan a salvo los derechos del Estado para intervenir en estas afectaciones sobre los monumentos históricos, objetos de interés arqueológico y paleontológico que puedan hallarse en la superficie o subsuelo al realizarse los trabajos.

En el mismo sentido, el artículo 85 establece el régimen especial de objetos y sitios arqueológicos y paleontológicos de acuerdo con una serie de regulaciones. Entre ellas, se señala que toda prospección y excavación arqueológica, deberá contar con la autorización del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC), entidad adscrita al Ministerio de Cultura y Patrimonio.

Es responsabilidad del INPC, comunicar al ministerio cuando se haya producido violaciones a la Ley Orgánica de Cultura por los gobiernos autónomos descentralizados y de régimen especial o las instituciones públicas o privadas, que impliquen evidente descuido, destrucción total o parcial de bienes patrimoniales, a fin de que se tomen las medidas sancionatorias y administrativas correspondientes.

De manera complementaria, en el Reglamento General a la Ley Orgánica de Cultura (DE N° 1428, publicado en RO N°8 el 6 de junio de 2017), señala en el artículo 72 que toda investigación arqueológica o paleontológica debe guardar rigurosidad científica y contribuir al conocimiento actual de las sociedades pasadas.

Los interesados, ya sean particulares o entidades públicos o privados, para realizar investigaciones de las que trata el presente artículo, deberán solicitar el INPC su autorización, para lo cual deberán presentar una propuesta de investigación bajo los parámetros y requisitos emitidos previamente en la normativa técnica correspondiente.

La autorización así conferida será otorgada exclusivamente a profesionales de la arqueología o paleontología, individualmente o en equipo de trabajo multidisciplinarios con énfasis en arqueología o paleontología que garanticen la investigación científica, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica de Cultura. Toda autorización para investigación arqueológica o

paleontológica será temporal y sobre un lugar o lugares específicos. Se podrá ampliar o prorrogar si existe la suficiente justificación técnica. No podrá otorgarse más de una autorización sobre un mismo sitio y los mismos objetivos al mismo tiempo.

El INPC coordinará con el MAE la elaboración de la norma técnica para emisión de certificados, registros y licencias ambientales que requieran la ejecución de estudios de impacto arqueológico y paleontológico.

Ley de Caminos

La ley se aprobó mediante Decreto Supremo (DS) N°1351 y fue publicada en el RO N°285 el 7 de julio de 1964.

La ley determina que son caminos públicos todas las vías de tránsito terrestre construidas para el servicio público y las declaradas de uso público. Se consideran, además, como públicos los caminos privados que han sido usados desde hace más de 15 años por los habitantes de una zona. Todos los caminos están bajo el control del Ministerio de Obras Públicas, sin perjuicio de las obligaciones que, respecto de ellos, deban cumplir otras instituciones o los particulares.

Todo proyecto de construcción, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos, formulado por cualquier entidad o persona, deberá someterse previamente a la aprobación del Ministerio de Obras Públicas, sin cuyo requisito no podrán realizarse los trabajos, salvo que se trate de caminos internos de una propiedad particular. Para el caso del presente Proyecto, se adecuarán las trochas existentes en el área de estudio para poder circular y desarrollar el Proyecto de forma adecuada.

Asimismo, define al derecho de vía como la facultad de ocupar, en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos.

Se menciona que son parte integrante de los caminos: senderos laterales para peatones y animales, los taludes, las cunetas o zanjas de desagües, terraplenes, puentes, obras de arte de cualquier género, habitaciones para guarda puentes, camineros y otros requerimientos análogos permanentes.

Asimismo, se considerará que forman parte del camino, para los efectos de esta ley, los terrenos necesarios para depósito de maquinarias o materiales, habitaciones de trabajadores, campamentos y otros requerimientos análogos transitorios.

Ley de Defensa Contra Incendios

Vigente a partir del 19 de abril de 1979, cuando su codificación fue publicada en el RO N° 815. Su última modificación fue publicada en el RO N°87, el 26 de septiembre de 2017.

Según la estructura actual, se asigna a la Secretaría de Gestión de Riesgos las competencias, atribuciones, funciones, representaciones y delegaciones de la Ley de Defensa Contra Incendios.

Esta ley establece la organización del Cuerpo de Bomberos en todo el país, las zonas de servicio contra incendios, su personal, su reclutamiento, ascensos, reincorporaciones y nombramientos; además, contempla las contravenciones, las competencias y el procedimiento, los recursos económicos y ciertas disposiciones generales respecto de la colaboración de la fuerza pública, las exoneraciones tributarias, la prioridad de la circulación, la difusión y enseñanza de principios y prácticas de prevención de incendios, la aprobación de planos para instalaciones eléctricas, el mando técnico, el uso de implementos, el permiso para establecer depósitos de combustibles, la participación en conflictos o conmociones internas y externas, entre las más importantes.

Esta ley determina contravenciones a todo acto arbitrario, doloso o culposo, atentatorio a la protección de las personas y de los bienes en los casos de desastre provenientes de incendio, determinándose también las multas correspondientes.

Este cuerpo legal se toma en cuenta en atención a que la infraestructura del Proyecto no está exenta de inspecciones y revisiones por parte del Cuerpo de Bomberos de la jurisdicción, en vista de la naturaleza de sus actividades, que incluyen la disposición de depósitos de combustibles; así también, se debe considerar que cualquier simulacro que se realice en la infraestructura del Proyecto deberá ser comunicado a esta institución, a fin de contar con su colaboración.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

El Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) fue aprobado mediante DE N° 3516 y publicado en el RO N° 2 el 31 marzo de 2003. Este documento ha sido reformado mediante diversos Acuerdos Ministeriales (AM) desde su emisión. Una de las reformas corresponde al AM N° 061, publicado en el RO N° 316 de 4 de mayo de 2015. La última de estas reformas corresponde al AM N° 109, aprobado en octubre de 2018 y publicado en el RO N° 640 de 23 de noviembre de 2018. A su vez, el AM N° 109 fue reformado mediante el AM N° 013 aprobado el 14 de febrero de 2019; asimismo, este último acuerdo fue reformado mediante AM N° 020 del 12 de marzo de 2019. Otra de sus reformas corresponde al AM 097A el cual señala los límites máximos permisibles para calidad de agua, suelo, aire y ruido ambiental en un proyecto.

El TULSMA está conformado por nueve libros, cada uno de los cuales desarrolla diversas medidas y lineamientos del ámbito ambiental, incluyendo la Autoridad Ambiental, la gestión ambiental, el régimen forestal, la biodiversidad, los recursos costeros, la calidad ambiental, los regímenes especiales, entre otros.

El artículo 1 del Título Preliminar establece que la gestión ambiental corresponde a todos, en todo momento y que nadie puede sustituir la responsabilidad de cada quien dentro de su campo de actuación. Además, que todo habitante en el Ecuador, sus instituciones y organizaciones públicas y privadas deberán realizar cada acción, en cada instante, de manera que sea socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable. Las coordinaciones en materia de gestión ambiental están a cargo del MAE, las entidades del sector público y privado, sin perjuicio de que cada una deberá atender el área específica que le corresponde.

El mismo artículo señala que una de las políticas más importantes es la de afrontar los asuntos ambientales con especial prioridad en la prevención y control, sin dejar de lado un enfoque integral, a fin de evitar daños ambientales provenientes de la degradación del ambiente y de la contaminación, poniendo atención en la obtención de permisos previos, límites de tolerancia para cada sustancia, ejercicio de la supervisión y control por parte del Estado en las actividades potencialmente degradantes y/o contaminantes, consideradas ilícitas.

Una herramienta efectiva para la prevención del daño ambiental es la obligación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y del respectivo Plan de Manejo Ambiental (PMA), así como la presentación de estos junto a solicitudes de autorización ante las autoridades competentes.

Por otro lado, el Libro III establece que están sujetas al régimen forestal todas las actividades relativas a la tenencia, conservación, aprovechamiento, protección y manejo de las tierras forestales, clasificadas agrológicamente de la siguiente manera: de los bosques naturales o cultivados y de la vegetación protectora que haya en ellas; de los bosques naturales y cultivados existentes en tierras de otras categorías agrológicas; y de las áreas naturales y de la flora y la fauna silvestres. El MAE, en coordinación con los organismos pertinentes, efectuará la zonificación de las tierras forestales del país.

El Título IV del Libro III hace referencia a los bosques y vegetación protectores, siendo estos aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas o herbáceas, de dominio público o privado que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre.

Asimismo, se prevé que el sistema de áreas naturales del Estado y el manejo de la flora y fauna silvestre tienen como objetivo la conservación de los recursos naturales renovables, acorde con los intereses sociales, económicos y culturales del país.

Como se menciona en el artículo 96 del Libro III, en el caso de cobertura vegetal nativa a ser removida por la ejecución de obras o proyectos públicos y estratégicos ejecutados por personas naturales o jurídicas públicas y privadas, se deberá incluir un capítulo que contenga un inventario de recursos forestales.

El artículo 96 ha sido modificado por el AM N°76, publicado en el RO Suplemento N° 766 de 14 de agosto de 2012; luego, reformado por el AM N° 134, publicado en RO Suplemento N° 812 de 18 de octubre de 2012. Los términos de referencia para la elaboración del inventario forestal para el licenciamiento ambiental, fueron actualizados en el AM N° 352 (RO N°592, 22 de septiembre de 2015). La metodología para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos fueron establecidos en el AM N° 134 del 25 de septiembre de 2012.

El AM N° 061, publicado en el RO N° 316 del 4 de mayo de 2015, reforma el Libro VI del TULSMA, el cual contiene la normativa relacionada con la calidad ambiental, estableciendo los procedimientos y regulando las actividades y responsabilidades públicas y privadas en dicha

materia. Según el artículo 1 del Libro VI, se entiende por calidad ambiental al conjunto de características del ambiente y la naturaleza que incluye el aire, el agua, el suelo y la biodiversidad, en relación con la ausencia o presencia de agentes nocivos que puedan afectar al mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza.

El Título III del Libro VI hace referencia al SUMA. En ese sentido, toda obra, actividad o proyecto nuevo y toda ampliación o modificación de los mismos que pueda causar impacto ambiental, deberá someterse al SUMA, de acuerdo con lo que establece la legislación aplicable, este libro y la normativa administrativa y técnica expedida para el efecto.

Con respecto a la licencia ambiental, el artículo 25 señala que será otorgado por la Autoridad Ambiental competente a través del SUIA, siendo de carácter obligatorio para aquellos proyectos, obras o actividades considerados de medio o alto impacto y riesgo ambiental. El sujeto de control deberá cumplir con las obligaciones que se desprendan del permiso ambiental otorgado.

El AM N° 109 agregó dos artículos sin numeración relacionados con la licencia ambiental. El primero menciona que para iniciar el proceso de licenciamiento se deberá ingresar la información detallada del proyecto, el EsIA y otros requisitos que el acuerdo y la legislación solicite al SUIA. El segundo señala los requisitos de la licencia ambiental:

- Certificado de intersección
- Términos de referencia
- EsIA
- Proceso de participación ciudadana
- Pago por servicios administrativos
- Póliza o garantía respectiva

El mismo acuerdo ministerial incorpora al artículo 29 del Libro VI la definición del EsIA: "Es un documento que proporciona información técnica necesaria para la predicción, identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales y socio ambientales derivados de un proyecto, obra u actividad. Además, se incluyen nuevos artículos relacionados al proceso de evaluación del estudio por parte de la autoridad competente y los plazos establecidos.

Respecto de la elaboración del EsIA, el artículo 30 enfatiza en los términos de referencia, disponibles a través del SUIA. Por otro lado, el artículo 31 señala que en la evaluación del proyecto u obra se deberá valorar equitativamente los componentes ambientales, sociales y económicos; dicha información complementará las alternativas viables, para el análisis y selección de la más adecuada; la no ejecución del proyecto no se considerará como una alternativa dentro del análisis.

El Capítulo V del Libro VI respecto del proceso de participación ciudadana para la regularización ambiental, ha sido sustituido por el artículo 16 del AM N° 109. La reforma de este capítulo incluye información detallada de los mecanismos de participación, del proceso y sus fases, de los actores involucrados, así como las sanciones por incumplimiento en los procesos de participación ciudadana. A su vez, el AM N° 013 sustituye el Capítulo V del AM N° 109 en lo referente a: i)

consideraciones generales; ii) procesos de participación ciudadana para la obtención de la autorización administrativa ambiental para proyectos, obras o actividades de bajo impacto; iii) procesos de participación ciudadana para la obtención de la autorización administrativa ambiental para proyectos de mediano y alto impacto; iv) fase informativa; y v) fase de consulta ambiental. Adicionalmente, el AM N° 020, el cual reforma el artículo 7 del AM N° 013, señala que el pago por los servicios del facilitador para los procesos de participación ciudadana iniciados a partir de la vigencia del acuerdo en cuestión, deberá ser del 50% a la aprobación del informe de planificación del proceso y el 50% restante a la aprobación del informe de sistematización del proceso.

El Libro VI también presenta un capítulo con los lineamientos para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, así como desechos peligrosos y/o especiales, el cual ha sido modificado en ciertos artículos por el AM N° 109.

El artículo 48 del Libro VI establece que todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, que dentro del territorio nacional participen en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los residuos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales, en los términos de los artículos precedentes se hallan sujetos al cumplimiento de las disposiciones presentadas.

En el mismo sentido, el artículo 49 establece las políticas generales para la gestión integral de los residuos y/o desechos, siendo de obligatorio cumplimiento tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles de gobierno, como para las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, entre otras. En los artículos posteriores se establecen las responsabilidades de los generadores, los procedimientos administrativos y otras actividades relacionadas al manejo, gestión, transporte de los residuos y disposición final de los residuos.

Con respecto a la calidad de los componentes bióticos y abióticos, se establece a la Autoridad Ambiental competente como la encargada de realizar el control y seguimiento en cualquier momento. Adicionalmente, se mencionan los mecanismos de control y seguimiento ambiental como monitoreos, muestreos, inspecciones, informes ambientales de cumplimiento, auditorías ambientales, vigilancia ciudadana, mecanismos establecidos en los reglamentos de actividades específicas y otros que la Autoridad Ambiental competente disponga.

Como parte de los mecanismos de control y seguimiento ambiental se deberá incluir en el PMA, con un plan de monitoreo ambiental. En este se debe mencionar la periodicidad de los monitoreos y la frecuencia con que se reportarán los resultados a la Autoridad Ambiental competente, entre otros aspectos importantes. Para el caso de las actividades, obras o proyectos que cuenten con un permiso ambiental, se deberán remitir conforme a los lineamientos emitidos por la Autoridad Ambiental competente y un reporte de los muestreos que permitan la caracterización ambiental de los aspectos físicos, químicos y biológicos de los recursos de acuerdo con la actividad que esté desarrollando. La Autoridad Ambiental competente, sobre la base de estos resultados, podrá disponer al sujeto de control la ejecución de medidas de prevención, mitigación y/o rehabilitación.

Actualmente, el Libro VI del TULSMA cuenta con diversos anexos específicos para diferentes componentes. A continuación, se detallan aquellos anexos que aplican al presente estudio.

Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Agua de Efluentes al Recurso Agua. Libro VI, Anexo 1

Determina los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos hídricos o sistemas de alcantarillado; también establece los criterios de calidad de las aguas en función de sus diferentes usos y presenta los métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación. Esta norma permite evaluar las condiciones de los cuerpos de agua del área de estudio del Proyecto en función del uso que tengan por parte de la comunidad.

Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados. Libro VI, Anexo 2

Establece las normas de aplicación general para suelos de distintos usos y los criterios de calidad del suelo; presenta los criterios para la remediación de suelos contaminados. Esta norma permite evaluar las condiciones de los suelos del área de estudio del proyecto en función del uso que tengan por parte de la comunidad y las condiciones generales del entorno.

Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas. Libro VI, Anexo 3

Esta norma determina los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para emisiones de contaminantes del aire desde fuentes fijas de combustión; asimismo, establece los métodos y procedimientos destinados a la determinación de la cantidad de contaminantes emitidos al aire desde este tipo de fuentes. Esta norma permite evaluar las condiciones de las emisiones a la atmósfera desde las fuentes fijas ubicadas, actualmente, dentro del área de estudio del Proyecto.

Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión. LIBRO VI, Anexo 4

La presente norma tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. En este sentido, esta norma permitirá evaluar las condiciones del aire ambiente en las cuales se desarrollará el Proyecto. La norma establece los límites máximos permisibles de concentraciones de contaminantes criterio y contaminantes no convencionales, a nivel de suelo en el ambiente.

Niveles Máximos de Emisión de Ruido Ambiente y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y Niveles. Libro VI, Anexo 5

Determina los niveles permisibles de ruido en el ambiente provenientes de fuentes fijas y vehículos automotores. Establece los niveles permisibles de vibraciones en edificaciones, además presenta los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente fue aprobado mediante Decreto Ejecutivo N° 752 y publicado en el R.O. Suplemento N°507 el 12 de junio de 2019. La última modificación se la realizó el 18 de octubre del 2022.

Este reglamento desarrolla y estructura la normativa necesaria para la aplicación del Código Orgánico del Ambiente y es de obligatorio cumplimiento para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público central y autónomo descentralizado, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional.

Art. 458.-Inventario Forestal. - El inventario forestal constituye una herramienta que permite caracterizar y cuantificar los bienes y servicios ambientales del patrimonio natural existente en un área determinada que podría verse afectada por las actividades, obras o proyectos sujetos a regularización ambiental. Los lineamientos y metodologías para la elaboración del inventario forestal serán expedidos mediante norma técnica.

Art. 459.-Tasa por remoción de cobertura vegetal. - Las actividades que impliquen la remoción o aprovechamiento de la cobertura vegetal nativa arbórea y no arbórea, están sujetas al pago de una tasa.

La cuantificación de dicha tasa será realizada con base en la valoración de bienes y servicios ambientales del patrimonio natural, establecida en el inventario forestal.

La Autoridad Ambiental Competente procederá al cobro de la tasa una vez aprobado el inventario forestal.

Art. 460.-Productos forestales maderables. - Los productos forestales maderables obtenidos por la remoción de cobertura vegetal nativa arbórea, en la ejecución de proyectos, obras o actividades, en ningún caso será susceptible de comercio, sin perjuicio de su donación o utilización para las obras del mismo proyecto, lo cual estará sujeto a verificación de la Autoridad Ambiental competente.

La donación de productos obtenidos como consecuencia de la remoción de cobertura vegetal nativa arbórea, sólo podrá realizarse a instituciones del sector privado sin fines de lucro, instituciones públicas o comunidades que destinen los mismos para el desarrollo y mejoramiento de su calidad de vida, siempre y cuando esto no involucre fines comerciales.

Reglamento General de la Ley de Minería

El Reglamento General a la Ley de Minería fue aprobado mediante el DE N° 119 y publicado en el RO N° 67 el 16 de noviembre de 2009. Este reglamento ha sido modificado a lo largo de los años, siendo la última modificación el 4 de enero de 2017.

El reglamento establece la normativa necesaria para la aplicación de la Ley de Minería y señala las atribuciones del ministerio sectorial y de la ARCOM.

El ministerio sectorial tiene como atribución, además de ser la entidad rectora de la planificación nacional de los planes anuales y plurianuales de gestión en el sector minero, la de crear los consejos consultivos que permitan la participación ciudadana para la toma de decisiones en la definición de las políticas mineras. Los consejos consultivos están facultados para establecer los mecanismos de participación ciudadana, mediante la realización de procesos de información pública, recolección de criterios, observaciones en reuniones informativas, entre otros.

El artículo 7 señala que la ARCOM es el organismo técnico-administrativo, encargado del ejercicio de la potestad estatal de vigilancia, inspección, auditoría y fiscalización, intervención, control y sanción en todas las fases de la actividad minera, de conformidad con las disposiciones de la Ley de Minería y el reglamento general.

El Capítulo III del Título II define los lineamientos del registro y catastro minero. El registro minero es un sistema de información e inscripción de títulos, autorizaciones, contratos mineros y de toda decisión administrativa o judicial relacionada a la materia minera, llevando un control sistemático y adecuado. Por otro lado, la actualización del catastro nacional minero es responsabilidad de la ARCOM, y permite a las entidades determinadas en la ley y el reglamento general, la supervisión y control de la información para su adecuado empleo en la planificación y distribución del territorio.

El Capítulo IV del Título II presenta las atribuciones del Instituto de Investigación Geológico y Energético. Entre sus funciones se encuentra: elaborar y publicar la carta geológica nacional; realizar estudios relacionados a los riesgos geológicos; mineros y metalúrgicos; promover el desarrollo sostenible y sustentable de los recursos minerales; además realizar estudios de innovación tecnológica amigable con el ambiente que promuevan la recuperación integral de los recursos minerales en áreas minero-metalúrgicas.

Reglamento Ambiental de Actividades Mineras

El Reglamento Ambiental de Actividades Mineras (RAAM) fue expedido mediante AM N° 37 y publicado en el RO N° 213 el 27 de marzo de 2014. Las últimas modificaciones a este reglamento se realizaron el 24 de enero de 2019 mediante AM N° 009, así como el 12 de marzo de 2019 mediante AM N° 020.

El RAAM establece las normas, procedimientos, procesos y subprocesos, con la finalidad de prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar, remediar y compensar los efectos que las actividades puedan tener sobre el ambiente y la sociedad. Además, se designa al MAE y sus órganos respectivos, como la Autoridad Ambiental minera.

El reglamento delimita las responsabilidades de los titulares mineros y sus contratistas. En ese sentido, el artículo 5 señala que los titulares mineros serán responsables civil, penal y administrativamente, por sus actividades y las operaciones de sus contratistas ante el Estado, el MAE y los ciudadanos en general. En consecuencia, son responsables de la aplicación de todos los subsistemas de gestión ambiental establecidos en la norma vigente y de las medidas de manejo ambiental.

En el mismo artículo se agrega que los contratistas o asociados al titular minero para la exploración inicial o avanzada, explotación, beneficio, procesamiento, fundición, refinación, transporte, cierre y abandono de minas, así como aquellos autorizados para instalar y operar plantas de beneficio mineral, procesamiento, fundición o refinación, tendrán responsabilidad compartida en la aplicación de todos los subsistemas de aplicación ambiental.

El artículo 8, mencionado en el AM N° 009 y reformado mediante el AM N° 020, señala que el titular deberá entregar a la Coordinación Administrativa Financiera, o quien haga sus veces de la Autoridad Ambiental Nacional, la póliza o garantía de fiel cumplimiento del 100% del plan de manejo ambiental con su respectiva declaración juramentada.

Respecto de las actividades mineras y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el artículo 9 del reglamento hace referencia al certificado de intersección expedido por la Autoridad Ambiental Nacional. El certificado de intersección señala si los derechos mineros o una parte se encuentran en algún área protegida, bosques y vegetación protectores, patrimonio forestal del Estado u otras áreas de conservación declaradas por la Autoridad Ambiental Nacional.

Mediante el AM N° 069, publicado en el RO N°795 el 12 de julio de 2016, se incluyeron y modificaron artículos referidos a la participación social, a la presentación de información cartográfica en estudios ambientales, al formato de presentación del mapa y a la actualización de la licencia ambiental. Adicionalmente, mediante AM N° 020, se incluyó una disposición transitoria donde se indica que hasta que se realicen las adecuaciones tecnológicas al SUIA, los trámites que no cuenten con la debida programación en la plataforma deberán ser ingresados al MAE en formato físico.

En la Sección III, Capítulo III del reglamento, se desarrollan los lineamientos referidos a la explotación, beneficio, fundición y refinación. De acuerdo con ello, el titular de los derechos mineros justificará el alcance de los términos de referencia en función de su proyecto. Estos serán sometidos a evaluación del MAE, quien podrá:

- Emitir la aprobación de los términos de referencia si estos cumplen satisfactoriamente con los requisitos técnicos y legales establecidos en la normativa ambiental vigente.
- Observar y solicitar al titular minero la presentación de información aclaratoria y/o complementaria en un término de 30 días a partir de su notificación.
- Reformular en el caso de que estos no sean presentados de acuerdo con la actividad que se va a desarrollar o no cumpla con los requerimientos previstos en la normativa ambiental aplicable.

A partir de la aprobación de los términos de referencia, el titular minero tendrá un plazo de 120 días para continuar con el proceso de licenciamiento ambiental.

De acuerdo con el artículo 23, previo al inicio de las actividades en fase de explotación, beneficio, fundición y refinación, se presentará a la Autoridad Ambiental el correspondiente estudio de impacto ambiental de acuerdo con las disposiciones de este reglamento y demás normativa

ambiental vigente. Dicho estudio deberá incluir el PMA, con sus programas, cronogramas, presupuestos y otros que el reglamento establezca.

El MAE procederá a su revisión y emitirá su pronunciamiento en un término no mayor a 30 días desde la fecha de presentación. En caso existan observaciones, se solicitará información aclaratoria y/o complementaria, y de ser necesario, se realizará una inspección técnica en campo. Luego del ingreso de la información aclaratoria y/o complementaria por parte del titular minero, el MAE dispondrá de 30 días para emitir el respectivo pronunciamiento, o solicitar la reformulación del estudio por una sola vez, caso contrario se deberá reiniciar el proceso de licenciamiento ambiental.

El titular deberá presentar la información referida en un término no mayor a 30 días. Si el titular no ha cumplido se dispondrá el archivo del trámite y el titular deberá reiniciarlo cumpliendo los requisitos y condiciones establecidos en este reglamento. Por expresa y escrita solicitud del titular, se podrá conceder una prórroga de hasta 30 días para presentar dicha información.

El MAE tendrá un plazo de seis meses a partir de la presentación de manera satisfactoria de todos los requerimientos por parte del titular minero para emitir la respectiva licencia ambiental. En cuanto a la resolución de la licencia ambiental, el artículo 4 del AM N° 69 (RO N°520, 11 de junio de 2015), señala que esta detallará con claridad las condiciones a las que se someterá el derecho minero, durante todas las fases del mismo, así como las facultades legales y reglamentarias para su ejecución.

Una vez el titular minero cuente con la licencia ambiental, deberá presentar hasta el primero de diciembre de cada año, el programa y presupuesto ambiental del año posterior para aprobación de la Autoridad Ambiental competente. Asimismo, se deberá realizar el monitoreo ambiental y seguimiento de las medidas establecidas en el PMA aprobado, cuya frecuencia de presentación de informes deberá ser semestral en las fases simultáneas de exploración y explotación, beneficio y cierre (mínimo semestral), según lo señalado en el artículo 47 para la pequeña minería.

Entre otras disposiciones, el RAAM, hace referencia a la Auditoría Ambiental de Cumplimiento (AAC) para los titulares mineros que realicen actividades de exploración avanzada, explotación, beneficio, procesamiento, fundición y refinación. Los titulares mineros deberán presentar a la Autoridad Ambiental competente una AAC al primer año a partir de la emisión de la licencia ambiental y, posteriormente, cada dos años hasta el cierre y abandono de la actividad minera objeto de licenciamiento.

La AAC se realiza para evaluar el cumplimiento de los PMA respectivos, normativas ambientales vigentes, condicionantes establecidas en la autorización administrativa, así como la evolución de los impactos ambientales. La AAC también incluye el plan de acción, así como la evaluación del avance y cumplimiento de los programas de reparación y restauración integral ambiental si fuera el caso, lo cual será verificado por la Autoridad Ambiental.

Adicionalmente, el AM N° 80 (RO N°520, 11 de junio de 2015) en su artículo 21 hace referencia a las inspecciones ambientales. Es decir, que las actividades mineras y sus instalaciones serán

inspeccionadas en cualquier momento, sin necesidad de notificación previa, por parte de la Autoridad Ambiental competente, la cual podrá contar con el apoyo de la fuerza pública o del ministerio sectorial en los casos que fueren necesarios.

Por otro lado, el Capítulo VI del RAAM desarrolla los lineamientos relacionados a las disposiciones generales de tipo técnico ambiental para todas las fases de la actividad minera. Las disposiciones presentadas en este capítulo se describen a continuación:

- **Cumplimiento de obligaciones:** El artículo 58 señala que los titulares mineros serán responsables de la ejecución e implementación de los PMA y están obligados a cumplir los términos de dichos planes con sujeción a la normativa ambiental vigente en el país.
- **Empleo de métodos, equipos y tecnologías:** El artículo 59 indica que el titular minero está obligado a realizar sus actividades de prospección, exploración inicial o avanzada, explotación, beneficio, procesamiento, fundición y refinación empleando métodos que prevengan, minimicen o eliminen los daños al suelo, agua, aire, biótico y a las concesiones y poblaciones colindantes.
- **Uso de sustancias restringidas o prohibidas:** De acuerdo con el artículo 60, en el caso que la actividad prevea el uso de sustancias químicas categorizadas como severamente restringidas, el titular minero estará obligado a presentar como parte de los documentos habilitantes de la licencia ambiental, un plan de reducción, eliminación y/o reemplazo de dichas sustancias.
- **Especies silvestres:** El artículo 62 señala que en el desarrollo de las diferentes fases de la actividad minera se prohíbe la captura o acoso intencional de la fauna silvestre y la tala innecesaria de vegetación.
- **Campamentos:** El artículo 66 establece que los estudios ambientales para todas las fases de la actividad minera deberá contener al menos un sistema de abastecimiento de agua de consumo, sistema de tratamiento para aguas negras y grises, manejo y disposición final de los desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos, seguridad industrial y control de incendios, señalética, primeros auxilios, generación de energía eléctrica, almacenamiento de combustibles e insumos necesarios, así como sistemas de alarma y evacuación.
- **Capacitación ambiental.** El artículo 67 establece que los titulares de derechos mineros están obligados a mantener programas de información, capacitación y concienciación ambiental permanentes de su personal a todo nivel, para incentivar acciones que minimicen el deterioro ambiental.
- **Programas de entrenamiento, capacitación y divulgación:** El artículo 68, además de otras disposiciones, señala que, para la participación de la comunidad en actividades de control, seguimiento ambiental, el MAE podrá disponer la aplicación de un programa de capacitación en temas de monitoreo por parte del titular minero a las comunidades del área de influencia de su actividad o proyecto.
- **Información y difusión:** El artículo 69 establece que el titular minero incluirá en los PMA

programas de información y difusión permanente a fin de mantener notificada a la comunidad del área de influencia sobre el desarrollo del proyecto minero conforme a las regulaciones aplicables.

- Población local: Según el artículo 71, todo titular minero deberá contar con un Plan de Relaciones Comunitarias (PRC) que cumpla con el propósito de disminuir, mitigar y compensar los impactos socio-ambientales generados por su actividad. Este plan se desarrollará con las comunidades ubicadas en el área de influencia del Proyecto, y de manera coordinada con los planes de desarrollo de los gobiernos locales involucrados.
- Manejo de desechos en general: El artículo 72 describe los criterios a considerar respecto del manejo de desechos, lo cual incluye la jerarquización de la gestión de desechos, la clasificación, la disposición final de desechos, los registros y la documentación.
- Manejo de desechos biodegradables: De acuerdo con el artículo 73, el vertido, disposición y tratamiento de los desechos biodegradables se realizará priorizando el tratamiento in situ, la entrega a los gobiernos autónomos descentralizados y el relleno sanitario controlado.
- Manejo de desechos peligrosos: El artículo 74 señala que todos los desechos con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológicas infecciosas serán considerados como desechos peligrosos y su gestión se sujetará a lo dispuesto en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, o aquel que lo reemplace, así como la normativa ambiental aplicable. Está prohibida la contaminación de cuerpos de agua y suelos por desechos peligrosos.
- Manejo de aguas negras y grises: El artículo 75 menciona que se deberá contar con medidas de control y tratamiento de efluentes de aguas negras y grises. La calidad que deberán tener estos efluentes antes de ser descargados en el medio natural deberán cumplir las normas técnicas vigentes para tal efecto.
- Manejo de productos químicos: El artículo 76 señala que los titulares mineros deberán acatar las especificaciones de almacenamiento, transporte y uso de sustancias químicas de acuerdo con la normativa técnica nacional y, en su defecto, con la normativa internacional aceptada, así como las disposiciones establecidas en el cuerpo legal aplicable.
- Manejo de hidrocarburos: Según el artículo 77, la operación y mantenimiento de equipos, maquinaria e hidrocarburos en general utilizados en la actividad minera en cualquiera de sus fases, estará regulada a través de la normativa ambiental para el manejo de hidrocarburos expedida por la Autoridad Ambiental.
- Manejo de explosivos: De acuerdo con el artículo 78, para el transporte, manejo y almacenamiento de explosivos, se procederá acorde con la regulación específica vigente para tal efecto. Para la disposición final de sustancias explosivas, estas deberán estar sujetas a un proceso para neutralizar su peligrosidad y serán manejadas como un desecho sólido.

- Plan de contingencias: El artículo 79 señala que todo PMA deberá contar con su respectivo plan de contingencias detallado, en el cual se determinen los tiempos de respuesta para su aplicación y responsables.
- Monitoreo al componente biótico: Según el artículo 91 se deberá realizar monitoreos bióticos periódicos respecto de los componentes flora y fauna silvestre conforme se considera dentro de los PMA aprobados. Se deberá tomar en cuenta a especies indicadoras que permitan identificar el estado de conservación del ecosistema y su posible afectación debido a las actividades mineras realizadas (i.e. importancia ecológica, especies sensibles, endémicas y en alguna categoría de amenaza o de las contempladas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre).
- Valores de fondo superiores a la norma: El artículo 83 establece que en la ejecución de proyectos donde existieran, por condiciones naturales, valores de fondo que superen los límites permisibles que deba cumplir el titular minero de los derechos mineros, el titular debe de dar a conocer dicha situación a la Autoridad Ambiental competente. Se debe de presentar un estudio técnico y estadístico mensual, de al menos seis meses continuos, realizado por un laboratorio acreditado.
- Gestión del agua: El titular minero, en las diferentes fases de la actividad minera que requieran de uso de agua de manera continua, deberá aplicar técnicas o procedimientos para la optimización del uso de agua basados en la reducción de uso, recirculación y/o tratamiento. Además, presentarán los balances de agua y medios de verificación que evidencien la mejora lograda en la gestión del agua en la auditoría ambiental de cumplimiento.
- Manejo de efluentes: En todos los procesos de las actividades mineras que generen descargas, en el PMA deberán describir los sistemas de tratamiento de agua con sus especificaciones técnicas, que se aplicarán para asegurar su calidad de acuerdo con los límites permisibles establecidos en la normativa aplicable.
- Modificaciones de cursos de agua: En el caso de que el proyecto minero requiera el desvío, trasvase, embalse o cualquier modificación del curso natural de los cuerpos hídricos, la Autoridad Ambiental competente solicitará el pronunciamiento de la Autoridad Única del Agua; dicho pronunciamiento será acogido dentro de la evaluación ambiental, como parte de sus competencias en gestión ambiental.

Finalmente, cabe mencionar que en los Capítulos VIII, IX y X se presentan las disposiciones técnico-ambientales específicas a seguir para las actividades de explotación, beneficio, procesamiento y refinación, y cierre y abandono.

Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador

El Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas (RAHOE) fue expedido mediante DE N° 1215 y publicado en el RO N°265 el 13 de febrero de 2001. De acuerdo con el DE N°1960 (RO N°561, 1 de abril de 2009) en todos los artículos donde se asignen

competencias ambientales al Ministerio de Minas y Petróleos, a la Dirección Nacional de Protección Ambiental Minera y a la Subsecretaría de Protección Ambiental, estas serán asumidas por el MAE.

Además de diversos lineamientos orientados a las operaciones de hidrocarburos en el ámbito ambiental, el RAOHE hace referencia al manejo y almacenamiento de combustibles en el artículo 25. En ese sentido, para el manejo y almacenamiento de combustibles y petróleo se cumplirá con lo siguiente.

- Instruir y capacitar al personal de operadoras, subcontratistas, concesionarios y distribuidores sobre el manejo de combustibles, sus potenciales efectos y riesgos ambientales, así como las señales de seguridad correspondientes, de acuerdo con las normas de seguridad industrial, así como sobre el cumplimiento de los Reglamentos de Seguridad Industrial del Sistema PETROECUADOR vigentes, respecto del manejo de combustibles.
- Los tanques, grupos de tanques o recipientes para crudo y sus derivados, así como para combustibles se regirán para su construcción con la norma API 650, API 12F, API 12D, UL 58, UL 1746, UL 142 o equivalentes, donde sean aplicables. Deberán mantenerse herméticamente cerrados, a nivel del suelo y estar aislados mediante un material impermeable para evitar filtraciones y contaminación del ambiente, y rodeados de un cubeto técnicamente diseñado para el efecto, con un volumen igual o mayor al 110% del tanque mayor.
- Los tanques o recipientes para combustibles deben cumplir con todas las especificaciones técnicas y de seguridad industrial del sistema PETROECUADOR, para evitar evaporación excesiva, contaminación, explosión o derrame de combustible. Principalmente, se cumplirá la norma NFPA-30 o equivalente.
- Todos los equipos mecánicos tales como tanques de almacenamiento, tuberías de productos, motores eléctricos y de combustión interna estacionarios, así como compresores, bombas y demás conexiones eléctricas, deben ser conectados a tierra.
- Los tanques de almacenamiento de petróleo y derivados deberán estar protegidos contra la corrosión a fin de evitar daños que puedan causar filtraciones de petróleo o derivados que contaminen el ambiente.

Los sitios de almacenamiento de combustibles serán ubicados en áreas no inundables. La instalación de tanques de almacenamiento de combustibles se realizará en las condiciones de seguridad industrial establecidas reglamentariamente en cuanto a capacidad y distancias mínimas de centros poblados, escuelas, centros de salud y demás lugares comunitarios o públicos.

Los sitios de almacenamiento de combustibles y/o lubricantes de un volumen mayor a 700 galones deberán tener cunetas con trampas de aceite.

Así también, este reglamento establece multas y sanciones cuando se den infracciones a la Ley de Hidrocarburos o a los reglamentos en que incurran en materia socio-ambiental durante las actividades hidrocarburíferas.

Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos

Este reglamento fue expedido mediante AM N° 14630 y publicado en el RO N° 991 el 3 de agosto de 1992, con el objeto de regular los servicios de almacenamiento barrido, recolección, transporte, disposición final y demás aspectos relacionados con los desechos sólidos, cualquiera que sea la actividad o fuente de generación de conformidad con las disposiciones del Código de la Salud (actualmente derogado por la Ley Orgánica de Salud), de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (actualmente derogada por el Código Orgánico del Ambiente), del Código de Policía Marítima y la Ley de Régimen Municipal (actualmente derogada y reemplazada por el COOTAD).

Reglamento para la Aprobación de Estatutos, Reformas y Codificaciones, Liquidación y Disolución, y Registro de Socios y Directivas, de las Organizaciones Previstas en el Código Civil y en las Leyes Especiales

Este reglamento fue expedido mediante DE N° 3054 y publicado en el RO N° 660 el 11 de septiembre de 2002; posteriormente, fue reformado mediante DE N° 610 publicado en el RO N° 171 el 17 de septiembre de 2007 y mediante DE N° 982 publicado en el RO N° 311 del 8 de abril de 2008.

En el artículo 1 se señala que las personas naturales y jurídicas con capacidad civil para contratar se encuentran facultadas para constituir corporaciones y fundaciones con finalidad social y sin fines de lucro, en ejercicio del derecho constitucional de libre asociación con fines pacíficos.

Las organizaciones que se constituyan pueden adoptar la forma de corporaciones, tales como: asociaciones, clubes, comités, centros, etc., con un mínimo de cinco miembros fundadores, las cuales promueven o buscan el bien común de sus asociados o de una comunidad determinada. Para efectos estadísticos y de clasificación, las corporaciones pueden ser de primer, segundo y tercer grado:

- Son corporaciones de primer grado aquellas que agrupan a personas naturales con un mínimo de cinco miembros con un fin delimitado tales como: Asociaciones, clubes, comités, colegios profesionales y centros.
- Son corporaciones de segundo grado aquellas que agrupan a las de primer grado o personas jurídicas, como las federaciones y cámaras.
- Son corporaciones de tercer grado aquellas que agrupan a las de segundo grado como confederaciones, uniones nacionales u organizaciones similares.

En este sentido, para cada una de las comunidades, agrupaciones, cooperativas, precooperativas, asociaciones y/u organizaciones sociales que se identifiquen dentro del área de

influencia del estudio, con su respectiva asignación de espacio y/o territorio, debe verificarse que su personería jurídica se haya conformado bajo esta figura de corporación.

Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social Establecidos en Ley de Gestión Ambiental

Mediante DE N°1040, publicado en el RO N° 332 del 08 de mayo de 2008, se emitió el Reglamento de participación social, cuyo objetivo principal es dar las herramientas necesarias para que se garantice el respeto al derecho colectivo de los habitantes de vivir en un ambiente sano, equilibrado y sin contaminación.

Se establece el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, como el mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales.

La participación social se define como un elemento transversal y trascendental de la gestión ambiental, que se integrará principalmente durante las fases de toda actividad o proyecto propuesto, especialmente las relacionadas con la revisión y evaluación de impacto ambiental. Asimismo, es un esfuerzo tripartito entre las instituciones del Estado, ciudadanía y el promotor de la actividad o proyecto.

Se efectuará de manera obligatoria para la autoridad ambiental de aplicación responsable, en coordinación con el promotor de la actividad o proyecto, de manera previa a la aprobación del estudio de impacto ambiental. Los mecanismos de participación social se realizarán en un plazo máximo de treinta (30) días, contados desde la fecha de la publicación de la convocatoria.

4.5 Acuerdos Ministeriales

Acuerdo Ministerial N° 103 del Ministerio del Ambiente (2015). Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social Establecido en el D. E. 1040

Mediante AM N° 103, publicado en el RO N° 607 del 14 de octubre de 2015, se emitió el instructivo para el Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecido en el DE N° 1040. Mediante este acuerdo ministerial queda derogado el AM N° 066 publicado en el RO N° 36 del 15 de julio de 2013.

Este instructivo establece el ámbito de aplicación del Proceso de Participación Social (PPS), definiéndolo como las acciones mediante las cuales la Autoridad Ambiental Competente informará a la población sobre la posible realización de proyectos, obras o actividades, así como sobre los posibles impactos socio-ambientales esperados y la pertinencia de las acciones a tomar, con la finalidad de recoger sus opiniones y observaciones, e incorporar en los estudios ambientales aquellas que sean técnica y económicamente viables.

El PPS se realizará de manera obligatoria en todos los proyectos, obras o actividades que para su regularización requieran de un estudio ambiental. La Autoridad Ambiental Nacional, a través del SUIA, determinará el procedimiento de participación social a aplicar.

Este instructivo establece lineamientos para la realización del PPS, aspectos generales y responsabilidades que tiene el facilitador socio-ambiental respecto de la organización del proceso, en función de la categoría de este; entre ellas, aspectos que debe contener la convocatoria y difusión, y el registro, sistematización y aprobación del PPS.

En este instructivo se establecen disposiciones pertinentes en cuanto a la participación social para proyectos que requieran de estudios ambientales ex ante y ex post; tomando en cuenta que la inclusión de nuevas actividades en licencias existentes, regularizaciones, reevaluaciones, alcances, estudios complementarios y auditorías ambientales de cumplimiento, se deberán sujetar a lo establecido en este acuerdo ministerial, siempre y cuando sean base para el licenciamiento ambiental.

Así también, mediante este acuerdo ministerial se establece un nuevo concepto de Área de Influencia Social Directa (AISD) y Área de Influencia Social Indirecta (AISI), que debe ser manejado por el facilitador o facilitadores socio-ambientales que fueran designados para el proyecto y, por ende, ser considerado y plasmado como parte del respectivo EsIA, con el fin de que como parte del proyecto se manejen conceptos únicos. De esta forma, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

“Área de Influencia Social Directa: Espacio que resulta de las interacciones directas, de uno o varios elementos del proyecto, obra o actividad, con uno o varios elementos del contexto social donde se implantará. La relación directa entre el proyecto, obra o actividad y el entorno social se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas, predios, y sus correspondientes propietarios) y organizaciones sociales de primer y segundo orden (comunidades, recintos, barrios, asociaciones de organizaciones y comunidades). En el caso de que la ubicación definitiva de los elementos y/o actividades del proyecto estuviera sujeta a factores externos a los considerados en el Estudio u otros aspectos técnicos y/o ambientales posteriores, se deberá presentar las justificaciones del caso debidamente sustentadas para evaluación y validación de la Autoridad Ambiental Competente; para lo cual la determinación del área de influencia directa se hará al menos a nivel de organizaciones sociales de primer y segundo orden.

Área de Influencia Social Indirecta: Espacio socio-institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla el proyecto, obra o actividad: parroquia, cantón y/o provincia. El motivo de la relación es el papel del proyecto, obra o actividad en el ordenamiento del territorio local. Si bien se fundamenta en la ubicación político-administrativa del proyecto, obra o actividad, pueden existir otras unidades territoriales que resultan relevantes para la gestión socio-ambiental del proyecto como las circunscripciones territoriales indígenas, áreas protegidas, mancomunidades Municipales.”

Acuerdo Ministerial N° 026 del Ministerio del Ambiente

Este acuerdo ministerial del MAE, publicado en el segundo suplemento del RO N° 334 del 12 de mayo de 2008, establece los procedimientos para el registro de los generadores de desechos peligrosos, gestores y transportadores de desechos peligrosos.

Acuerdo Ministerial N° 190 del Ministerio del Ambiente (2012). Política Nacional de Post-consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso

Este acuerdo fue emitido el 28 de diciembre de 2012 como parte de los cuerpos legales desarrollados por el MAE dentro de la política de responsabilidad extendida que se busca implementar. Este acuerdo establece en el artículo 3 que "se prohíbe la disposición final de equipos eléctricos y electrónicos en desuso que sean factibles de ser reciclados o tratados fuera del país bajo condiciones ambientalmente amigables. De la misma manera, se prohíbe la incineración de equipos eléctricos y electrónicos en desuso o sus componentes o elementos constitutivos".

Acuerdo Ministerial N° 022 del Ministerio del Ambiente (2013). Instructivo para Gestión Integral de Pilas Usadas

Este acuerdo fue publicado en el RO N° 943 el 29 de abril de 2013, igualmente como parte de los cuerpos legales desarrollados por el MAE dentro de la política de responsabilidad extendida que se busca implementar.

En el artículo 16 se establece que son responsabilidades y obligaciones del usuario final las siguientes:

- Participar en el Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas, aprobado por la Autoridad Ambiental Nacional.
- Deberá retornar las pilas usadas al comercializador, distribuidor y/o centro de acopio autorizados por la Autoridad Ambiental competente.

Cumplir con las instrucciones de manejo suministradas por el fabricante y/o importador en la etiqueta del producto.

Acuerdo Ministerial N° 20 del Ministerio del Ambiente (2013). Gestión Integral de Neumáticos Usados

Este acuerdo ministerial fue emitido el 20 de febrero de 2013 por parte del MAE. En el Título VI del artículo 19 se establece que son responsabilidades y obligaciones del usuario final de neumáticos las siguientes:

- Retornar los neumáticos usados al centro de servicio, distribuidor y/o al centro de acopio autorizado, según el procedimiento que se especifique en el Plan de Gestión Integral de Neumáticos Usados.
- Cumplir con las instrucciones de manejo seguro de neumáticos establecido por los fabricantes e importadores.

Acuerdo Ministerial N° 0914 del Ministerio de Inclusión Económica y Social (2008)

El artículo 1 de este AM N° 914 del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) denominado "Desconcentración de Competencias Otorgadas por el Reglamento para la Aprobación de Estatutos, Reformas y Codificaciones, Liquidación y Disolución, y Registro de Socios y Directivas, de las Organizaciones Previstas en el Código Civil y en las Leyes Especiales" señala lo siguiente: "Desconcentrar en las Subsecretarías Regionales y Direcciones Provinciales, en el ámbito de su respectiva jurisdicción el ejercicio de las competencias otorgadas a los ministerios de Estado, por el reglamento para la aprobación de estatutos, reformas y codificaciones, liquidación y disolución, y registros de socios y directivas, de las organizaciones previstas en el Código Civil y en las leyes especiales, en lo que corresponde al Ministerio de Inclusión Económica y Social –MIES-, respecto de las fundaciones y corporaciones de primero, segundo y tercer grado".

Por lo tanto, es competencia de dichas subsecretarías y direcciones emitir los certificados que validen que cada una de las comunidades, agrupaciones, cooperativas, precooperativas, asociaciones u organizaciones sociales que se identifiquen dentro del área de influencia del estudio, con su respectiva asignación de espacio o territorio, tienen su personería jurídica bajo la figura de corporación.

Acuerdo Interministerial N° 001 del Ministerio del Ambiente y del Ministerio de Recursos Naturales No Renovables (2012)

Este acuerdo interministerial fue expedido el 24 de agosto de 2012 entre el MAE y el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, y publicado en el RO N° 819 del 29 de octubre de 2012, fecha desde la cual está en vigencia, con el fin de establecer los "lineamientos para la aplicación de la compensación por afectaciones socio-ambientales dentro del marco de la política pública de reparación integral"; dicha aplicación es de carácter nacional y se da en relación con todas las actividades económicas estratégicas en las que los dos ministerios involucrados comparten competencias en el control, lo que asegura una adecuada operación de estas actividades y la conservación de los recursos naturales asociados a ellas.

Como parte de este acuerdo interministerial, se definen tres niveles de aplicabilidad, para cada uno de los cuales se establece el sustento teórico y los procesos metodológicos a ser tomados en cuenta.

Acuerdo N° MERNNR-MERNNR-2019-0002 (2019)

Se reforma el AM N°2015-048, publicado en el RO N° 637 el 28 de noviembre de 2015, y se deroga el AM N° 2018-0034 de 28 de junio de 2018 (RO N° 315, 29 de agosto de 2018)

Se modifica el Capítulo I, alcance y definiciones del instructivo para las etapas de exploración y explotación de concesiones mineras, negociación y suscripción de los contratos de explotación minera del Acuerdo Ministerial N°2015-048.

Acuerdo Ministerial N° 076 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del 4 de julio de 2012 reformado por el Acuerdo Ministerial 134 del 25 de septiembre

de 2012 expide reformas al Acuerdo Ministerial No. 139, el 30 de diciembre de 2009, mediante el cual, fue modificado el Acuerdo Ministerial No. 037, del 4 de junio de 2004, publicado en el Registro Oficial 388 del 29 de julio de 2004

El Ministerio del Ambiente expidió la Norma de Procedimientos Administrativos para autorizar el Aprovechamiento y Corte de Madera; dicho Acuerdo Ministerial en su artículo 1 establece:

“En el caso de cobertura vegetal nativa a ser removida por la ejecución de obras o proyectos públicos, que requieran de licencia ambiental y que la corta de madera no sea con fines comerciales y se requiera cambio de uso de suelo, excepcionalmente en el Estudio de Impacto Ambiental, se deberá incluir un capítulo que contenga un Inventario de Recursos Forestales”.

En el Acuerdo Ministerial 134, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 del 18 de octubre de 2012, se realiza la siguiente reforma al Acuerdo Ministerial No. 076:

Art. 1.- En los Artículos 1, 2, Disposición General Quinta y Séptima, después de la frase “obras o proyectos públicos” agréguese la frase “y sectores estratégicos ejecutados por personas naturales o jurídicas públicas y privadas”

Art. 2.- En los Artículos 1, 3, Disposición General Tercera, Séptima, Disposición Transitoria Segunda y Cuarta, después de la frase “Estudio de Impacto Ambiental” agréguese “y demás estudios contemplados en la normativa ambiental que sean aplicables según el caso”

Adicional a ello, en el Anexo 1 se establece la Metodología para Valorar Económicamente los Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Bosques y Vegetación Nativa en los casos a ser Removida.

Acuerdo Ministerial 076, del Ministerio del Ambiente, se establece que en proyectos donde exista bosque nativo maduro o primario y secundario, se deberá presentar el levantamiento de información como mínimo el 1% del área.

Acuerdo Ministerial 39, Registro Oficial 399 de 16 de agosto del 2004, artículo 38, del CAPÍTULO IV. Normas Generales Para la Elaboración y Ejecución de Programas de Aprovechamiento y Corta, Título II de los Programas de Aprovechamiento Forestal

Acuerdo Ministerial 125, del 23 de febrero de 2015, Normas de Manejo Forestal Sostenible de los Bosques.

Acuerdo Ministerial 128 del 13 de diciembre de 2006, “Normas para el Manejo Sustentable de los Bosques Andinos”.

4.6 Marco legal Complementario

El marco legal aplicable al levantamiento de información y análisis considerará, sin limitarse a ello, las leyes, reglamentos y normas relativos a la temática minera, ambiental y social aplicable según los requerimientos del MAE, así como de las autoridades sectoriales. A continuación, se mencionan los lineamientos más relevantes relacionados con el desempeño y desarrollo específico de las actividades del Proyecto:

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo

El Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo fue publicado en el RO N° 565 del 17 de noviembre de 1986.

Las disposiciones de este reglamento se aplican a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos de trabajo y el mejoramiento del ambiente de trabajo.

Las obligaciones y prohibiciones que se señalan en este reglamento deben ser acatadas por los empleadores, subcontratistas y, en general, todas las personas que den o encarguen trabajos para una persona natural o jurídica. Se determina también las obligaciones para los trabajadores.

Reglamento de Seguridad y Salud del Trabajo en el Ámbito Minero

El Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero fue emitido el 25 de abril de 2014 y publicado en el RO N° 247 del 16 de mayo de 2014. Las disposiciones de este reglamento son aplicables a los sectores establecidos en la Ley de Minería.

El reglamento tiene por objeto establecer normas para la aplicación de la Ley de Minería, a fin de precautelar la seguridad y salud en el trabajo de las personas en todas las fases de la actividad minera. A partir de este reglamento se dispondrá de los lineamientos generales para realizar la actividad de prevención de riesgos laborales bajo los regímenes especiales de minería artesanal, pequeña, mediana y gran minería.

El Título II de este reglamento hace referencia a las entidades de control de la seguridad y salud en el trabajo del ámbito minero. En ese sentido, se señala lo siguiente:

- El artículo 3 establece que le corresponde al ministerio sectorial el ejercicio de las políticas públicas del área geológica minera y la expedición de acuerdos y resoluciones administrativas de su competencia.
- El artículo 4 señala que la ARCOM, como entidad adscrita al ministerio sectorial, tiene a su cargo vigilar la aplicación del presente reglamento, sus instructivos, manuales y más normas de carácter técnico emitidas en materia de seguridad y salud en el trabajo por el Ministerio de Relaciones Laborales (actualmente Ministerio del Trabajo) y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) para la gestión en todos sus procesos.

Respecto de los titulares de derecho minero, el artículo 7 señala que el Estado garantiza los derechos a los titulares de derecho minero que cumplan las disposiciones que constan en la Ley de Minería, su reglamento general, el Reglamento de Régimen Especial de Pequeña Minería y Minería Artesanal y el presente Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero.

Asimismo, en el artículo 8 se presentan las obligaciones de los titulares del derecho minero, siendo estas las siguientes:

- Preservar la vida, seguridad, salud, dignidad e integridad laboral de sus trabajadores y servidores mineros, contratistas permanentes o temporales, personal técnico, administrativo y operativo, así como de visitantes y toda persona que tenga acceso a las instalaciones y áreas de operación minera.
- Implementar un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo establecido en la normativa legal vigente.
- Implementar las condiciones adecuadas y saludables de hospedaje en los campamentos estables y/o temporales de trabajo.
- Permitir las auditorías de trabajo en sus instalaciones administrativas y operativas, y en cada una de las fases de la actividad minera a los funcionarios de los organismos de control.
- Contar con los profesionales especializados en ramas afines a la gestión de seguridad y salud en el trabajo bajo cuya responsabilidad se desarrolle el sistema de gestión.
- Ejecutar sus labores mineras precautelando la seguridad y la salud de los concesionarios colindantes o terceros.
- Las demás que le corresponden de acuerdo con la Ley de Minería, del presente reglamento y además de todas las normas que sobre la materia se dicten.

Reglamento para el Funcionamiento de los Servicios Médicos de Empresas

Este reglamento fue expedido mediante AM N° 1404 del Ministerio de Trabajo y Bienestar Social del 17 de octubre de 1978.

Con este reglamento se pretende conseguir que el servicio médico de las empresas, que se basa en la aplicación práctica y efectiva de la medicina laboral, tenga como objetivo fundamental el mantenimiento de la salud integral del trabajador, traduciéndose en un elevado estado de bienestar físico, mental y social de este.

Para llegar a una efectiva protección de la salud, los servicios médicos de las empresas cumplirán las funciones de prevención y fomento de la salud de sus trabajadores dentro de los locales laborales, evitando los daños que pudieren ocurrir por los riesgos comunes y específicos de las actividades que desempeñan, procurando en todo caso la adaptación científica del hombre al trabajo y viceversa.

Las empresas están obligadas a proporcionar todos los medios humanos, materiales y económicos necesarios e indispensables para el adecuado funcionamiento de su servicio médico, dando las facilidades necesarias a las actividades que tienen relación con la salud de los trabajadores, mientras que los trabajadores están en la obligación de cooperar plenamente en la consecución de los fines y objetivos del servicio médico.

Regulación Nro. DIR-ARCA-002-2016

La Regulación N° DI-ARCA-RG-001-2016 fue expedida en febrero del 2016 por la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA).

El objetivo de esta regulación es establecer las medidas de control, de actividades que alteren la cantidad y/o calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas que son parte del dominio hídrico

público a nivel nacional. Asimismo, establece las sanciones y multas correspondientes en caso de afectación de dichos recursos hídricos, y las acciones para su remediación.

Su ámbito de aplicación incluye a la administración pública central, gobiernos autónomos descentralizados, regímenes especiales, personas naturales y jurídicas.

4.7 Actas de Decisiones de Poderes Públicos

Resolución N° 103-DN-INPC-2010 del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural

Esta resolución fue emitida el 1 de abril de 2010 y dispone ciertas funciones de coordinación del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC). En ese sentido, se dispone que el INPC, a través de las direcciones regionales, realice todas las gestiones necesarias dentro de su competencia y en coordinación con el Ministerio de Recursos Naturales No

Renovables y el MAE, para lograr la protección, preservación y control de los bienes que puedan encontrarse amenazados por actividades mineras en todas sus fases, considerados por ley como patrimonio cultural del Ecuador y hayan sido declarados como tales.

El INPC, a través de las direcciones regionales, otorgará los certificados de autorización de conformidad con el literal j) del artículo 26 de la Ley de Minería, para lo cual el titular minero deberá cumplir con el procedimiento señalado en esta resolución.

4.8 Marco Institucional

El marco institucional se ha definido considerando a las entidades reguladoras, coordinadoras y cooperantes que forman parte del proceso de elaboración, presentación y revisión de un EsIA y con los cuales se interactuará durante el desarrollo del Proyecto.

Ministerio del Ambiente

El Ministerio del Ambiente (MAE), de acuerdo con la Constitución Política del Ecuador de 2008, es el encargado de velar por un ambiente sano y de garantizar un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural.

A su vez, es el encargado de diseñar las políticas ambientales y coordinar las estrategias, proyectos y programas para el cuidado de los ecosistemas y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Asimismo, es el responsable de proponer y definir las normas para conseguir la calidad ambiental adecuada, con un desarrollo basado en la conservación y uso apropiado de la biodiversidad y de los recursos.

El MAE es la autoridad rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. De acuerdo con el artículo 12 del Código Orgánico del Ambiente (publicado en el RO N° 983, el 12 de abril de 2017), el sistema constituirá el mecanismo de orientación, coordinación, cooperación, supervisión y seguimiento entre los distintos ámbitos de gestión ambiental y manejo de recursos naturales, así como el tutelaje de los derechos de la naturaleza y los demás establecidos en el Código.

Por otro lado, en el artículo 78 de la Ley de Minería se establece que el MAE tiene la potestad para aprobar los estudios ambientales elaborados por los titulares de derechos mineros antes de iniciar actividades, así como otorgar la licencia ambiental correspondiente.

En el artículo 91 de la Ley de Minería, se designa al MAE como la institución responsable de adoptar las medidas oportunas cuando exista certidumbre científica de posibles daños ambientales como consecuencia de las actividades mineras. De existir alguna duda sobre el daño ambiental, el MAE en coordinación con la ARCOM adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas en la misma providencia, asimismo ordenará la práctica de acciones mediante las cuales se compruebe el daño.

Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables

De acuerdo con el DE N° 399, expedido el 15 de mayo de 2018, se dispone la fusión de tres instituciones: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Ministerio de Minería y Secretaría de Hidrocarburos. Estas fueron absorbidas por el Ministerio de Hidrocarburos cuya denominación cambiará a Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. El proceso de fusión culminó el 14 de septiembre de 2018, como lo indica el DE N° 471.

Adicionalmente, el DE N°399 establece la absorción del Instituto Nacional del Inventario Geológico, Minero y Metalúrgico, y del Instituto de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico, a través del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. La denominación final, luego de la fusión, sería "Instituto de Investigación Geológico y Energético".

El DE N°399 establece que todos los derechos y obligaciones, constantes en convenios, contratos u otros instrumentos jurídicos, nacionales o internacionales, que le corresponden a alguna de las instituciones absorbidas, serán asumidos por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

Entre las entidades adscritas se encuentra la ARCOM, la cual se encarga de vigilar, inspeccionar, auditar, intervenir, sancionar y controlar a quienes realicen actividades mineras con la finalidad de alcanzar un aprovechamiento racional, técnico, socialmente responsable y ambientalmente sustentable de los recursos naturales no renovables, enmarcados en la normativa legal y ambiental vigente.

Ministerio del Trabajo

El Ministerio del Trabajo es la entidad encargada de la reglamentación, organización y protección del trabajo y las atribuciones establecidas en el Código de Trabajo (publicado en el RO N°167, el 16 de diciembre de 2005) y sus modificaciones.

El Ministerio del Trabajo tiene como responsabilidad velar por la aplicación del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (publicado en el RO N°565, el 17 de noviembre de 1986) a través de su participación en el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo (CISHT), conformado a su vez por el Ministerio de Salud Pública.

Ministerio de Salud Pública

Al Ministerio de Salud Pública (MSP) le corresponde ejercer la rectoría, regulación, planificación, coordinación, control y gestión de la salud pública a través de la gobernanza, vigilancia y control sanitario. Asimismo, es el responsable de garantizar el derecho a la salud a través de la provisión de servicios de atención, prevención, promoción de salud e igualdad, gobernanza de salud, investigación y desarrollo de la ciencia y tecnología.

El MSP es la institución encargada de articular a todos los actores del sistema de salud, con el fin de garantizar el acceso al derecho a la salud. Ejerce la gobernanza del Sistema Nacional de Salud de acuerdo con la Ley Orgánica de Salud (publicado en el RO N° 423, el 22 de diciembre de 2006).

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas es la entidad rectora del Sistema Nacional del Transporte Multimodal. En ese sentido, es el responsable de formular, implementar y evaluar políticas, regulaciones, planes y programas para la red de transporte.

Asimismo, como se menciona en la Ley de Caminos (DS N°1351), publicada en el RO N°285 el 7 de julio de 1964, es la autoridad responsable de aprobar los proyectos y presupuestos que se presenten para la construcción, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos.

Ministerio de Inclusión Económica y Social

El Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) es la institución responsable de definir y ejecutar políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y servicios de calidad, para la inclusión económica y social.

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) es la encargada de liderar el Sistema Nacional Descentralizados de Gestión de Riesgos para garantizar la protección de personas y colectividades de los efectos negativos de desastres de origen natural o antrópico, mediante la generación de políticas, estrategias y normas. Estas deben de ser orientadas a identificar, analizar, prevenir y mitigar riesgos para enfrentar y manejar eventos de desastre, así como para recuperar y reconstruir las condiciones sociales, económicas y ambientales afectadas por eventuales emergencias o desastres.

Secretaría Nacional de Gestión de la Política

De acuerdo con el DE N° 1522 (publicado en el RO N°13 el 12 de junio de 2013) se crea la Secretaría Nacional de Gestión de la Política. Esta institución es la encargada de formular las políticas para la gobernabilidad, el relacionamiento político con las otras funciones del Estado, con los gobiernos autónomos descentralizados, el diálogo político con los actores sociales y la coordinación política con los representantes del ejecutivo en el territorio.

Mediante el mismo decreto se establece que el Ministerio Coordinador de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados y la Secretaría Nacional de Pueblos, Movimientos Sociales y Participación Ciudadana, se fusionen por absorción a la Secretaría Nacional de Gestión de la Política. Asimismo, todas las competencias, atribuciones, representaciones, delegaciones, constantes en leyes, decretos, reglamentos y demás normativa vigente que corresponda a las instituciones ya mencionadas, serán asumidas por la actual secretaría.

Entre las funciones de la Secretaría Nacional de Gestión de la Política se encuentra la promoción, articulación y coordinación de la conformación de los espacios de diálogo y relaciones entre la función ejecutiva, los gobiernos autónomos descentralizados y otros actores sociales en el territorio. Además, debe de diseñar e implementar mecanismos de monitoreo y evaluación de impactos sociales y políticos generados por la gestión de las entidades de la función ejecutiva en los territorios, tendientes a evitar la generación de los conflictos, y promover la participación ciudadana efectiva, la organización social y el diálogo democrático con diversas agrupaciones sociales.

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural

El INPC forma parte del Subsistema de la Memoria Social y el Patrimonio Cultural, que a su vez es parte del Sistema Nacional de Cultura, cuya finalidad se describe en la Ley Orgánica de Cultura (publicada en el RO N°913, el 30 de diciembre de 2016).

La Ley Orgánica de Cultura, establece en el Capítulo 3 las responsabilidades del INPC, entre las cuales se encuentra la de realizar el análisis de riesgos sobre eventos naturales y antrópicos que puedan afectar el patrimonio nacional e implementar las acciones preventivas y correctivas necesarias. El INPC tiene la potestad de poner en conocimiento y solicitar al ente rector de la cultura y el patrimonio que se disponga la suspensión de obras que puedan afectar la integridad de los bienes del patrimonio nacional.

Asimismo, el INPC es el encargado emitir la autorización para el otorgamiento de una servidumbre solicitada por los titulares mineros para el adecuado ejercicio de sus derechos mineros sobre extensiones de terreno pertenecientes al patrimonio cultural, según se menciona en el artículo 101 de la Ley de Minería.

Agencia de Regulación y Control Minero

Como se precisa en la Ley de Minería, la ARCOM es el organismo técnico-administrativo encargado del ejercicio de la potestad estatal de vigilancia, auditoría, intervención y control de las fases de la actividad minera que realice la Empresa Nacional Minera, las empresas mixtas mineras, la iniciativa privada, la pequeña minería y minería artesanal y de sustento.

Tiene competencia para supervisar y adoptar acciones administrativas que coadyuven al aprovechamiento racional y técnico de recurso minero, así como al cumplimiento de las obligaciones de responsabilidad social y ambiental que asuman los titulares de los derechos mineros.

Entre sus atribuciones se encuentran las siguientes:

- Llevar un registro y catastro de las concesiones mineras y publicarlo mediante medios informáticos y electrónicos.
- Inspeccionar las actividades mineras que ejecuten los titulares de los derechos y títulos mineros.
- Vigilar que en las actividades mineras que ejecutan los titulares de los derechos mineros, no se encuentren trabajando, o prestando servicios a cualquier título, niños, niñas y adolescentes y velar por el cumplimiento del artículo 43 de la Constitución de la República. Sancionar a los titulares de la actividad minera de incumplir con lo mencionado anteriormente.
- Otorgar las licencias de comercialización de sustancias minerales determinadas en la presente ley.

Gobiernos Autónomos Descentralizados

Como se menciona en el artículo 238 de la Constitución del Ecuador, los gobiernos autónomos descentralizados poseen autonomía política, administrativa y financiera. Estos se rigen mediante los principios de solidaridad, subsidiariedad, equidad interterritorial, integración y participación ciudadana. Sus atribuciones, en ningún caso, les permiten la secesión del territorio nacional.

Los gobiernos autónomos descentralizados de las regiones, distritos metropolitanos, provincias y cantones tienen facultades legislativas en el ámbito de sus competencias y jurisdicciones territoriales. Todos los gobiernos autónomos descentralizados ejercen facultades ejecutivas en el ámbito de sus competencias y jurisdicciones territoriales.

Estos gobiernos autónomos tienen como función promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas provinciales en el marco de sus competencias constitucionales y legales.

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial

De acuerdo con el artículo 40 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (Ley 0, publicada en el RO N° 303, el 19 de octubre de 2010), los gobiernos autónomos descentralizados provinciales son personas jurídicas; estos gobiernos están integrados por las funciones de participación ciudadana, legislación y fiscalización, y ejecutivas, previstas en el código para el ejercicio de sus competencias.

Entre sus funciones y competencias exclusivas se encuentran las siguientes:

- Elaborar y ejecutar el plan provincial de desarrollo, el de ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y en su circunscripción territorial, de manera coordinada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial, además de realizar en forma permanente, el seguimiento y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de las metas establecidas.
- Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo

provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, en el ámbito de sus competencias, de manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad.

- La gestión ambiental provincial.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal

De acuerdo con el artículo 53 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, los gobiernos autónomos descentralizados municipales son personas jurídicas; estos gobiernos están integrados por las funciones de participación ciudadana, legislación y fiscalización, y ejecutivas, previstas en el código para el ejercicio de sus competencias.

Entre sus funciones y competencias exclusivas se encuentran las siguientes:

- Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad.
- Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.
- Establecer el régimen de uso del suelo y urbanístico, para lo cual determinará las condiciones de urbanización, parcelación, lotización, división o cualquier otra forma de fraccionamiento de conformidad con la planificación cantonal, asegurando porcentajes para zonas verdes y áreas comunales.
- Elaborar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales.
- Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales.
- Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.
- Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural

Como se menciona en el artículo 63 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales son personas jurídicas y están integrados por los órganos previstos en el código para el ejercicio de las competencias que les corresponden.

Entre sus funciones y competencias exclusivas se encuentran las siguientes:

- Elaborar el plan parroquial rural de desarrollo; el de ordenamiento territorial y las políticas públicas; ejecutar las acciones de ámbito parroquial que se deriven de sus competencias, de manera coordinada con la planificación cantonal y provincial; y realizar en forma permanente el seguimiento y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de las metas establecidas.
- Planificar junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo

parroquial y su correspondiente ordenamiento territorial, en coordinación con el gobierno cantonal y provincial en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad, así como del respeto a la diversidad.

Asimismo, en el artículo 267, Capítulo Cuarto del Título V de la Constitución, se menciona que es una competencia de los gobiernos parroquiales rurales incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente.

4.9 Normas Técnicas

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2288:2000. Productos Químicos Industriales Peligrosos. Etiquetado de Precaución. Requisitos

Esta norma, expedida por el INEN, presenta medidas para etiquetado de precaución de productos químicos industriales peligrosos, como se definen en ella, usados bajo condiciones ocupacionales de la industria. Esta norma recomienda solamente el lenguaje de advertencia, mas no cuándo o dónde deben ser adheridas a un recipiente.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266:2013. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos

Esta norma presenta medidas, requisitos y precauciones que deben considerarse para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos, por lo que guarda relación con las actividades de producción, comercialización, transporte, almacenamiento y eliminación de sustancias químicas peligrosas. Esta norma técnica es de uso obligatorio.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 3864-1 Símbolos Gráficos

Esta norma presenta medidas para los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.

5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 Ubicación Geográfica del Proyecto

El área minera Mocoral se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia Selva Alegre, sector Selva Alegre. *Ver Anexo 7 CARTOGRAFÍA/Mapa de ubicación.*

5.2 Vías de Acceso al Proyecto

El ingreso al área del proyecto desde Quito presenta algunas alternativas, por la vía Quito – Otavalo – Selva Alegre; un segundo ingreso es la vía Quito – Calacalí – Nanegal – Selva Alegre y la vía Quito – Pacto – García Moreno – Selva Alegre; pueden también optar por ingresar por la comunidad de Barcelona, para lo cual se dirige en dirección a Selva Alegre llegan hasta la Y, y, de allí a Barcelona, o, se puede tomar la vía de acceso principal mina o técnicamente denominada la trinchera principal, que ingresa directamente desde la vía Otavalo – Selva Alegre, hasta el sitio de mina.

El camino de acceso por la comunidad de Barcelona, eventualmente se lo mantiene con el equipo caminero del Consejo Provincial ya que en la mayoría de su trayecto se lo utiliza para el transporte público de los poblados de Selva Alegre, Barcelona, San Luis, Pamplona, y Barrio Nuevo, sin embargo, para la compañía, constituye un camino alternativo para el transporte de su materia prima entre la mina y la planta ubicada en la ciudad de Quito.

Actualmente la empresa cuenta con un acceso principal a mina denominada “trinchera principal” que es parte de las labores de operación y es de uso exclusivo para la mina; este se conecta con la vía principal desde el campamento de la empresa Unacem, hasta los patios de maniobras de la empresa CECAL. Este acceso tiene una longitud aproximada de 1,8 kilómetros, y ha sido diseñado para uso exclusivo de la mina.

Tabla 5-1 Ubicación de acceso a la mina

Infraestructura	Ubicación UTM WGS 84	
	X	Y
Acceso a mina “Trinchera principal”	772339	10029390

Fuente: CECAL, 2024

Se ha adecuado un camino interno el cual atraviesa todos los terrenos de la propiedad de CECAL, cabe señalar que este camino ha sido adecuado con un manejo ambiental apropiado para evitar la generación de material particulado mediante la dispersión de agua y la elaboración de cunetas a los lados para el manejo de aguas lluvia, los suelos removidos han sido destinados a rellenos de los espacios con cavidades (corte y relleno) de la mesa del camino en los sitios requeridos mediante un rodillo (*Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL/ Mantenimiento Vial*).

Adicional se cuenta con medidas establecidas en el plan de manejo para el mantenimiento vial, con el fin de evitar incidentes en la circulación de vehículos, entre las medidas adoptadas se encuentran las siguientes:

- Mantenimiento preventivo, rutinario y correctivo de la maquinaria a utilizar.
- Mantenimiento de todas las vías y accesos internos
- Limpieza de cunetas y alcantarillas.
- Limpieza de las cunetas de coronación para evitar el desbordamiento de agua de escorrentía hacia la vía.
- Ubicación de material removido para la apertura de vías y accesos en escombrera.

5.3 Infraestructura

En la siguiente tabla se identifican todas las infraestructuras nuevas y existentes en la Concesión Mocoral.

Tabla 5-2 Infraestructura licenciada y a licenciar

Estado de la Infraestructura	Tipo de Infraestructura	Nro.	Nombre	Características
Infraestructura Licenciada	Infraestructura Principal	1	Cuerpos Mineralizados	Al sur de la Concesión se ubican 3 cuerpos mineralizados, los cuales actualmente tienen unas superficies que varían de 1,4 a 2 ha.
		2	Escombreras	Actualmente la empresa cuenta con una escombrera la cual ha sido cerrada y reforestada.
	Infraestructura complementaria y obras auxiliares	3	Balanza Camionera	El equipo de báscula, tiene una construcción de bloque y cemento acondicionado para ordenar los instrumentos indicadores de peso de la báscula con adecuación en garita, fuera de la caseta se ubica la estructura de levante y medición, en el cual se posiciona y pesa la unidad de transporte.
		4	Polvorín	La bodega del Polvorín está dispuesta fuera del perímetro operativo, su construcción está conformada por una planta de hormigón armado dividida en 2 espacios, para almacenar de forma independiente el material explosivo, fulminantes y el cordón detonante con las respectivas seguridades.
		5	Piscinas de sedimentación	La capacidad de los dos estanques son 120 y 97 metros cúbicos respectivamente, que funcionan en serie y sedimentan y clarifican las aguas que pasan por este proceso.
		6	Garita	Existen dos garitas en la concesión minera Mocoral. La primera se encuentra en los límites con la comunidad de Barcelona y la segunda con la comunidad de El Quinde La Libertad. La garita que colinda con la comunidad el Quinde denominada G2, está construida con materiales metálicos, y ventanas de vidrio que ocupan un área de 1,25 metros cuadrados.
		7	Almacén de combustible	La mina Mocoral cuenta con un área designada para el almacenamiento de combustibles que previamente es

Estado de la Infraestructura	Tipo de Infraestructura	Nro.	Nombre	Características
				transportado por vehículos destinados para este fin, desde la ciudad de Quito en tanqueros de 4000 galones de capacidad con todas las medidas de seguridad.
		8	Cubeto de diésel	El tanque de combustible tiene la capacidad de almacenamiento de 6000 galones. Este tanque está colocado dentro de un cubeto con piso y paredes de hormigón; al interior de la infraestructura existen trampas de grasas, que ayudan a recolectar el combustible que gotea o posibles derrames.
		9	Almacén de aceites usados	El taller mecánico cuenta con una fosa que está conectada a una trampa de grasas, misma que facilita la recolección de aceites usados en caso de derrames al momento de cambio de aceites de maquinaria o de algún trabajo adicional, para evitar incidentes en los trabajos que realizan en este sitio se mantiene las barandas de seguridad además pintado con color amarillo y negro unido mediante cadenas.
		10	Bodegas y taller mecánico	Galpón de mantenimiento, esta área es donde ingresa la maquinaria para su respectiva revisión y mantenimiento. Cuenta con una fosa cubierta con rejilla para realizar los cambios de aceite, se ha incorporado un sistema de izamiento móvil nuevo. Bodegas y Oficina, en el taller mecánico se cuenta con dos bodegas y una oficina. La una bodega es para almacenar las herramientas de los trabajadores que trabajan en el área; la segunda bodega es para almacenar insumos de seguridad, aditivos, grasas, repuestos y aceites que están contenidos en cubetos. El taller mecánico de 16.70 m de largo por 16 m de ancho se conforma por: una bodega de materiales, bodega de repuestos y herramientas, oficina, fosa, y dispone también de un teque de 5 toneladas de capacidad para levantar motores u objetos pesados.
		11	Bodega de cucharones	Cuenta con estructura de acero y cubierta, en la cual se almacenan los cucharones de las excavadoras para darles mantenimiento.
		12	Oficina y campamento	La oficina cuenta con el servicio de Internet inalámbrico, y telefonía celular, para la mejor comunicación dentro y fuera de la empresa. El campamento está conformado de dos plantas (planta 1, debidamente separadas está conformado por oficinas de administración, la planta 2 está constituida exclusivamente para dormitorio de los trabajadores).

Estado de la Infraestructura	Tipo de Infraestructura	Nro.	Nombre	Características
		13	Baños de oficina	Los materiales para la construcción fueron, cerámica para pisos y paredes, tejado translucido, y opaco, duchas eléctricas, inodoros, tazas de baño, tubería, alambre para conexiones eléctricas, tubería para cableado, llaves, entre otros.
		14	Área de refrigerio	El área del comedor se mantiene con higiene y orden, garantizando la salud de los trabajadores que ingieren los alimentos preparados en dicho lugar.
		15	Tanque de agua	En las afueras de las oficinas y campamento cuentan con un tanque de almacenamiento temporal de agua.
		16	Baños y duchas	En el área minera actualmente existen 9 baterías sanitarias (1 en la villa del personal de cocina, 3 en el área de baños del personal, 1 junto a la oficina, 2 en el campamento de los técnicos y 3 en el campamento administrativo).
		17	Villa técnicos	Se ubica el área recreacional, misma que cuenta con una cancha mixta además se contará con una sala de juego.
		18	Sala de juegos	En el área de juegos se colocará una televisión, asientos, mesas de juegos, y otros muebles para generar actividades de recreación en la misma.
		19	Consultorio médico	Se cuenta con un botiquín médico de primeros auxilios y todo el equipo complementario como es camilla e inmovilizadores es inspeccionado periódicamente por la una profesional en Salud Ocupacional.
		20	Lavandería	Cuenta con 2 espacios de lavado y un tanque de agua, con tendederos y una cubierta de zinc
		21	Bodega de alimentos	Junto a la edificación comedor-cocina se ubica la bodega de almacenamiento de alimentos, la que cuenta con refrigerador y estantes para colocar vegetales, frutas, conservas entre otros.
		22	Cocina y comedor	Está formada de una sola planta, construida hormigón y bloque con techo de zinc. Dentro de la edificación se tienen dos zonas bien diferenciadas: el comedor y la cocina.
		23	Cancha deportiva	Los materiales que fueron utilizados en esta área recreativa fueron, cemento, bloques, porcelanato, tejado, ventanas con vidrio y aluminio, además posee un punto de conexión wifi y 8 de electricidad.
		24	Villa administrativa	Se ha construido un nuevo campamento administrativo y que aloja a los técnicos de la empresa y tiene una capacidad de 10 personas. Este campamento cuenta con todas

Estado de la Infraestructura	Tipo de Infraestructura	Nro.	Nombre	Características
				las especificaciones técnicas requeridas para uso de personal y para oficinas, se encuentra ubicado junto a la cancha, cuenta con instalaciones estructurales, eléctricas y sanitarias adecuadas.
		25	Bomba de agua	Bomba de agua de emergencia, se la usa en caso de requerir aumentar la presión de agua en la villa administrativa
		26	Relleno sanitario	El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos, el cual fue construido bajo las especificaciones técnicas descritas en el apartado Relleno Sanitario.
		27	Área de reciclaje orgánico e inorgánico	Área de reciclaje orgánico: Se cuenta con un área de almacenamiento de material orgánico con el que posteriormente con los recursos adecuados se realiza compostaje para el área del vivero. Área de reciclaje inorgánico: Se cuenta con un área de almacenamiento de material inorgánico con el que posteriormente con los recursos adecuados se realiza compostaje para el área del vivero.
		28	Vivero	El vivero tiene un área de 180 m2 con una infraestructura de caña guadua. Esta infraestructura posee el sistema de riego por aspersión para las épocas de verano.
		29	Vías de acceso	Dentro del proyecto, Mocal cuenta con varios accesos carrozables o pedestres de acuerdo al tipo de infraestructura.
Infraestructura a Licenciar	Infraestructura Principal	30	Escombrera	En la primera etapa, la construcción de la escombrera tendrá una capacidad máxima de 927,219 toneladas aproximadamente, la cual se dispondrá en un área de 4 hectáreas. En la segunda etapa de la construcción de la escombrera la capacidad de almacenamiento de la escombrera será cerca de 2.105.498 toneladas la cual será distribuido en alrededor de nueve hectáreas. En la tercera y última Etapa se procederá con colocación de alrededor 3.203.373 toneladas de material de desarrollo.
		31	Vías de acceso	Se construirán 2 nuevos accesos, el primero será de la garita El Quinde hacia la escombrera con una pendiente del 12% y el segundo acceso será hacia los cuerpos mineralizados.

Fuente: CECAL, 2024

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

5.4 Descripción de las Operaciones Mineras Licenciadas

En la siguiente tabla se resumen las actividades que se realizan en el proyecto y fueron licenciadas con la resolución No.1782.

Tabla 5-3 Actividades Licenciadas

Etapa	Estado de las Actividades	Actividades	Subactividades
Etapa de operación / mantenimiento	Actividades Licenciadas (AL)	Preparación	Destape de Yacimiento
		Sistema de arranque	Arranque mecánico
			Arranque por perforación y voladura
		Transporte	Carguío interno y externo
			Acopio de caliza
		Instalaciones complementarias	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros
			Mantenimiento de maquinaria
Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)			
Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos		
Etapa de cierre y abandono	Actividades Licenciadas (AL)	Recuperación de áreas intervenidas	Reconformación y revegetación de áreas

Fuente: CECAL, 2024

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

5.4.1 Cuerpos Mineralizados

5.4.1.1 Preparación

La preparación para la explotación del yacimiento se concreta con el retiro de la capa vegetal de los flancos del yacimiento en especial, y la creación indispensable de los frentes de trabajo de extracción. La finalidad de estos trabajos de extracción ha sido la de permitir el arranque del mineral en forma sistemática y con la calidad exigida en correspondencia con el plan de trabajo establecido.

5.4.1.2 Sistema de Arranque Utilizado

El sistema de explotación empleado en la mina Mocoral es por bancos descendentes, siguiendo los planos de estratificación y perpendicular a los bancos en receso. El avance se efectúa a todo el largo del cuerpo mineralizado, creando al final una sola plataforma de trabajo. Este procedimiento de explotación ha sido inspeccionado por la ARCOM donde concluye que la concesión minera MOCORAL realiza la explotación técnica por medio de bancos descendentes. *(Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL/ Informe ARCOM)*

5.4.1.2.1 Arranque Mecánico

El arranque de material se lo realiza por medio de la extracción mecánica de la excavadora de todo el material fracturado en los tres cuerpos la cual aparte de tener el cucharón roquero, usa como accesorio adicional el ripper exclusivamente para arrancar la roca.

5.4.1.2.2 Arranque por Perforación y Voladura

Esta actividad se la realiza cuando no existe la posibilidad de hacer el arranque mecánico, es decir en rocas peñascosas o muy grandes, consiste en la utilización de martillos neumáticos manuales accionados por medio de un compresor, los martillos llevan acoplados barrenos integrales de 0.40 a 5.60 m de longitud con broca del primer barreno de 41 mm hasta el último de 36 mm de diámetro. Las voladuras se realizan mediante el sistema de cargas discontinuas, para lo cual se prepara la red con el uso de cordón detonante, mecha lenta de encendido, fulminante común y como sustancia explosiva se emplea el ANFO como carga intermedia y dinamita (explogel) como carga de fondo. La limpieza del frente de explotación, luego de la voladura, se efectúa con una excavadora. La concesión minera cuenta con la autorización respectiva de consumo de explosivos para pequeña minería (*Anexo 2. DOCUMENTOS HABILITANTES/ Autorización consumidor explosivos*)

5.4.1.3 Transporte

El transporte del mineral desde la parte superior del yacimiento hasta los niveles bajos se lo realiza a través de volquetas las cuales suben hasta el área de extracción, donde se realiza el troceado de la caliza y mediante una excavadora se abastece a la volqueta la cual lleva el material hasta el área de recepción de su mayor cliente LACEC

Existe actualmente un área de almacenamiento de piedra caliza. Está ubicada al noroeste de las oficinas en el patio de maniobras, que corresponde a stock pasivo de caliza. Una vez almacenado el material clasificado como caliza, este es despachado en volquetas con una capacidad de 25 TM. La caliza es cargada en las volquetas con ayuda de una cargadora frontal o una excavadora. Cabe indicar que las volquetas en las que se despacha caliza son de propiedad del cliente puesto que la venta de la caliza solo se realiza in situ.

5.4.1.4 Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos

En el patio de maniobras, la clasificación consiste en visualmente determinar si el mineral es de tonalidad blanca o gris, si es apto para bloque (por su tamaño, color e impurezas de otros minerales). Si no se lo separa para bloque, se efectúa el trozamiento para lo cual tenemos disponible la utilización de dos martillos hidráulicos rompedores H115s (2 operativo y el otro de reserva), montado sobre una excavadora de orugas.

El equipo de carga pesada se encarga de clasificar y transportar la piedra caliza desde este sitio hasta el área de almacenamiento de stock de caliza ubicado en un área entre el taller mecánico y las oficinas.

La clasificación del material es la siguiente:

- TIPO A Caliza Blanca (lavada)
- TIPO B Caliza Gris
- TIPO C Bloques de Mármol
- TIPO D Caliza de baja ley

Actualmente los trabajos se concentran principalmente en la plataforma de trabajo de los cuerpos minerales y de ser el caso, en el área de almacenamiento ubicada entre el taller mecánico y oficinas, esto con la finalidad de evitar la dilución del mineral y la generación de desperdicios en la operación, además de garantizar la seguridad de toda la operación que se ejecuta a diario.

Durante la operación de trozamiento secundario se genera material de desarrollo, el cual es acumulado en un stock de pasivo de caliza. Con la implementación del equipo que está orientado hacia la recuperación de los finos hasta en un 70% nos garantizará la vida útil de la mina.

Para el siguiente proceso se espera la implementación del siguiente equipo:

Tabla 5-4 Especificaciones de Equipo para la Recuperación de Finos

ESPECIFICACIONES DE EQUIPO PARA LA RECUPERACIÓN DE FINOS	
Equipo Utilizado	Actividades
Cribado CHIEFTAIN 400 móvil	<p>Potencial de salida de hasta 200 tph. Alimentación directa. Reja de radio controlada. Grasa rellena 4 rodamientos, 2 cajas de pantalla de cubierta. Ajuste de ángulo de pantalla hidráulica. Tensor hidráulico de pantalla. Pasarela de pantalla y escalera de acceso. Transportadores hidráulicos plegables. Sistema de protección del motor apagado.</p>

Fuente: CECAL.

Elaboración: Gesambconsult, 2019.

Para la alimentación de material a la tolva se cuenta con una excavadora 320-4923 la cual tiene un cucharón roquero de 0,9 toneladas de capacidad requerido para la alimentación permanente a la tolva.

Cabe indicar que la recuperación del material solo se lo realizaría en época de verano debido a que el mineral debe estar seco para la recuperación y evitar la contaminación por la presencia de lodos.

5.4.1.5 Volumen de Mineral Extraído

Para la cuantificación del volumen de mineral extraído, se basa en los despachos realizados del mineral como Caliza Blanca Tipo A, Caliza Gris Tipo B y Bloque de Mármol Tipo C, descritas en cada una de las guías de remisión emitidas para autorizar el envío de este material fuera de la concesión.

En lo que refiere al TIPO D, se lo aproxima en base a un estimado por número de palas, mismo que permanece en mina, y se viene acumulando para su recuperación una vez se tengan los permisos para clasificarlo mediante el uso de una zaranda.

La producción anual aproximada de caliza tipo A, caliza tipo B y tipo C, es:

$$\text{Producción} = \text{Despachos} + \text{Stock final} - \text{Stock Inicial}$$

Para tener una relación de la magnitud de la explotación, podríamos hablar de un promedio de 45.000 toneladas anuales durante los últimos tres años.

La producción diaria aproximadamente es de 371.09 toneladas métricas, de acuerdo con el reporte de producción de la concesión. (*Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL/ Reporte de producción*)

5.4.1.6 Control de Despachos de Mineral

Para llevar un registro del peso de caliza vendido, en la mina se cuenta con una báscula ubicada en la vía que se dirige hacia la comunidad de Barcelona. Esta zona cuenta con una garita en donde se controla la salida de material e ingreso de volquetas.

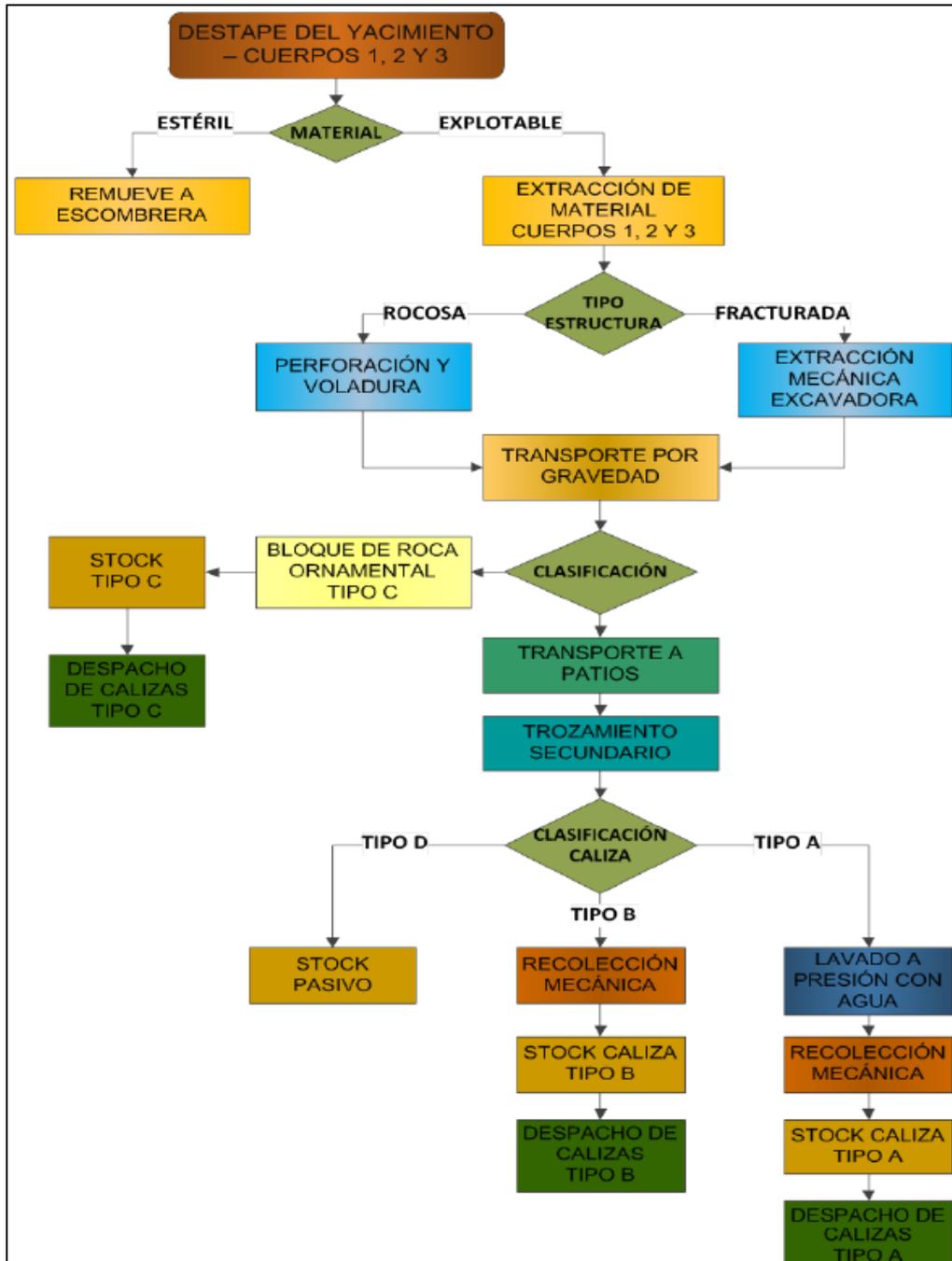
En cuanto se refiere a los bloques estos son transportados por clientes particulares mediante plataformas de 20 TM.

El material que sale de la concesión es previamente pesado y registrado su despacho utilizando la báscula de 50 TM de capacidad.

Junto a la caseta se ubica la báscula en la que se posicionan los vehículos y se pesa el volumen de material. Además, todo vehículo que sale cargado del área debe llevar colocada su respectiva carpa. Actualmente, con el fin de evitar el riesgo de caída o golpes debido a la colocación de las carpas, CECAL ha solicitado a los transportistas que estos cuenten en sus vehículos de carga con sistemas de rieles o plegables con palanca, para la colocación de las carpas.

El flujograma de las operaciones mineras en la mina Mocoral, se cita en la siguiente Figura.

Figura 5-1 Flujograma de las Operaciones de la Mina Mocoral



Fuente: CECAL.

5.4.1.7 Volumen de Estéril Extraído

En este caso por tratarse de un yacimiento de caliza, analizando el conjunto de trabajos mineros que cumplen con la producción requerida y bajo el empleo racional de las reservas, se usa un sistema de explotación con un volumen de trabajos de destape removidos de estéril para obtener un aproximado de 1 m³ de estéril / 9 toneladas de mineral según el informe de producción del último semestre, valor que ha disminuido notablemente sobre otros reportes.

El año 2018, el estéril extraído fue de 1402 m³ aproximadamente, lo que da una relación 9:1. Esta relación 9:1 se da porque se tuvo que centrar la operación minera en la extracción del cuerpo 2, sin embargo, el estéril extraído se ha acumulado en la plataforma de trabajo del cuerpo mineral # 3 al no contar con una escombrera aprobada por parte del ministerio, mismo que se ha solicitado desde el año 2015, otro porcentaje de estéril se ha utilizado como lastre para arreglo interno de vías de acceso y muros de contención o como ayuda comunitaria para el lastrado de vías externas.

En la mina se ha continuado con el proceso de reportes: diarios, mensuales, semestrales y anuales de producción para tener un estricto control de la producción y despachos.

Los volúmenes registrados, se los controlan con los volúmenes estimados mediante perfiles topográficos de control, realizados en los tres cuerpos minerales.

5.4.1.8 Evacuación de Efluentes

El desagüe se realiza desde el inicio y en forma consecutiva a la preparación, mediante el secado del yacimiento con la construcción de una cuneta de coronación de alrededor 900 metros en la parte superior del yacimiento en defensa de los trabajos mineros en los frentes de explotación contra las corrientes de agua de la superficie lo cual nos garantiza el desvío del agua de escorrentía.

Toda la operación minera tiene la forma de un embudo haciendo que todas las aguas que pasen por dicha operación terminen en una misma quebrada atravesando luego por los dos estanques de sedimentación creados para retener los detritos procedentes del yacimiento que al pasar por las piscinas de sedimentación antes de retornar a su cauce natural, tanto los estanques como las piscinas se les da su debido mantenimiento y los sedimentos depositados son enviados a un stock previamente preparado para este propósito.

5.4.2 Escombrera

Actualmente, en el área minera Mocoral no se cuenta con escombreras en operación, esto debido a que el proceso de destape de los cuerpos mineralizados ha terminado y la explotación en uno de ellos se ha paralizado a razón de que no existe un lugar establecido para la disposición de material estéril. La escombrera 1, se encuentra cerrada y reforestada en su totalidad.

La empresa ha dispuesto el talud inferior de los frentes de trabajo como un sitio de almacenamiento para el material útil denominado como el stock pasivo, en vista de que es material de caliza que es útil para otros usos y que actualmente la empresa no puede procesar, en este sitio se dispone todo el material calcáreo que sale de los frentes de trabajo y no se usa en la actualidad, este material de stock se encuentra con taludes estables y en forma natural se ha recubierto de vegetación. Adicionalmente, se ha implementado una zaranda descrita anteriormente la cual será utilizada en la recuperación de los finos de los stocks acumulados.

5.4.3 Recuperación de Áreas Intervenidas

Durante la etapa de cierre y abandono de las áreas intervenidas se procederá a realizar su reconformación y revegetación, considerando las especies propias de la zona y que se encuentren cultivadas en el Vivero.

5.4.4 Descripción de las Instalaciones Complementarias y Obras Auxiliares Licenciadas

Para el normal desenvolvimiento de las actividades mineras la compañía CECAL Cía. Ltda., ha construido infraestructura básica, basada en obras e instalaciones indispensables para cada una de las operaciones primarias y auxiliares mineras, entre las cuales se cita a continuación:

5.4.4.1 Garitas de la Concesión

Existen dos garitas en la concesión minera Mocoral, la primera se encuentra en los límites con la comunidad de Barcelona y la segunda con la comunidad de El Quinde La Libertad.

La garita que colinda con la comunidad el Quinde denominada G2, está construida con materiales metálicos, y ventanas de vidrio que ocupan un área de 1,25 metros cuadrados. Misma que sirve para controlar el ingreso del personal a mina mediante un registro físico y comunicación radiofónica mediante radios que poseen los trabajadores en mina. Existe además un control de paso de color amarillo con franjas negras para controlar el ingreso de transporte.

Figura 5-2 Garita en el Quinde



Fuente: CECAL.

5.4.4.2 Campamentos

Dentro de la concesión minera existe un campamento conformado por: 2 villas, 1 comedor, 1 cocina, 1 vivienda para oficina y dormitorios, 1 área recreativa y baterías sanitarias.

Campamento 1

En este campamento se utilizan dos dormitorios donde reside el personal técnico, en el área residen 2 personas y tiene capacidad para recibir a 5 más en caso de ser necesario. Tiene servicio de DIRECTV e internet inalámbrico y teléfono satelital, además de tres baños individuales en las mejores condiciones.

Campamento 2

Este campamento fue remodelado íntegramente en 2012, está conformado de dos plantas (planta 1, debidamente separadas está conformado por oficinas de administración, la planta 2 está constituida exclusivamente para dormitorio de los trabajadores). Las oficinas están totalmente equipadas con tres escritorios, sala de reuniones y baño. El área de los dormitorios se encuentra higiénicamente bien llevados y se tiene sillones para la comodidad de los trabajadores. Los dormitorios se localizan dentro del campamento, se trata de habitaciones cómodas con una sección grande intermedia en la cual está ubicado un televisor y un DVD, se cuenta con el servicio de televisión por cable DIRECTV, para la reproducción de películas, vestidores y en el exterior se dispone un hall.

Campamento 3

Considerando el proceso de mejora continua de la empresa, se ha construido un nuevo campamento administrativo y que aloja a los técnicos de la empresa y tiene una capacidad de 10 personas. Este campamento cuenta con todas las especificaciones técnicas requeridas para uso de personal y para oficinas, se encuentra ubicado junto a la cancha, cuenta con instalaciones estructurales, eléctricas y sanitarias adecuadas.

Campamento 4

Dentro de las instalaciones de la mina se construyó un campamento exclusivamente para el personal de cocina, el mismo que consta de dos habitaciones y un baño. La construcción se efectuó en el área del antiguo comedor.

Las habitaciones se construyeron con bloque, cemento y columnas para sus paredes; zinc en su techo, puertas metálicas, y pisos de baldosa.

Figura 5-3 Campamento 3 y 4



Fuente: CECAL.

5.4.4.3 Cocina y Comedor

En la mina Mocoral la empresa CECAL cuenta con una edificación en donde se ubica el comedor y la cocina. Está formada de una sola planta, construida hormigón y bloque con techo de zinc. Dentro de la edificación se tienen dos zonas bien diferenciadas: el comedor y la cocina.

La cocina está equipada con dos cocinas industriales, un congelador y un horno, en la primera se preparan las tres comidas diarias que se brinda al personal que vive y trabaja en la mina.

El área del comedor se mantiene con higiene y orden, garantizando la salud de los trabajadores que ingieren los alimentos preparados en dicho lugar. Junto a la edificación comedor-cocina se ubica la bodega de almacenamiento de alimentos, la que cuenta con refrigerador y estantes para colocar vegetales, frutas, conservas entre otros. Cada 15 días se realiza un pedido de provisión de víveres para la Mina, de acuerdo con las necesidades de alimentación del personal que labora en mina. Los víveres son comprados en la ciudad de Quito y trasladados a mina en Otavalo. Los alimentos como hortalizas y legumbres son recolectados de los huertos propios generados en mina.

Previo a la recepción de los víveres en la despensa, el personal de cocina efectúa la limpieza y mantenimiento de las instalaciones de la bodega de víveres esto permite mantener en buen estado los comestibles.

Los recipientes de gas licuado de petróleo son colocados en el lugar fuera de cocina preparada previamente de hormigón con la finalidad de evitar problemas. En el caso de conatos el personal está entrenado para combatir con un extintor tipo PQS de 10 libras que esta presurizado y con el manteniendo respectivo, además el personal revisa periódicamente su buen funcionamiento. Durante este semestre se incorporó señalética de no fumar, peligro y el grado de peligrosidad del área, además de dos candados de seguridad para su manipulación y se cambiaron las válvulas disipadoras de gas controlado. Todo el personal que trabaja en el área de cocina recibe protectores de cabeza, los cuales son revisados de manera permanente para precautelar la limpieza e higiene en los alimentos.

Figura 5-4 Comedor y Cocina



Fuente: CECAL.

5.4.4.4 Oficina

La oficina cuenta con el servicio de Internet inalámbrico, y telefonía celular, para la mejor comunicación dentro y fuera de la empresa.

Figura 5-5 Oficinas



Fuente: CECAL

5.4.4.5 Enfermería

La compañía CECAL ha contratado los servicios de un especialista en el área de salud.

Para cualquier enfermedad o accidente mayor inmediatamente el paciente es evacuado a un centro de salud ya sea en la cabecera parroquial de Selva Alegre o en casos de mayor emergencia hacia la ciudad de Otavalo o Quito, para lo cual siempre está un vehículo a disposición.

Se cuenta con un botiquín médico de primeros auxilios y todo el equipo complementario como camilla e inmovilizadores los cuales son inspeccionados periódicamente por la una profesional en Salud Ocupacional. Se mantiene un convenio con el Centro de Salud de la Parroquia en caso de necesitarlo acudir a este sitio y si se requiere mayor atención se trasladará a la Parroquia de Apuela que está ubicado a unos 45 minutos.

5.4.4.6 Zona de Recreación

Entre la edificación de la cocina-comedor y la villa del personal administrativo, se ubica el área recreacional, misma que cuenta con una cancha mixta además se contará con una sala de juego.

Los materiales que fueron utilizados en esta área recreativa fueron, cemento, bloques, porcelanato, tejado, ventanas con vidrio y aluminio, además posee un punto de conexión wifi y 8 de electricidad.

En el área de juegos se colocará una televisión, asientos, mesas de juegos, y otros muebles para generar actividades de recreación en la misma.

Figura 5-6 Zonas de Recreación



Fuente: CECAL.

5.4.4.7 Baterías Sanitarias y Lavabos

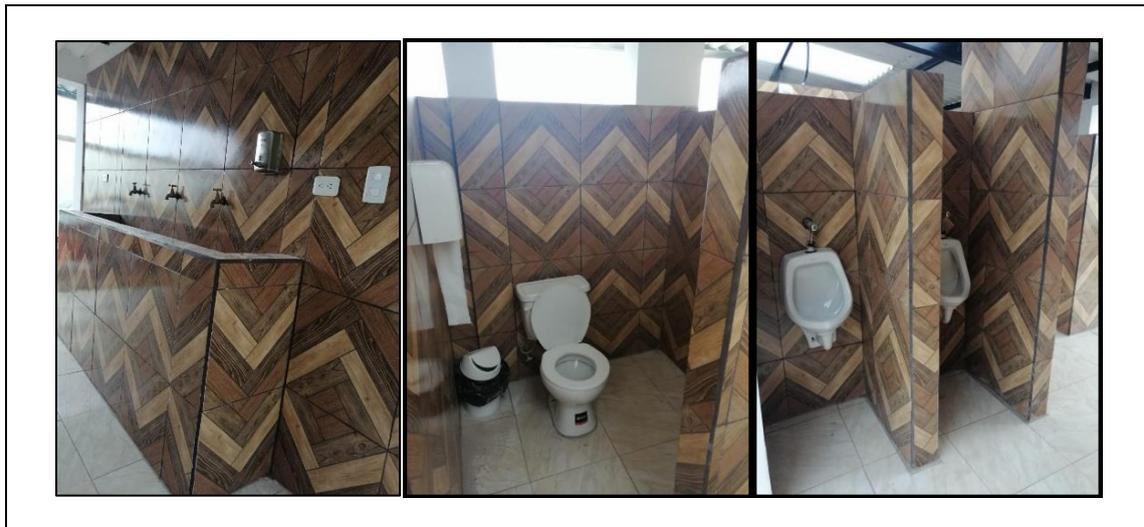
En el área minera actualmente existen 9 baterías sanitarias (1 en la villa del personal de cocina, 3 en el área de baños del personal, 1 junto a la oficina, 2 en el campamento de los técnicos y 3 en el campamento administrativo).

Además, cabe indicar que se readecuaron los baños del personal el cual constara de 3 baños, 3 duchas independientes, 2 urinarios y 1 un lavamanos. Los materiales para la construcción fueron, cerámica para pisos y paredes, tejado translucido, y opaco, duchas eléctricas, inodoros, tazas de baño, tubería, alambre para conexiones eléctricas, tubería para cableado, llaves, entre otros.

Para ello existe un sistema de tratamiento de aguas negras y grises la cual facilita su tratamiento primario de las aguas domésticas, está ubicado a un costado de la Alternativa 1, bajo el vivero y recoge las aguas negras de los campamentos y comedor, se realizan inspecciones permanentes del estado de las instalaciones y conexiones fosa y la limpieza de la vegetación que cubre la tubería de PVC, la función de esta fosa es realizar la separación y transformación físico-química de la materia sólida contenida en dichas aguas.

Figura 5-7 Adecuación de baños





Fuente: CECAL.

5.4.4.8 Almacenamiento de Combustible

La mina Mocoral cuenta con un área designada para el almacenamiento de combustibles que previamente es transportado por vehículos destinados para este fin, desde la ciudad de Quito en tanqueros de 4000 galones de capacidad con todas las medidas de seguridad. Para la descarga del combustible desde el tanquero hasta el tanque estacionario se procede con el procedimiento de carga y descarga de combustible. Además, se ha elaborado el Análisis de Riesgo respectivo y el permiso de trabajo que es emitida por el jefe de mina y/o jefe de seguridad.

El área de almacenamiento de combustibles está junto a la de mantenimiento. El tanque de combustible tiene la capacidad de almacenamiento de 6000 galones. Este tanque está colocado dentro de un cubeto con piso y paredes de hormigón; al interior de la infraestructura existen trampas de grasas, que ayudan a recolectar el combustible que gotea o posibles derrames.

Esta área además cuenta con la señalización preventiva y de peligro respectiva de acuerdo con las normas INEN y la reglamentación ambiental vigente en lo referente al almacenamiento de combustibles. En el año 2017 fue instalado un tanque estacionario de combustible se realizan inspecciones y mediciones del tanque de combustible en el que se verifica el buen estado del tanque.

Figura 5-8 Tanque de Abastecimiento de Combustible Estacionario y Móvil



Fuente: CECAL.

La empresa además cuenta con un sistema portátil de abastecimiento de combustible, que consiste en un pequeño tanque de combustibles colocado sobre un remolque con cubeto de contención de derrames. El tanque cuenta con su respectiva señalización de seguridad.

5.4.4.9 Talleres y Bodegas

La mina cuenta con un taller mecánico que está formado de las siguientes áreas:

Galpón de mantenimiento, esta área es donde ingresa la maquinaria para su respectiva revisión y mantenimiento. Cuenta con una fosa cubierta con rejilla para realizar los cambios de aceite, se ha incorporado un sistema de izamiento móvil nuevo. Esta área tiene la señalización correspondiente, así como dos extintores y recipientes para la clasificación de desechos. Este galpón está conectado a una trampa de grasa ubicada al noroeste.

Bodegas y Oficina, en el taller mecánico se cuenta con dos bodegas y una oficina. La una bodega es para almacenar las herramientas de los trabajadores que trabajan en el área; la segunda bodega es para almacenar insumos de seguridad, aditivos, grasas, repuestos y aceites que están contenidos en cubetos. En las bodegas se cuenta con estantes para la organización de las cosas almacenadas. En el área de oficina es donde pasa el supervisor de mantenimiento y se mantienen los registros de mantenimiento.

El taller mecánico cuenta con una fosa que está conectada a una trampa de grasas, misma que facilita la recolección de aceites usados en caso de derrames al momento de cambio de aceites de maquinaria o de algún trabajo adicional, para evitar incidentes en los trabajos que realizan en este sitio se mantiene las barandas de seguridad además pintado con color amarillo y negro unido mediante cadenas.

Figura 5-9 Taller Mecánico y Bodega



Fuente: CECAL.

El taller mecánico de 16.70 m de largo por 16 m de ancho se conforma por: una bodega de materiales, bodega de repuestos y herramientas, oficina, fosa, y dispone también de un tecla de 5 toneladas de capacidad para levantar motores u objetos pesados. En él se realizan tanto mantenimientos preventivos como correctivos de máquinas y vehículos utilizados en la mina.

5.4.4.10 Polvorín

El polvorín está diseñado de la siguiente manera:

- Mampostería interna de 15 cm. como protección tiene una pantalla de hormigón armado adicional de 15 cm., con malla electrosoldada de 10x10 cm. x 6 mm columnas de 15x15 cm. en los cuatro vértices con varilla diámetro 10 mm y estribos diámetro 8 mm cada 20 cm.
- La parte superior del polvorín es de cubierta de madera y techo de Eternit.
- Cuenta con dos puertas de tol negro de 1,1 mm, y estructura de tubo cuadrado de 25x25 cm., pintadas con pintura anticorrosiva color negro.
- Cuenta con dos contrapuestas de seguridad, con sus respectivos candados de seguridad cada una de las puertas.
- Cuenta con cuatro ventanas de ventilación, dos en la parte superior y dos ventanas en la parte inferior, cada una de las cuales cuenta con un enrejado de protección 5x5 cm. de varilla de diámetro 0,14 cm.
- Cuenta con 4 varillas de cobre con el objeto de descargar cualquier corriente estática que se produzca al ingreso del polvorín, dos para cada uno de los ingresos del polvorín.
- Consta de un pararrayo a unos 30 metros de distancia del polvorín.

La bodega del Polvorín está dispuesta fuera del perímetro operativo, su construcción está conformada por una planta de hormigón armado dividida en 2 espacios, para almacenar de forma independiente el material explosivo, fulminantes y el cordón detonante con las respectivas seguridades. La construcción cumple con todas las disposiciones o normas para el almacenamiento del material explosivo.

Se cuenta con una pequeña bodega para almacenar los iniciadores, a un costado del polvorín. Esto garantiza tener controlado todos los explosivos

En junio de 2019, el permiso de consumidor de explosivos fue renovado hasta el año 2025.

El Cuerpo de Bomberos de Otavalo ha otorgado el permiso de funcionamiento actual, luego de las inspecciones realizadas y tras observar que la empresa cumple con todas las disposiciones de seguridad contra incendios.

La instalación del polvorín cumple con las normas de seguridad industrial que se necesita para almacenar material inflamable, existe la señalización respectiva, las instalaciones recibe el mantenimiento adecuado. Adicionalmente, se han reforzado los muros de resguardo con neumáticos usados de las volquetas, cumpliendo con el reciclaje de estos. Se recibió la visita del Comando Conjunto de la Fuerzas Armadas, para la inspección del polvorín, y su posterior informe fue favorable por lo cual se ha sido otorgado el permiso de funcionamiento. Se cuenta con vigilancia electrónica de las bodegas del polvorín, para lo cual fue instalada una cámara al ingreso al polvorín la cual comunica en tiempo real al monitor que está instalada en la oficina de la empresa, con lo cual se garantiza el almacenamiento de los explosivos en esta área.

Figura 5-10 Infraestructura del Polvorín



Fuente: CECAL.

Las voladuras son realizadas bajo la aprobación del jefe de mina según lo indica el procedimiento de voladuras. Por procedimiento, las voladuras se las realizan solamente los martes a partir de las 16h00, de esta manera se lo ha difundido a la comunidad y los finqueros vecinos para un mejor manejo y prevención.

5.4.4.11 Báscula

El equipo de báscula, tiene una construcción de bloque y cemento acondicionado para ordenar los instrumentos indicadores de peso de la báscula con adecuación en garita, fuera de la caseta se ubica la estructura de levante y medición, en el cual se posiciona y pesa la unidad de transporte.

Como indica nuestro procedimiento interno de control de despachos, la báscula de mina se revisa periódicamente y de ser necesario se procede con el mantenimiento, la diferencia de los pesos se los efectúa con la retroalimentación con la báscula de cliente, de haber diferencia del 5% se procederá con el mantenimiento de la báscula, se adjunta tanto la calibración de la báscula de cliente como el registro de la diferencia de la caliza despachada.

5.4.4.12 Piscinas de Sedimentación

Toda la operación minera tiene la forma de un embudo haciendo que todas las aguas que pasen por dicha operación terminen en una misma quebrada atravesando luego por dos estanques de sedimentación creados para retener los detritos procedentes del yacimiento para luego pasar por las piscinas de sedimentación antes de retornar a su cauce natural, tanto los estanques como las piscinas se les da su debido mantenimiento y los sedimentos depositados son enviados a un stock previamente preparado para este propósito, en la época de invierno se requirió de la limpieza de las piscinas de sedimentación. Además, se ha realizado limpieza de la vegetación de los costados de los estanques y piscinas.

En lo que respecta a las cunetas y alcantarillas de los caminos de ingreso mina o acceso a los cuerpos minerales, entre otros se mantiene una inspección visual constante realizando las respectivas limpiezas cuando estas las requieran, en el caso del lastrado de vías sobre todo en las labores que se efectúan en el acceso principal a los frentes de explotación de los cuerpos mineralizados siempre se envía personal adicional para la limpieza de estas. La mina cuenta con piscinas de sedimentación para el tratamiento de las aguas de escorrentía que pasan por los frentes de trabajo. La capacidad de los dos estanques son 120 y 97 metros cúbicos respectivamente, que funcionan en serie y sedimentan y clarifican las aguas que pasan por este proceso.

Figura 5-11 Infraestructura de las Piscinas de Sedimentación



Fuente: CECAL.

Continuamente se realiza el mantenimiento del área, pintando las cercas de las piscinas, podando la vegetación aledaña, y cuidando la infraestructura.

5.4.4.13 Vivero Forestal

El vivero tiene un área de 180 m² con una infraestructura de caña guadua. Esta infraestructura posee el sistema de riego por aspersion para las épocas de verano. Mientras que para la época de invierno el vivero tiene cunetas alrededor del vivero con el fin de recoger el agua lluvia y evitar que se produzca enfermedades fungosas por el exceso de humedad.

El vivero está dividido en 3 áreas: el área de los germinadores para los árboles forestales, frutales, semillas de huertos y semillas el área de las camas para las plantas que ya se encuentran en desarrollo y que recién han sido trasplantadas del germinador a las fundas y por último tenemos el área de las plantas que están en crecimiento y necesitan un proceso de adaptación antes de salir al campo.

El propósito del vivero forestal es llevar a cabo proyectos de conservación, reforestación y establecer practicas agroforestales dentro del área que posee CECAL.

El proyecto de conservación está destinado al manejo del bosque secundario que se encuentra en la parte alta de la mina. Al realizar esta actividad se está contribuyendo a la protección de

aves y animales que existe en la zona a sí mismo a los árboles que servirán de germoplasma, con el fin de llevar a cabo proyectos de reforestación con especies nativas. La empresa cumple con un programa de reforestación en áreas rehabilitadas y algunas áreas no utilizadas, se ha reforestado las escombreras que ya están cerradas.

La reforestación se realiza con especies propias de la zona como es el caso del aliso, caimitillo, matatza, aguacate, colorado entre otros.

La preparación del terreno es un conjunto de actividades que tiene como objetivo preparar una buena cama de siembra, que asegure la germinación y emergencia de la semilla, sin embargo, ello no depende sólo de la forma en que se realice la preparación de la cama, sino de las características físicas y genéticas de la semilla, así como de la manera en que se deposite en la cama de siembra.

Se cuenta con una adecuada señalización en el interior del vivero que permite mantener informado la cantidad de plántulas que han sido reforestadas y donadas a las instancias del sector, además se cuenta con señaléticas que permite diferenciar las especies listas para la reforestación.

Figura 5-12 Plantas del Vivero y Etiquetado de Plántulas



Fuente: CECAL.

Para evitar el ingreso de agua lluvia hacia las instalaciones del vivero se construyó canales perimetrales de cemento alrededor y se mantiene la limpieza periódica con la finalidad de que no se deterioren y se mantenga impermeabilizado. El personal de áreas verdes lo mantiene limpia esta cuneta, eso facilita que no se acumule el agua en el exterior. También tiene una pendiente que dirige el agua hacia una tubería que dirige hacia la cuneta de la Alternativa 1 y es enviado previamente hacia los estanques luego hacia las piscinas de sedimentación para luego ser entregado al cauce natural.

Figura 5-13 Canales Perimetrales del Vivero



Fuente: CECAL.

5.4.4.13.1 Huerto

El huerto que se mantiene en la mina es con el fin de obtener hortalizas, verduras y otros productos frescos y de mejor calidad para la cocina de la mina. Dentro del producto que sale del huerto esta la Remolacha, cebollas, col, rábano, lechugas, zanahorias, perejil, jicama, plátanos, yuca, perejil, ají, tomate, pimiento y acelga.

Figura 5-14 Siembra de Yuca y Plantas de Tomate



Fuente: CECAL.

Figura 5-15 Huerto de Leguminosas



Fuente: CECAL.

Figura 5-16 Mantenimiento y Sembrío de Semillas para su Germinación



Fuente: CECAL.

Para la germinación de plantas se realiza la recolección y selección de semillas para posteriormente plantar en el área de semilleros del vivero, después de crecer las plántulas se traslada a las áreas de plantación. El semillero fue construido con materiales reciclados de la empresa manteniendo un ecosistema equilibrado dentro de mina.

Figura 5-17 Clasificación de Plántulas



Fuente: CECAL.

Figura 5-18 Traspaso de Plántulas al Semillero



Fuente: CECAL.

Figura 5-19 Semilleros Ecológicos con Materiales Reciclables



Fuente: CECAL.

5.4.4.14 Vías de Acceso a los Cuerpos Minerales e Infraestructura

Para la comunicación a los cuerpos minerales, la empresa ha construido una vía la cual comunica los frentes de explotación de los tres cuerpos con las oficinas de la empresa y los patios de maniobras. La comunicación entre los frentes de explotación es a través de rampas las cuales cuentan con muros de seguridad de 1 metro de alto que es la altura aproximada del 0.8 de la altura del neumático como referencia la cargadora frontal CAT 972G que es la más grande con la que cuenta la mina para las operaciones de extracción de la caliza. La función de estos muros es proteger el personal y la maquinaria o vehículos que transitan por estas vías, son construidos una vez abierta la vía. La construcción de la vía se lo efectuó con una breve inclinación para desviar el agua de la vía procedente de la escorrentía, el objetivo es desviar el agua hacia una las cunetas construidas para encauzar el agua y enviar por una canalización cerca de los patios de maniobras donde es dirigida hacia la alcantarilla y recolecta para luego ser enviada hacia los estanques y su posterior proceso de sedimentación.

La construcción de la alternativa 1 de servidumbre de paso (*Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL/ Servidumbre de paso*) fue construida con la finalidad del traslado de los finqueros a sus tierras sin atravesar por el patio de maniobras de la mina en explotación. Este acceso fue debidamente entregado a las entidades del Ministerio del Ambiente y Viceministerio de Minas. El acceso, por ser responsabilidad de la empresa ha recibido el mantenimiento requerido y se encuentra bajo las condiciones adecuadas para el paso de todos los usuarios, sin embargo, la comunidad no hace uso del mismo y prefieren pasar por cancha mina.

Figura 5-20 Oficio MAE



Fuente: CECAL, 2024

Adicional a estos accesos, Mocoral ha construido diferentes accesos carrozables y pedestres para conectar todas las infraestructuras.

5.5 Descripción de la Nueva Infraestructura

Dentro de la infraestructura a licenciar se encuentra la construcción de nuevos accesos y la nueva escombrera. A continuación, se resumen las actividades necesarias para su ejecución:

Tabla 5-5 Actividades Nuevas

Etapa	Estado de las Actividades	Actividades	Subactividades
Etapa de construcción	Actividades Nuevas (AN)	Construcción de la Nueva Escombrera	Desmote y descapote
			Acopio temporal de material de descapote y suelo
			Construcción del sistema de drenaje de la escombrera
			Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras
		Construcción de accesos	Desbroce y limpieza del terreno
		Generación de desechos	Generación de desechos
Etapa de operación / mantenimiento	Actividades Nuevas (AN)	Escombrera	Relleno gradual y compactación de la escombrera
		Aspectos complementarios	Sistema de drenaje de la escombrera
			Mantenimiento de vías
Generación de desechos	Generación de desechos		
Etapa de cierre y abandono	Actividades Nuevas (AN)	Mantenimiento de escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera

Fuente: CECAL, 2024.

Elaboración: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024.

5.5.1 Construcción del Acceso Principal

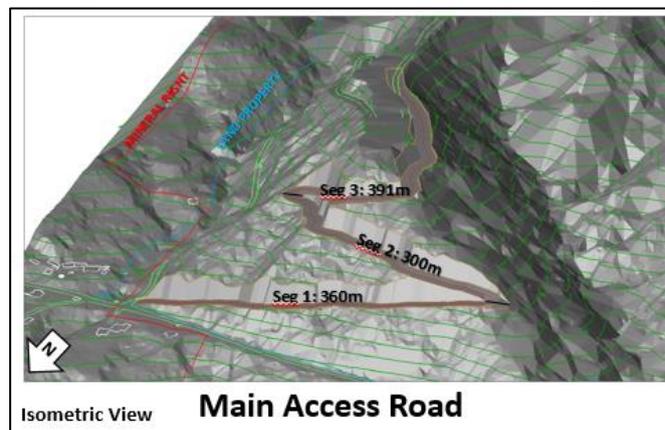
Con la finalidad de resguardar las operaciones dentro de la concesión, la empresa ha optado por la construcción de un nuevo acceso principal a la escombrera y el cuerpo mineralizado 3, los cuales se detallan a continuación:

5.5.1.1 Trazado Vial Para el Acceso Principal

Para el diseño del acceso principal que permitirá la comunicación hacia los frentes de la escombrera, se utilizó el "Método del Compás" que toma en cuenta la topografía del terreno y las especificaciones técnicas de los equipos pesados que se van a utilizar. El acceso tendrá una pendiente de diseño del 12%.

Con el alineamiento vial se procede a trazar el acceso con la ayuda del software minero Surpac.

Figura 5-21 Diseño del acceso principal



Fuente: CECAL.

Para esto se toma la dimensión entre los neumáticos de la volqueta que es de 1.20 metros teniendo un parámetro de 14 metros de ancho mismo que servirá para el acceso a la nueva área de la escombrera.

La construcción del acceso se lo efectuará por tramos, los cuales se detallan a continuación:

Acceso Principal

- Tramo 1

Longitud total del tramo: 343 metros

Pendiente: 11%

Distancia horizontal: 338 metros

Distancia vertical 46 metros

- Tramo 2

Longitud total del tramo: 259 metros

Pendiente: 12%

Distancia horizontal: 254 metros

Distancia vertical 36 metros

- Tramo 3

Longitud total del tramo: 122 metros

Pendiente: 12%

Distancia horizontal: 116 metros

Distancia vertical 16 metros

- Tramo 4

Longitud total del tramo: 74 metros

Pendiente: 12%

Distancia horizontal: 68 metros

Distancia vertical 8 metros

- Tramo 5

Longitud total del tramo: 252 metros

Pendiente: 12%

Distancia horizontal: 246 metros

Distancia vertical 34 metros

Adicional a esto, se determinó un volumen aproximado de corte y relleno de los accesos, como se muestra en la siguiente tabla. El material sobrante del corte se enviará a la escombrera.

Tabla 5-6 Volumen de Corte y Relleno

VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO		
Tramos	Volumen de corte (m ³)	Volumen de relleno (m ³)
1	30.586	6
2	47.607	0
3 y 4	230	47.028
5	1.250	678
TOTAL	78.423	47.034

Fuente: CECAL.

Elaboración: Gesambconsult, 2019.

5.5.1.2 Trazado Vial para el Acceso a Mina

Para garantizar que los accesos a los cuerpos minerales se mantengan siempre comunicados y que exista la circulación ininterrumpida del equipo caminero se construirá un nuevo camino que comunique la plataforma de retorno ubicada al nororiente del cuerpo mineral #3 en la actual plataforma de trabajo. Las características del acceso se detallan a continuación.

- Tramo 1

Longitud total del tramo: 31 metros

Pendiente: 12%

Distancia horizontal: 28 metros

Distancia vertical 4 metros

- Tramo 2

Longitud total del tramo: 250 metros

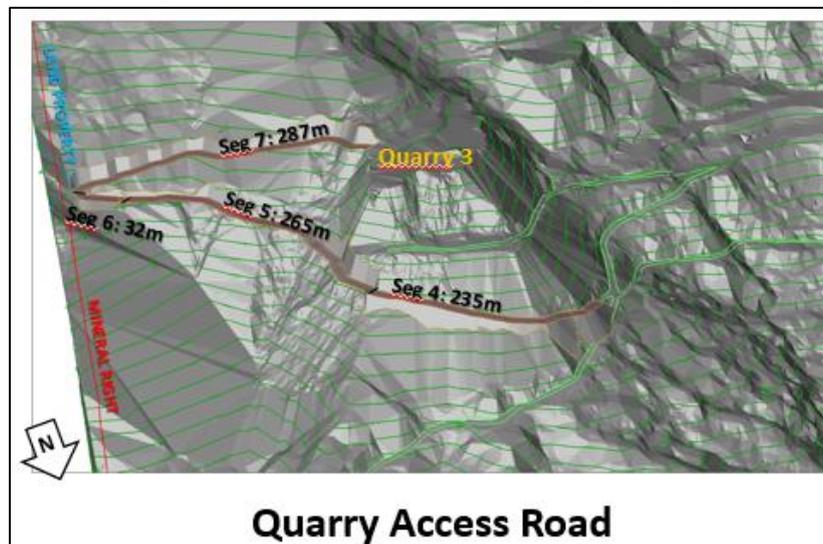
Pendiente: 12%

Distancia horizontal: 228 metros

Distancia vertical 29 metros

Con el alineamiento vial se procederá a trazar el acceso con la ayuda del software minero SURPAC.

Figura 5-22 Diseño del acceso principal



Fuente: CECAL.

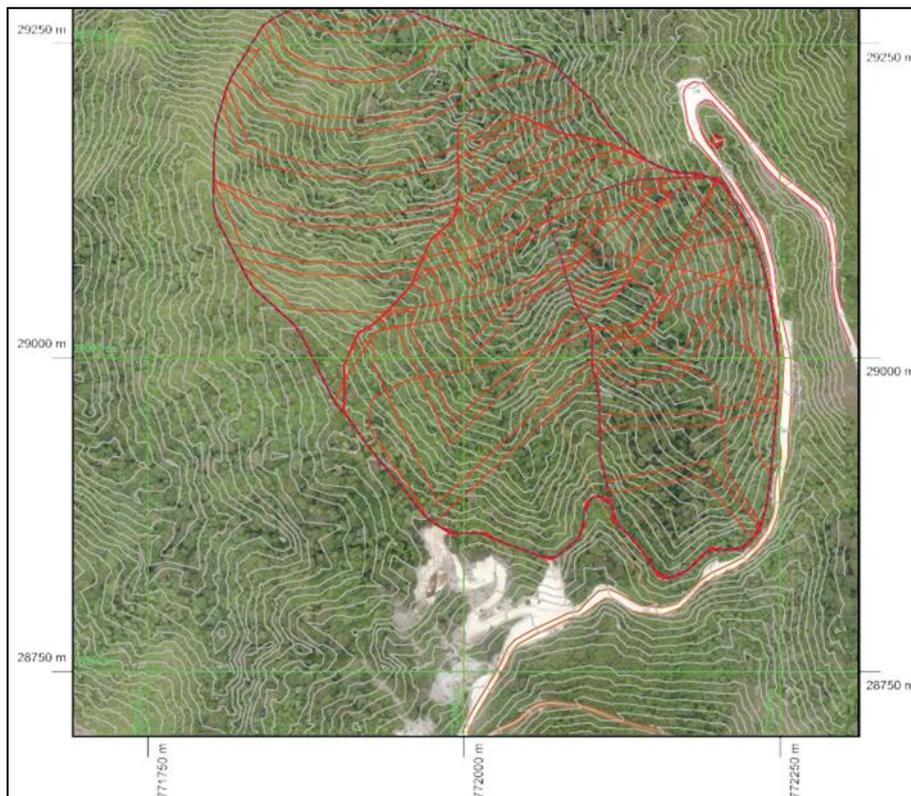
Para esto se toma la dimensión entre los neumáticos de la volqueta MAN TGS 40.400 la cual es de 1.20 metros teniendo un parámetro de 14 metros de ancho.

5.5.2 Construcción de la Nueva Escombrera

Para la extracción de caliza en los cuerpos mineralizados se deben excavar pequeñas cantidades de estéril para acceder al área del mineral o poder extraer y desarrollar los frentes de explotación para la cual se preparará una escombrera en la parte norte de la nueva área concesionada, esta será utilizada en general para el almacenamiento de material estéril y material de desarrollo procedente de los frentes de explotación y del trozamiento secundario de la roca en los patios de maniobras, al momento el material se lo acumula en diferentes áreas de la operación y se utiliza para realizar muros de seguridad, lastrado de vías internas y como donación a las vías de la comunidad, entre otros.

Para el desarrollo de diseño de la escombrera, se contempla la ejecución de obras civiles, que permitirá efectuar las labores de transporte y vertido, a fin de estudiar la funcionalidad natural de las áreas afectadas, hasta que sus elementos, las interrelaciones y los procesos sean restablecidos a un estado lo más cercano al original. El emplazamiento de la escombrera con respecto al área de explotación, esta se ubicó al norte de los cuerpos minerales, debido a que la morfología del yacimiento no permite el relleno del PIT creado en la fase de explotación de la mina. Así mismo, la forma de la escombrera depende de la morfología del terreno, como se evidencia en la siguiente figura, esta representa un relieve morfológico abrupto.

Figura 5-23 Ortofoto del Área Donde se Construirá la Nueva Escombrera



Fuente: CECAL.

5.5.2.1 Desmante y Descapote

Las actividades de desmante y descapote del material estéril se lo realizará en todas las áreas donde se proyectan las nuevas obras (accesos y nueva escombrera). Cabe resaltar que esta remoción de estéril se lo realiza con el objetivo de tener un buen espacio para las plataformas de trabajo y que los equipos puedan movilizarse de una forma segura dentro de la mina.

Tabla 5-7 Ubicación de la nueva infraestructura

Infraestructura		Ubicación UTM WGS 84 Z 17S	
		X	Y
Escombrera		772029	10029100
Vías de acceso	Acceso Principal	772204,24	10029318,86
	Acceso a mina	772305,31	10028522,57

Fuente: CECAL

El proceso del desmonte se inicia con el retiro de la capa vegetal existente, removiendo los arbustos en caso de haber, los cuales serán cortados y acumulados. Todo este trabajo se lo realizará con una excavadora CATERPILLAR.

Si existieran árboles, la madera será reutilizada para realizar labores de cercado del área de la escombrera y la fabricación de estacas para topografía.

5.5.2.2 Acopio temporal de material de descapote y suelo

El material será apilado en una zona segura para posteriormente ser enviado a la escombrera. Al desmonte le sigue remoción de la capa orgánica de suelo y roca, para esto se analizarán las áreas, espesores y volúmenes a remover. Este almacenamiento se realizará en los sitios analizados previamente. Finalmente, el suelo almacenado se lo reutilizará en los procesos de rehabilitación de los taludes finales. Para la construcción de la escombrera dentro de la concesión Mocoral se considerarán los siguientes parámetros:

Etapa 1

En la primera etapa, la construcción de la escombrera tendrá una capacidad máxima de 927,219 toneladas aproximadamente, la cual se dispondrá en un área de 4 hectáreas. Los parámetros descritos a continuación son los considerados para la construcción de la infraestructura.

Altura: 20 metros.

Número de bancos: 7 en cada etapa.

Angulo de talud del banco: 35°.

Angulo de talud de la escombrera: 35°.

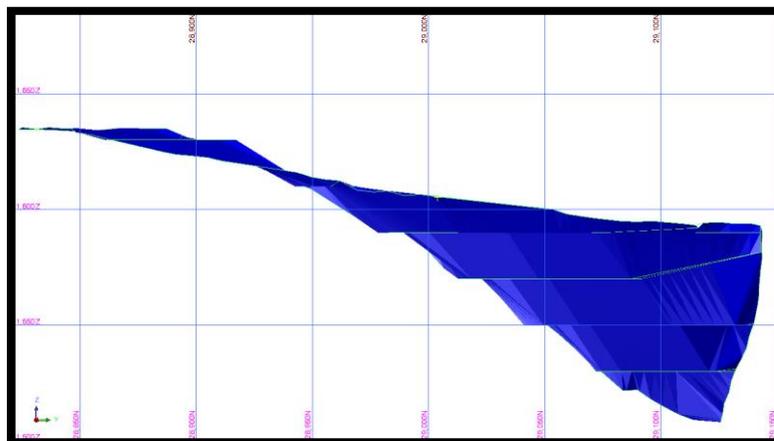
Extensión del ancho de fondo de la escombrera: 350 metros en área más amplia.

Altura de escombrera: 138 metros.

Volumen de escombrera.

El volumen final de escombrera en la tercera primera etapa es de 927,219 toneladas.

Figura 5-24 Perfil Etapa 1 Construcción Nueva Escombrera



Fuente: CECAL.

Etapa 2

En la segunda etapa de la construcción de la escombrera la capacidad de almacenamiento de la escombrera será cerca de 2.105.498 toneladas la cual será distribuido en alrededor de nueve hectáreas, los parámetros a considerar para la segunda fase de construcción serán los siguientes:

Altura del banco de la escombrera es de 20 metros.

Número de bancos en cada una de las etapas con 7.

Ángulo de talud del banco es de 35°.

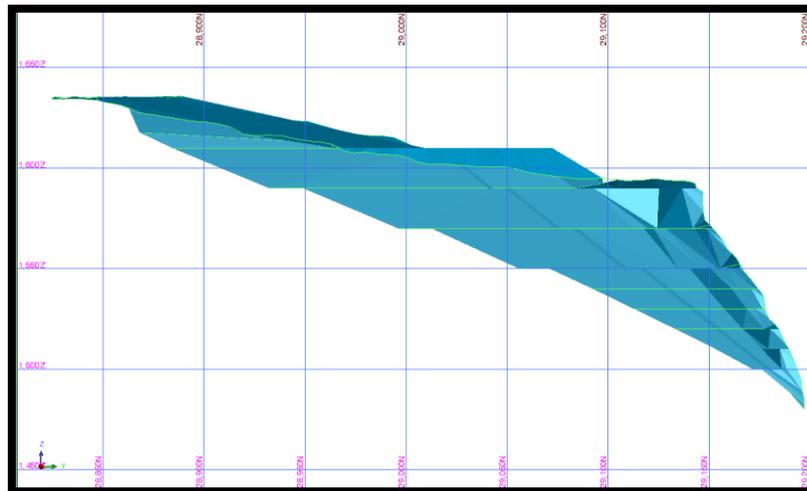
Angulo de talud de la escombrera a construirse será de 35°.

Extensión del ancho de fondo de la escombrera es de 340 metros en área más amplia.

Altura final de la escombrera será de 342 metros.

Volumen de escombrera en la primera y segunda etapa será de alrededor de 2.105.498 toneladas total capacidad.

Figura 5-25 Perfil Etapa 2 Construcción Nueva Escombrera



Fuente: CECAL.

Etapa 3

En la tercera y última Etapa se procederá con colocación de alrededor 3.203.373 toneladas de material de desarrollo, la cual tendrá los siguientes parámetros finales.

Altura del banco de la escombrera es de 30 metros.

Número de bancos en cada una de las etapas con 7.

Angulo de talud del banco es de 35°.

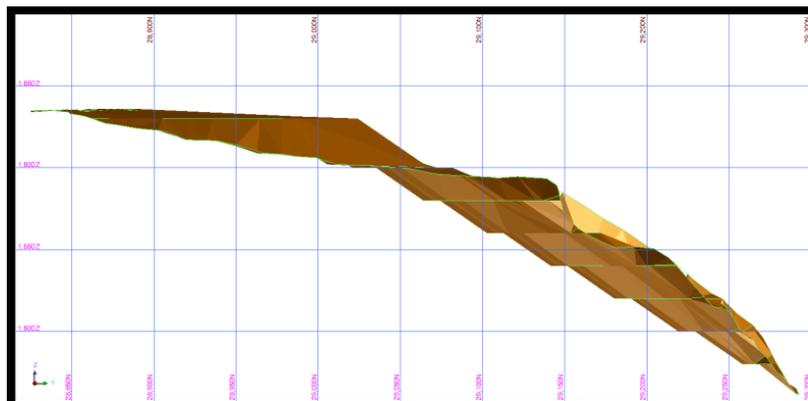
Angulo final de la escombrera a construirse será de 35°.

Extensión del ancho de fondo de la escombrera es de 442 metros en área más amplia.

Altura final de la escombrera será de 392 metros.

Volumen final de escombrera en la primera y segunda etapa será de alrededor de 3.203.373 toneladas total capacidad.

Figura 5-26 Perfil Etapa 2 Construcción Nueva Escombrera



Fuente: CECAL.

5.5.2.3 Capacidad Total de la Escombrera

A continuación, se describe la capacidad total de la escombrera que se construirá para la acumulación del estéril en el área de vertido.

Tabla 5-8 Capacidad Total de la Escombrera

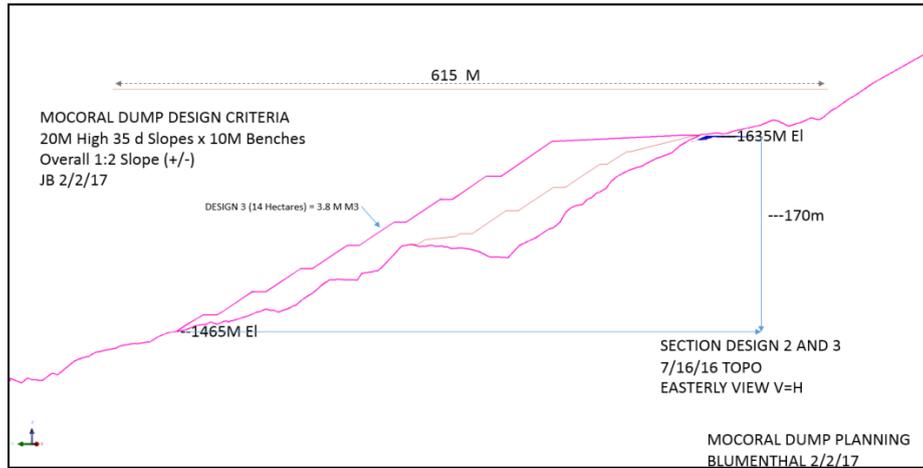
Capacidad de Etapas Área de Reclamación (Toneladas)				
Nivel	1	2	3	Total
1620	98.298	68.986	569.274	736.557
1600	221.165	396.678	608.365	1.226.208
1580	248.448	500.538	484.493	1.233.478
1560	195.654	455.782	395.443	1.046.880
1540	111.488	352.928	350.835	815.251
1520	47.053	234.035	310.278	591.366
1500	5.114	85.350	280531	370.995
1480		11.194	167.821	179.014
1460		6	36.333	36.339
TOTAL	927,219	2,105,498	3,203,373	6.236.090

Fuente: CECAL.

5.5.2.4 Extensión de los Frentes de Trabajo en Escombrera

Las dimensiones de la escombrera se definen por los siguientes criterios de diseño preliminar, la escombrera de 615 m y profundidad entre cotas consideradas para el diseño de 170 m.

Figura 5-27 Criterios de Diseño de la Escombrera



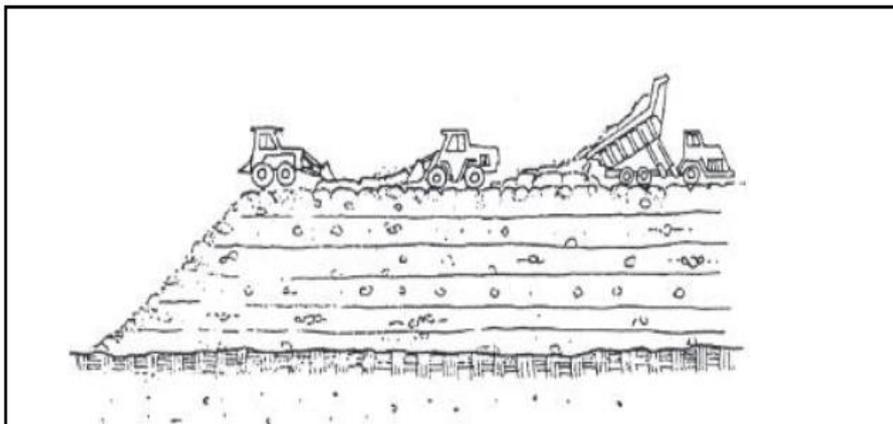
Fuente: CECAL.

5.5.2.5 Criterios para el Diseño de la Escombrera

Además de los parámetros descritos en cada una de las etapas a continuación se detalla los trabajos a ejecutarse para la construcción de la escombrera.

El material estéril proveniente de la operación de los cuerpos minerales será depositado a una distancia mayor a 5 metros del borde de la plataforma para luego ser extendido con la ayuda de una cargadora frontal 972G. Es recomendable que el material estéril sea compactado para una mejor estabilidad en el talud, tal como indica en la imagen. Lo cual es un método ideal y seguro.

Figura 5-28 Método Ideal de Construcción de la Escombrera



Fuente: CECAL.

5.5.2.6 Sistema de drenaje del Área de la Nueva Escombrera

Para la construcción de la nueva escombrera se ha considerado la construcción de un sistema de drenaje que garantizará su estabilización, así como desvío del agua de escorrentía y el dren del área para lo cual se construirán plataformas compactadas en forma ascendente con la colocación de tubos de PVC perforados que ayuden el drenaje del agua de escorrentía (drenaje tipo francés).

Tabla 5-9 Drenaje del Área de la Nueva Escombrera

TCM* Diámetro (")	Etapa Área de Reclamación Longitud Lineal 3D (m)				Total
	1	2	3	Descarga	
8	528	813	1.050	49	2.440
15	404				404
18		107	147	59	313
24				217	217
TOTAL	932	920	1.198	325	3.375

Fuente: CECAL.

Asunciones de Cálculo Hidráulico del Drenaje

Datos de Hidrología y Climatología acorde a registros históricos.

Tiempo de Retorno estimado de 20 a 30 años.

Levantamiento Topográfico a 01/07/2019.

Promedio de Precipitación Anual: 1442 mm.

Valor máximo de precipitación en 24-horas entre 59 mm a 113 mm.

En la parte inferior de esta escombrera existe una amplia plataforma de recepción de material útil, esta plataforma está rodeada con un borde de seguridad alrededor, este borde consiste en un muro de piedra con una altura aproximada de 5 metros, el mismo que a más de contener el material útil contenido en esta plataforma, protege los accesos del riesgo de caída de materia estéril desde esta escombrera.

Luego de realizadas las acciones antes descritas, esta escombrera debe mantener un ritmo de relleno controlado, controlando permanentemente la estabilidad de los taludes y el relleno ascendente en forma homogénea, así como también controlando el correcto funcionamiento del dren.

Con la finalidad de controlar los riesgos de asentamientos y/o deslizamientos, la empresa establecerá punto de control geotécnico en la base y costados de esta escombrera, cabe indicar que este riesgo es de nivel bajo por cuanto la altura proyectada de la escombrera no sobrepasa los 25 metros con taludes estables que están dispuestos conservando sus bermas de seguridad y un ángulo de 35°, además se debe indicar que se encuentra diseñada sobre un intrusivo (Granito).

Adicionalmente en caso de ser aprobada la rehabilitación de dicha escombrera, se debe mantener el mantenimiento y limpieza tanto de las bermas de seguridad como la plataforma en época de verano para precautelar su funcionamiento en la época de invierno.

El control de asentamientos y eventuales deslizamientos en la escombrera no utilizada, se lo realizará con la reapertura y limpieza del camino o berma de seguridad existente hacia la base de la escombrera, y el ensanchamiento de la berma de seguridad, así como la construcción de las cunetas de coronación que eviten el escurrimiento del agua lluvia hacia la escombrera.

El control y monitoreo de los agrietamientos y asentamientos están a cargo del ingeniero de la mina, que debe reportar cualquier anomalía y alertar del control de las labores.

5.6 Aspectos Complementarios

5.6.1 Servicios Básicos e Insumos

En la mina cuenta con todos los servicios básicos, tanto para personal que vive permanente en mina, así como para las personas que eventualmente nos visitan. El servicio de energía eléctrica lo tomamos del sistema interconectado, el abastecimiento de agua es a través de vertiente naturales las cuales previamente ha sido concesionado, además se cuenta con cuatro campamentos como se describe a continuación, así como las instalaciones del comedor – cocina, despensa y baterías sanitarias.

Agua

En la actualidad existe un sistema de captación y distribución de agua de consumo, este consiste en un pre-sedimentador y tanque de captación y desde este se conduce el agua a dos tanques de polietileno que cumplen diferentes funciones, uno es asignado para el servicio en la captación y el otro para el almacenamiento y distribución, en el último tanque se cumple un tratamiento de cloración del agua para posteriormente a través de mangueras proceder a la distribución interna.

Energía Eléctrica

El servicio de energía eléctrica en la mina y sus instalaciones es suministrado de la línea de transmisión que llega hasta Selva Alegre, este servicio es necesario en las instalaciones de la mina, quehaceres domésticos. El uso de este importante elemento es mayormente en la noche.

Las instalaciones eléctricas cuentan con sistemas de encendido industriales, control de interruptores automáticos y sus conducciones es a través de canaletas y tuberías, se encuentran bien distribuidas y mantenidas y además cuentan con un tablero de control con la señalización respectiva.

Insumos

Tanto los materiales, insumos y suministros para consumo en la mina son abastecidos desde Quito, según las necesidades requeridas en mina, puede ser semanal o quincenal. Cada 15 días se realiza un pedido de provisión de víveres para la mina, de acuerdo con las necesidades de alimentación del personal que labora en mina. Los víveres son comprados en la ciudad de Quito y trasladados a mina en Otavalo. Los alimentos como hortalizas y legumbres son recolectados de los huertos propios generados en mina.

Los aceites y repuestos que se utilizan en la maquinaria y equipos exclusivamente son adquiridos en Quito.

Sistema de Comunicación

El sistema de comunicación del área minera está constituido por teléfono celular con base estacionaria, internet y radios, los equipos citados reciben el mantenimiento correspondiente.

5.6.2 Maquinaria y Equipos

Para la operación de la mina la empresa cuenta con su propia maquinaria, la cual es debidamente mantenida y operada por personal capacitado.

Los equipos y maquinarias de la empresa son sometidos a chequeos y mantenimientos preventivos de acuerdo a los manuales de uso, así como a las especificaciones y capacitaciones realizadas por las casas comercializadoras de estos equipos.

Tabla 5-10 Tipo de Maquinaria

Tipo de Maquinaria	Características
5 excavadoras	- Marca: CATERPILLAR 320 CL. - Marca: CATERPILLAR 320 CL. - Marca: CATERPILLAR 320. - Marca: KOMATSU PC 400. - Marca: CATERPILLAR 3336 D2L.
3 martillo rompedor	- Martillo: H115S. - Martillo: H115S. - Martillo: H115E.
2 cargadoras frontales	- Marca: CATERPILLAR 972. - Marca: CATERPILLAR 950 H.
2 compresores neumáticos	- Marca: SULLAIR. - Marca: INGERSOND RAND XP 185.

Fuente: Cecal, 2019.

Los equipos y maquinarias de la empresa son sometidos a los chequeos y mantenimientos requeridos por los manuales de uso de los mismo y de acuerdo a las explicaciones, exigencias y capacitaciones realizadas por las casas comercializadoras de estos equipos.

5.6.3 Manejo de Residuos y Desechos

En las siguientes Tablas se cita el tipo de desechos y su volumen aproximado que se genera en la mina.

Tabla 5-11 Tipo de Desechos que se Genera en la Mina Mocoral

Fuente Generadora de Desechos	Tipo de Desecho
Campamento	Restos de comida y restos de productos comestibles, recipientes de cartón, plástico, vidrio y lata, fundas y cartones, papel higiénico.
Oficinas	Papel, plástico.
Bodegas	Fundas, cartones, envases de cartón, restos de materiales plásticos, metálicos, vidrios, telas, guantes de lona y caucho.
Talleres	Recipientes de materiales, herramientas e insumos, suelda, plásticos, cartón, restos de metales, filtros,

Fuente Generadora de Desechos	Tipo de Desecho
	alambres, cables, recipientes de y restos de grasas y aceites, guaipes, franelas.
Almacenaje de combustibles	Restos de guaipes, franelas.
Vivero	Recipientes de papel, plásticos y tetra pack de insumos y materiales.
Mina	Material estéril.

Fuente: CECAL.

Tabla 5-12 Volúmenes de Desechos

Concesión Minera	Tipos de Desechos	Volumen
MOCORAL	Desechos comunes	21 Kg/ día
	Desechos peligrosos (aceites quemados)	392gal/año

Fuente: CECAL.

Los desechos sólidos domésticos biodegradables están constituidos exclusivamente por los restos de alimentos provenientes del área de la cocina.

Actualmente en el área minera se ha construido un relleno sanitario, el diseño de este sistema se ha destinado para realizar el manejo de desechos orgánicos e inorgánicos, de forma que los desechos orgánicos sean manejados técnicamente ambiental. Del manejo adecuado de los desechos orgánicos se obtiene abono, insumo que es utilizado en el vivero que tiene Cecal en el área minera.

Dentro de la concesión, existen desechos generados por el consumo humano clasificados en desechos orgánicos e inorgánicos receptados en contenedores que los albergan que se subdividen botellas recicladas, cartón reciclado.

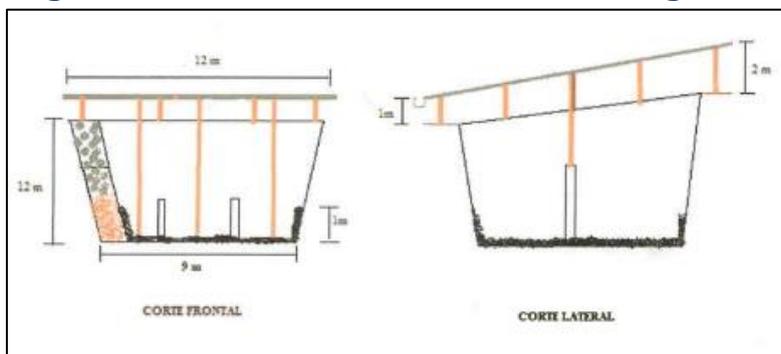
5.6.3.1 Relleno Sanitario

El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos, el cual fue construido bajo las especificaciones técnicas descritas a continuación:

Dimensiones: 12 x 12 m

Diseño:

Figura 5-29 Contenedores de Residuos Inorgánicos



Fuente: CECAL

Estructura:

- Estructura del techo:
 - Soporte vertical: 14 lecheros
 - Soporte horizontal: 14 lecheros
 - Soportes centrales: 3 lecheros
 - Canaletas: 4 C/U 3m
 - Zin: 12
 - Piedra bola
 - Malla de galliero
 - Pintura verde

Construcción del Fondo del Relleno

- Nivel freático: 40 m
- Barrea geológica: Suelo arcilloso
- Espesor de barrera geológica a nivel freático: 28 m
- Capa de plástico estancar: material arcilloso, 3 capas de 25 cm, de arcilla. (Homogeniza, compacta, moja y seca a cada capa)
- Capa de plástico estancar: polietileno de alta densidad (PEHD), el largo y ancho depende del proveedor, características físicas y químicas.
 - No posee huecos, roturas, burbujas o cavidades.
 - Espesor homogéneo
 - Impermeable para agua, hidrocarburos, clorurados y no clorurados, acetona y tricloroetileno
 - Resistente contra calor y condiciones climáticas adversas
- Colocación de las laminillas
- Área de recubrimiento: 165m², 121 m² en la base, parte de la pared 44 m² cada uno de los lados 11m². Se seguirá recubrimiento mientras sea necesario para evitarse rompimiento del plástico.

Chimenea

Se colocó 2 jaulas de malla de 4 puntas de madera y se las llena con piedra bola < 16mm, por la facilidad de colocación. Que ira creciendo mientras vaya aumentando el volumen del relleno.

OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

Recursos Tecnicos y Humanos

Personal necesario:

El personal de áreas verdes serán los autorizados para la recolección de la basura inorgánica y orgánica, en horarios establecidos, miércoles solo orgánico a partir de la 1 pm, viernes inorgánicos y orgánicos a partir de la 1 pm.

Equipos y Herramientas

Vehículos:

Se utilizara la cargadora CAT950B los días que se hace la recolección de desechos orgánicos e inorgánicos el mismo día, y se utilizara la caretilla en los días que se hace la recolección de los desechos orgánicos.

Balance y registro:

Los desechos sólidos inorgánicos sean pesados con una pesa de mano y se realizaran el registro correspondiente.

Los desechos sólidos orgánicos serán medidos en volúmenes, con su respectivo registro.

Herramientas:

El equipo necesario son utensillos como pala, chaya, azadón, más un compactador manual.

MATERIALES NECESARIOS PARA EL MANTENIMIENTO Y LA OPERACIÓN

Se necesitan los siguientes materiales para la operación del relleno sanitario:

- Construcción de chimeneas:
 - Malla metálica
 - Piedra bola
 - Palos
 - Clavos
- Preparación de celdas nuevas y cubierta diaria:
 - Material de cubierta arcilloso
 - Tanto para la preparación de celdas nuevas como para la cobertura de la capa o celda diaria se necesaria tierra arcillosa que asegura una superficie impermeable contra la infiltración de aguas de lluvia en la cobertura diaria.
 - Se necesita una cantidad aproximada de 25-30% de la cantidad de basura enterrada diariamente.
- Protección de los trabajadores y seguridad de trabajo:

Los materiales elementales para la protección de los trabajadores en el relleno son:

- Uniforme
- Guantes

- Botas de seguridad con punta y suela reforzada de acero.
- Mascarillas
- En caso de clima lluvioso: Ponchos, gorras o sombreros

5.6.3.2 Área de Almacenamiento de Material Orgánico e Inorgánico

Se cuenta con un área de almacenamiento de material orgánico con el que posteriormente con los recursos adecuados se realiza compostaje para el área del vivero.

Figura 5-30 Contenedores de Residuos Inorgánicos



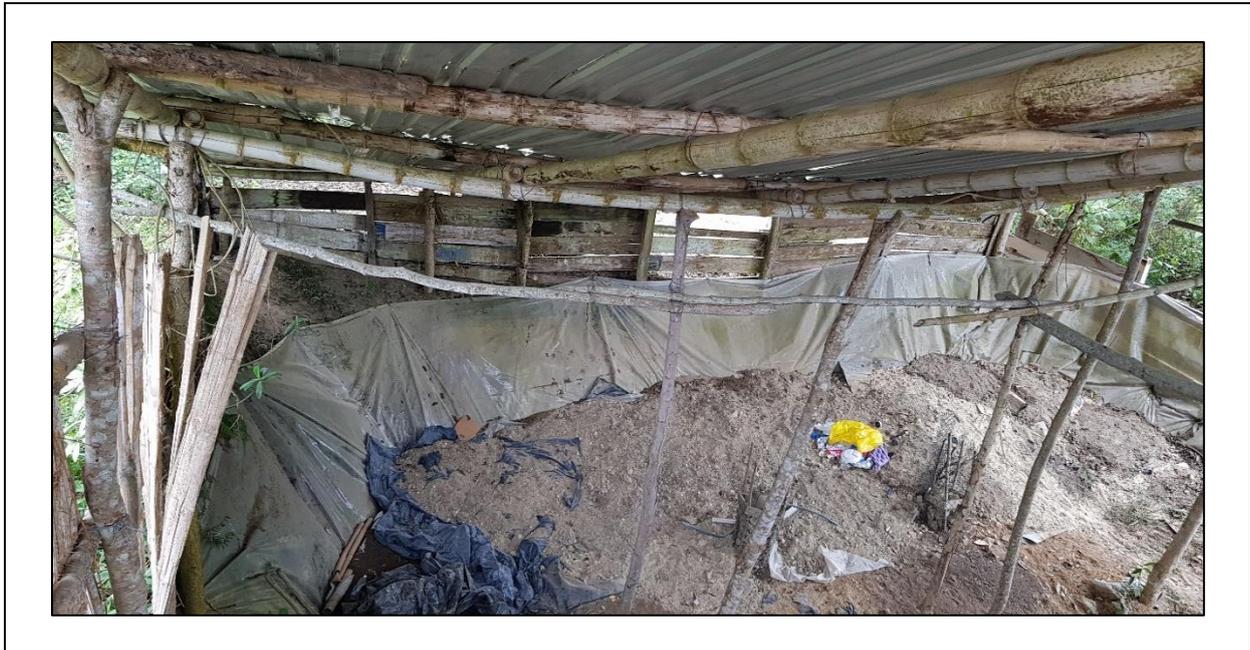
Fuente: CECAL.

Figura 5-31 Distribución de Material Reciclable



Fuente: CECAL.

Figura 5-32 Área de Manejo de Desechos Inorgánicos



Fuente: CECAL.

Dentro del área de manejo de desechos inorgánicos se realiza una deposición diaria de los residuos generados de la mina que se encuentran dentro de los aceptables para su descomposición conforme avanza el crecimiento de estas capas se realiza una nivelación de esta área que es continua.

5.6.4 Mano de obra

Actualmente la concesión minera MOCORAL cuenta con personal contratado, un total de 22 trabajadores, con distintos cargos, descritos a continuación:

Tabla 5-13 Personal contratado

Número de personal existente					
Directivo	Administrativo	Profesional	Operativo	Indirecto	No. De personal afiliado al IESS (planilla)
1	1	2	12	6	22

Fuente: CECAL

Cabe mencionar que no se requerirá contratar personal adicional para la construcción de las nuevas áreas.

6 LÍNEA BASE

6.1 Componente Físico

6.1.1 Clima

La zona de estudio, según la clasificación climática del INAMHI 2017 (Tipos de Clima del Ecuador 2017), se encuentra en la zona de clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo.

Los datos para la caracterización climatológica se tomaron de la estación Otavalo (M105) de los últimos 10 años desde el 2005 al 2014, con los cuales se determinó los parámetros climatológicos presentes en la zona de estudio. La ubicación de la estación climatológica cercana a la zona de estudio se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6-1 Información General de las Estaciones

ESTACIÓN METEOROLÓGICA					
Estación Código INAMHI	Coordenadas Geográficas		Elevación (msnm)	Entidad Operador	Período
	W	N			
Otavalo(M105)	0.243333	-78.250000	2550	INAMHI	2005-2014

Fuente: INAMHI 2015

Elaborado: Gesambconsult 2019.

6.1.1.1 Precipitación

El valor promedio mensual es de 76,37 mm, que corresponde a un clima Sub-húmedo Templado. Los meses de mayor precipitación son marzo, abril y noviembre. Los meses ecológicamente secos son julio a septiembre. El mes más lluvioso es abril con 150,46 mm y el más seco es el mes de julio que registra un 23.36 mm, en promedio. En la siguiente Tabla y Gráfico se presentan las precipitaciones mensuales promedio de la estación meteorológica Otavalo M105.

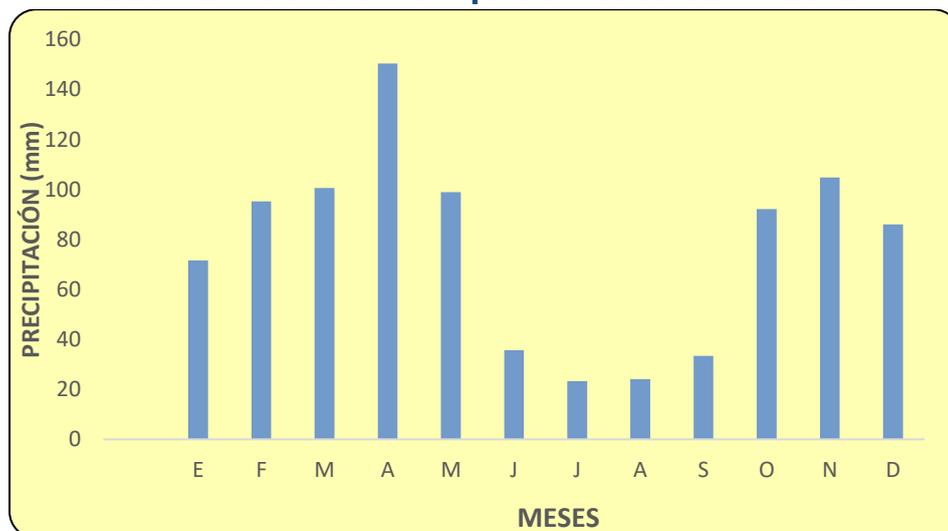
Tabla 6-2 Precipitación Mensual Promedio en la Estación Otavalo M105

Precipitaciones (mm). Período 2005-2014.													
Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
Precipitación máxima	131,7	148,71	223,5	302,1	170,5	88,4	78,8	41,8	69,8	158,1	204	199,6	104,52
Precipitación media	71,65	95,29	100,55	150,46	98,90	35,68	23,36	24,04	33,46	92,12	104,82	86,07	76,37
Precipitación mínima	7,7	19,2	21,81	47,9	28,2	3,6	4,3	0,7	6,1	46,3	62,8	28,5	54,49

Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

Gráfico 6-1 Distribución de la Precipitación Mensual Media. 2005 - 2014



Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

6.1.1.2 Temperatura

La temperatura media multianual para el área de estudio es de alrededor de 14,61 °C. Las temperaturas son típicamente templadas hasta ligeramente cálidas durante el día, pero frescas y algo frías en la noche.

En el verano existe una marcada diferencia entre la máxima y mínima temperatura promedio mensual, especialmente cuando el cielo está despejado y existe una fuerte radiación nocturna la temperatura puede llegar hasta 22,41 °C. La información se presenta a continuación:

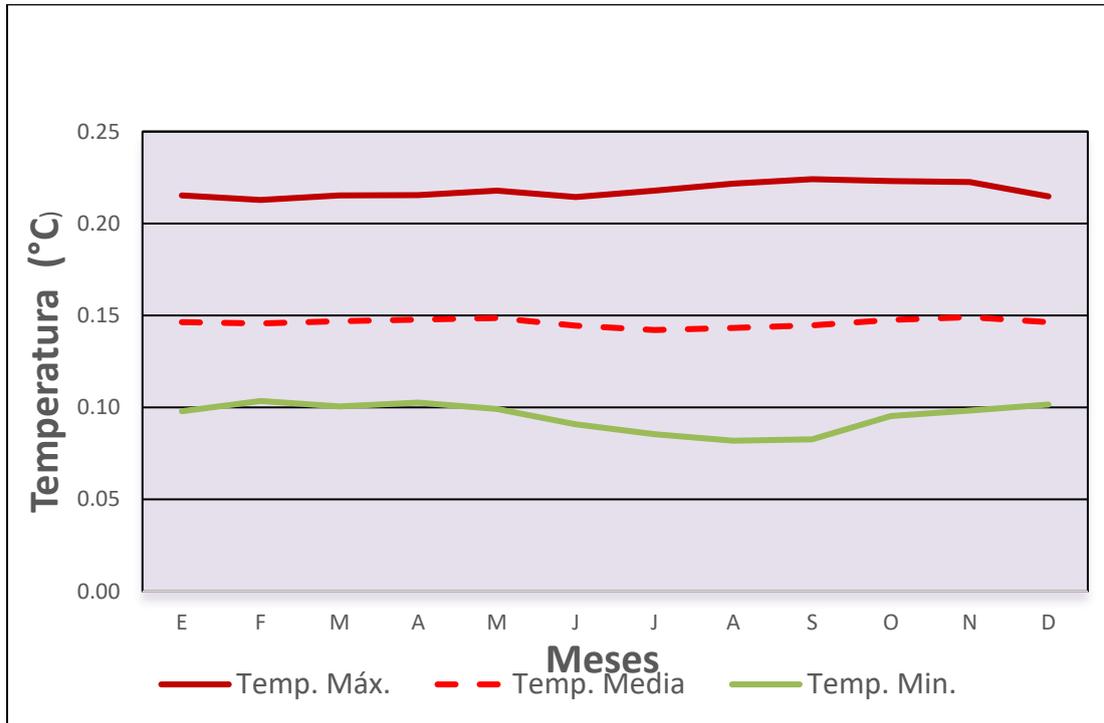
Tabla 6-3 Temperatura (°C) – Estación Meteorológica Otavalo M105

TEMPERATURA (°C) PERÍODO 2005-2014													
Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
Temp. Máx.	21,53	21,28	21,53	21,55	21,78	21,44	21,79	22,17	22,41	22,31	22,25	21,48	21,79
Temp. Media	14,63	14,57	14,69	14,77	14,86	14,45	14,21	14,32	14,47	14,76	14,91	14,64	14,61
Temp. Min	9,80	10,35	10,05	10,26	9,91	9,08	8,54	8,19	8,26	9,54	9,83	10,16	9,50

Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

Gráfico 6-2 Distribución de las Temperaturas en la Estación Meteorológica



Fuente: INAMHI 2015.
Elaborado: Gesambconsult 2024.

6.1.1.3 Evapotranspiración

Para el cálculo de la evapotranspiración se empleó el método de Hargreaves y se muestra a continuación:

$$ET_o = 0.0135(t_{med} + 17.78)R_s$$

Fuente: F. Javier Sánchez San Román, Dpto. Geología, Univ. Salamanca (<http://hidrologia.usal.es>)

Donde:

ET_o=evapotranspiración potencial diaria, mm/día.

t_{med}= temperatura media °C.

R_s= radiación solar incidente, convertida en mm/día.

$$R_s = R_o * K_T * (t_{max} - t_{min})^{0.5}$$

Fuente: F. Javier Sánchez San Román, Dpto. Geología, Univ. Salamanca (<http://hidrologia.usal.es>)

Donde:

R_s= Radiación solar incidente

R_o=Radiación solar extraterrestre (tabulada)

K_T=coeficiente

t_{max}= temperatura máxima

tmin=temperatura mínima

Tabla 6-4 Evapotranspiración (mm/día) Periodo 2005-2014

Datos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T máx. (°C)	21,53	21,28	21,53	21,55	21,78	21,44	21,79	22,17	22,41	22,31	22,25	21,48
T mín. (°C)	9,8	10,35	10,05	10,26	9,91	9,08	8,54	8,19	8,26	9,54	9,83	10,16
T med. (°C)	14,63	14,57	14,69	14,77	14,86	14,45	14,21	14,32	14,47	14,76	14,91	14,64
Ro (mm/día)	14,8	15,3	15,5	15	14,2	13,6	13,8	14,6	15,2	15,3	14,8	14,5
ETP (mm/día)	3,78	3,76	3,92	3,77	3,67	3,54	3,70	4,03	4,24	4,09	3,92	3,64
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ETo (mm/mes)	117,13	105,38	121,58	113,20	113,86	106,33	114,58	124,94	127,23	126,85	117,65	112,77
Precipitación media	71,65	95,29	100,55	150,46	98,9	35,68	23,36	24,04	33,46	92,12	104,82	86,07
ET (mm/mes)	57,68	63,76	70,54	79,55	67,62	33,87	23,19	23,91	32,71	68,88	70,70	62,85

ET: Evapotranspiración Real (mm/mes)

ETo Evapotranspiración Potencial (mm/mes)

6.1.1.4 Humedad Relativa

A continuación, se presentan los datos de humedad relativa.

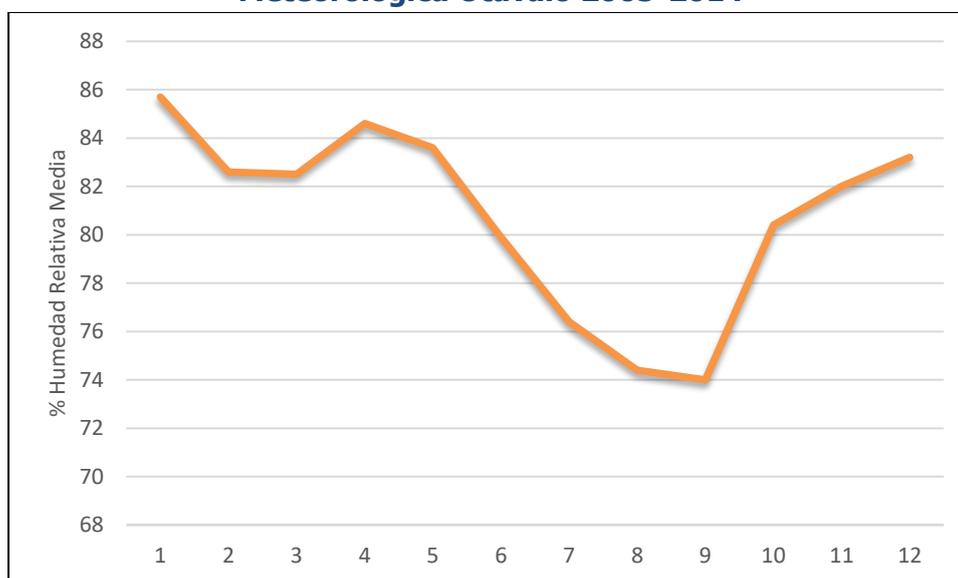
Tabla 6-5 Humedad Relativa (%) – Estación Meteorológica Otavalo M105

HUMEDAD RELATIVA (%). PERÍODO 2005-2014													
Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
Humedad Máx	100	100	98	100	100	100	98	100	98	100	98	98	99,17
Humedad Med	85,7	82,6	82,5	84,6	83,6	79,9	76,4	74,4	74	80,4	82	83,2	80,78
Humedad Mín	35	36	41	33	41	13	32	31	30	25	25	43	32,08

Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

Gráfico 6-3 Distribución de la Humedad Relativa Mensual Promedio en la Estación Meteorológica Otavalo 2005-2014



Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

6.1.1.5 Dirección y Velocidad de Viento

En la zona de estudio los vientos predominantes provienen del noreste (43,4% al año), lo que indica que la dispersión de cualquier efecto de generación de polvo o gases se encontrará en el vector suroeste.

La estación M105 Otavalo ubicada en zona andina norte a 2.556 m de altitud reporta que 9 meses del año, el viento tiene dirección dominante norte-este y 3 meses al año toma dirección norte. Las bajas velocidades de los vientos en casi todo el año, dificultan una adecuada dispersión vertical de emisiones y material particulado. Los registros de velocidad máxima y dirección del viento se presentan a continuación:

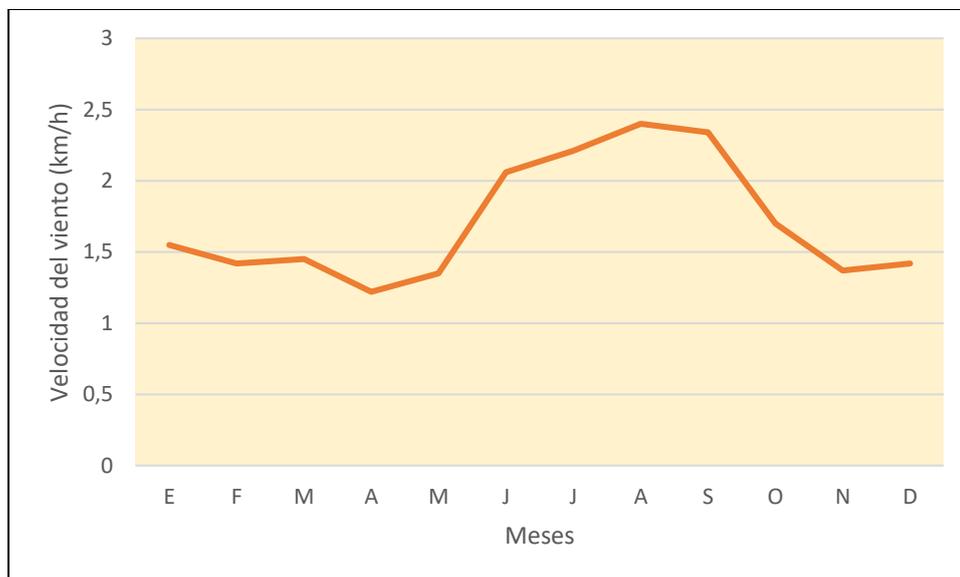
Tabla 6-6 Velocidad del Viento (km/h) – Estación Meteorológica Otavalo M105

VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/H). PERÍODO 2005-2014													
Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
Máx	2,3	1,9	2,7	1,9	1,8	3,7	2,8	2,7	3,2	2	1,7	1,9	2,38
Media	1,55	1,42	1,45	1,22	1,35	2,06	2,21	2,4	2,34	1,7	1,37	1,42	1,71
Mín	0,9	1	1	0,8	0,9	1,5	1,2	1,5	1,4	1,4	0,9	1,1	1,13

Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

Gráfico 6-4 Velocidad del Viento en la Estación, en la Estación Meteorológica Otavalo



Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

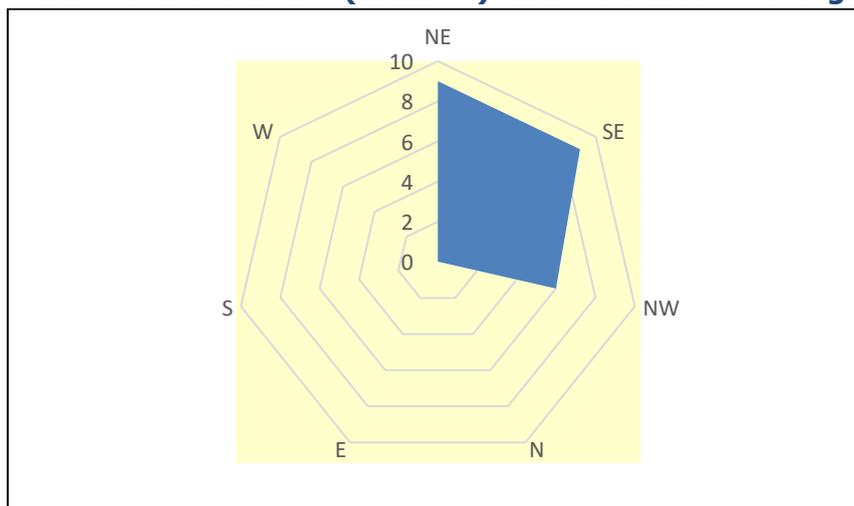
Tabla 6-7 Dirección del Viento en la Estación Meteorológica Otavalo

DIRECCIÓN DEL VIENTO (°)									
Estación	Período	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Otavalo (M105)	2005-2014	0	7	0	9	0	0	0	6

Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

Gráfico 6-5 Dirección del Viento (Rumbos) en Estación Meteorológica Otavalo



Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

6.1.1.6 Heliofanía

El tiempo de duración del brillo solar máximo se presenta entre los meses de agosto a noviembre y enero y los de mínima duración durante el mes de febrero y abril. A continuación, se presenta el detalle de la información:

HELIOFANÍA (HORAS). PERÍODO 2005-2014													
Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
Máx	170,4	103,1	132,2	110,4	143,2	148,1	159,3	160,2	178,2	154,2	167,3	168,4	149,58
Media	128,48	80,7	109,74	82,3	115,82	118,48	139,42	144,32	147,62	139,86	144,7	143,46	124,58
Mín	71,8	51,2	93,6	68	87,4	90,2	109,2	132,3	115,2	120,3	103,1	101,5	95,32

Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

6.1.1.7 Nubosidad

En la zona de estudio el cielo presenta una condición generalmente nublada, los cielos permanecen nublados en un 65% durante el año, su nubosidad fluctúa entre 4 - 6 octas, siendo su valor medio anual de 4 octas, lo que perjudica la dispersión atmosférica. Los datos de ese parámetro, registrados en la estación meteorológica Otavalo, se presentan a continuación.

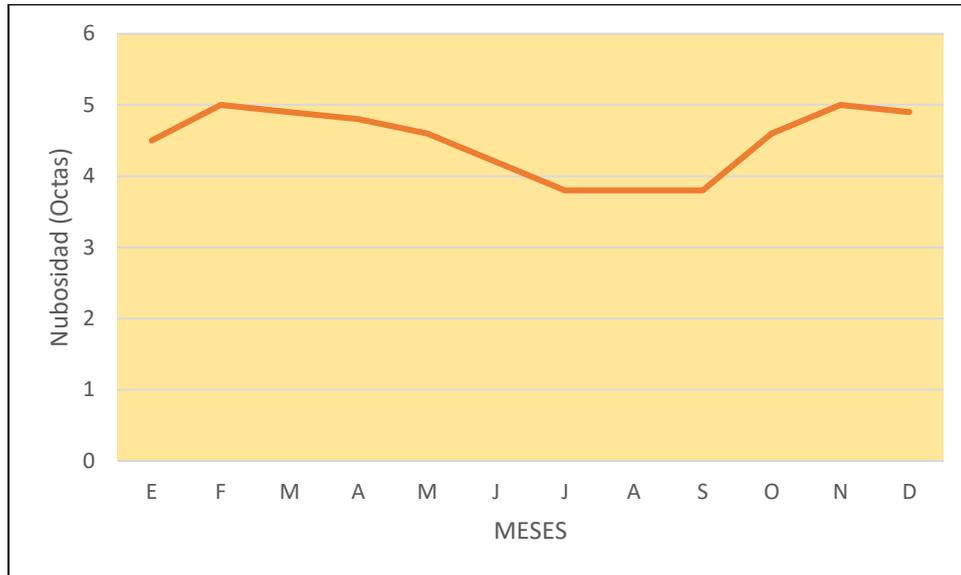
Tabla 6-8 Registro de Nubosidad (Octas) por Mes, Estación Meteorológica Otavalo

NUBOSIDAD (Octas). PERIODO 2005-2014													
Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
Máx	7	7	7	7	7	6	6	5	5	6	7	7	6
Media	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4
Mín	4	5	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5

Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

Gráfico 6-6 Distribución de la Nubosidad en la Estación Meteorológica



Fuente: INAMHI 2015.

Elaborado: Gesambconsult 2024

6.1.2 Geología

6.1.2.1 Metodología

Para determinar la geología de la concesión Mocoral, fueron necesarios tres subprocesos: trabajos previos, trabajo de campo y trabajo de oficina.

En los trabajos previos se recopiló información acerca de la zona de estudio, como mapas regionales, base topográfica y trabajos bibliográficos, además de imágenes satelitales para elaborar mapas preliminares y definir las rutas a realizar en el levantamiento de campo.

Durante el trabajo de campo se recolectaron datos litológicos y estructurales de afloramientos encontrados en las rutas previamente establecidas.

El trabajo de oficina consistió en la interpretación de la información levantada en campo y el análisis de la información secundaria recopilada de la zona de estudio; para describir las unidades geológicas y la tectónica del proyecto.

6.1.2.2 Geología Regional

El Ecuador continental se encuentra en una zona donde la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana produce la subducción. La Placa Nazca se forma a partir de la cordillera submarina del Pacífico Oriental, encontrándose frente a las costas sudamericanas. Esta placa es empujada hacia el Oriente a una velocidad superior a los 6 cm/año (Kellog & Vega, 1995). Por otra parte, la Placa Sudamericana se forma en la cordillera submarina centro-oceánica del Atlántico medio y es empujada hacia el oeste con una velocidad de aproximadamente 3 cm/año (Barazangi & Isacks, 1976).

Se considera que el choque de dichas placas es responsable de la presencia de una fosa tectónica ubicada costa afuera y de la existencia de las siguientes zonas fisiográficas claramente definidas en el territorio continental ecuatoriano: La costa donde se formaron cuencas de ante arco; la cordillera de los Andes o arco volcánico, a su vez conformada por dos cordilleras paralelas, la Occidental y la Real, que confinan un estrecho valle, la depresión interandina a lo largo de la cual se extienden cuencas intramontañosas. Al pie de la Cordillera Real se encuentra la zona subandina caracterizada por intensas deformaciones, y el oriente, donde se encuentra la cuenca Amazónica o de tras arco.

Vallejo et al (2009) resumen un claro contexto geodinámico de las principales regiones morfológicas del Ecuador (Figura 6-1):

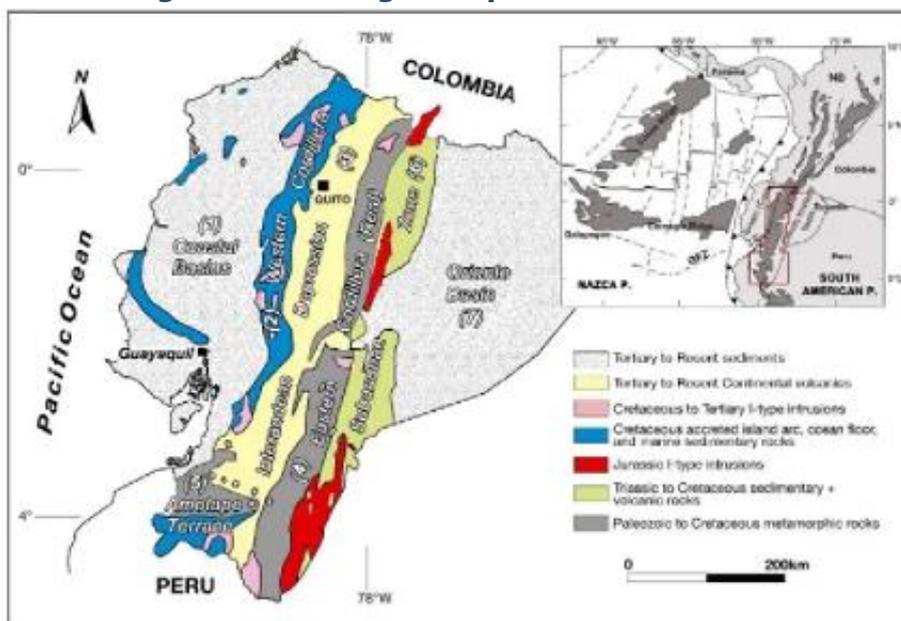
(1) Cuencas de la Costa, las cuales presentan un basamento cristalino máfico de edad Cretácica (Feininger y Bristow 1980, Jaillard et al (1995), Reynaud et al (1999), Luzieux et al (2006), cubierto por depósitos y secuencias sedimentarias de ante-arco durante el Paleógeno, Neógeno, al Cuaternario.

(2) Cordillera Occidental, conformada por rocas volcánicas e intrusivas de composición máfica a intermedia, a partir de arcos de islas y piso oceánico Cretácico acrecionados al continente, tectónicamente en contacto con depósitos marinos mayormente turbidíticos de edad Cretácico tardío a Oligoceno (Vallejo, 2007) con una disposición NNE-SSO.

(3) Valle Interandino, ubicado entre la Cordillera Occidental al oeste y la Cordillera Real al este, aloja depósitos volcánicos del Plioceno al Pleistoceno (Winkler et al, 2005). Además, se puede observar pequeños xenolitos de rocas metamórficas y rocas cristalinas máficas pertenecientes al basamento de esta depresión que se extiende a lo largo del sistema de fallas Calacalí-Pujilí. Este sistema de fallas define parte de la sutura entre la Placa Sudamericana y terrenos alóctonos de composición máfica durante el Cretácico tardío.

(4) Cordillera Real, está compuesta de rocas metamórficas del Paleozoico y granitoides mesozoicos, cuya evolución ha sido propuesta por dos modelos: (a) Una serie de terrenos alóctonos de oeste a este: Guamote (continental), Alao (arco de islas), Loja (continental), Salado (arco de islas) y Amazónico (cratón continental) limitados por extensas fallas regionales en dirección NE-SO (Aspden & Litherland, 1992; Litherland et al, 1994). (b) Como unidades autóctonas que comparten una historia estructural similar, donde la mayoría de las suturas entre terrenos es reinterpretada como contactos intrusivos (Pratt et al, 2005). El límite entre la Cordillera Real y el Valle Interandino es definido por el sistema de fallas Peltetec, el cual continúa hacia el norte como falla Romeral.

Figura 6-1 Geología Simplificada del Ecuador



Fuente: Modificado de Gendall et al., 2000 , en Drobe et al., 2013

La Cordillera Occidental (WC) ecuatoriana, está formada por bloques alóctonos que acrecieron contra el margen sudamericano a partir del Cretácico tardío al Terciario temprano (Egüez, 1986; Van Thournout, 1991), estos bloques son separados por estructuras regionales de rumbo andino Norte – Sur y Noreste – Suroeste (Boland et al., 2000). El basamento de los bloques es de origen oceánico y está constituido por rocas de afinidad oceánica y se encuentran suprayacidos de rocas sedimentarias depositadas pre, syn y post al evento acrecionario, Vallejo et al, 2009.

El basamento de WC se encuentra constituido por las unidades Pallatanga y San Juan con una edad de cristalización de ~87 Ma y de acreción de ~84 Ma (Cretácico) (Vallejo et al., 2006).

La unidad Pallatanga consiste de basaltos, doleritas, pillow lavas de afinidad de plateau oceánico y unidad San Juan de cúmulos máficos gabroicos y ultramáficos de similar tendencia geoquímica Spikings et al. (2001); el análisis de (Hughes y Pilatasig, 2002; Vallejo et al., 2009), sugieren a estas unidades derivadas del plateau oceánico del Caribe.

La secuencia del grupo Río Cala y granito de Pujilí interpretada como arco de isla intraoceánicas de 85 Ma; sobreyacen al basamento de plateau. El grupo Río Cala se compone de rocas volcánicas (unidad Río Cala, Natividad y La Portada) y rocas turbidíticas (unidad Mulaute y Pilatón), estas últimas unidades fueron depositadas desde de una fuente volcánica cercana, se encuentran asociadas al inicio de la subducción Vallejo et al. (2009). Se sugiere una edad Campaniense a Maastrichtiense, Boland et al. (2000).

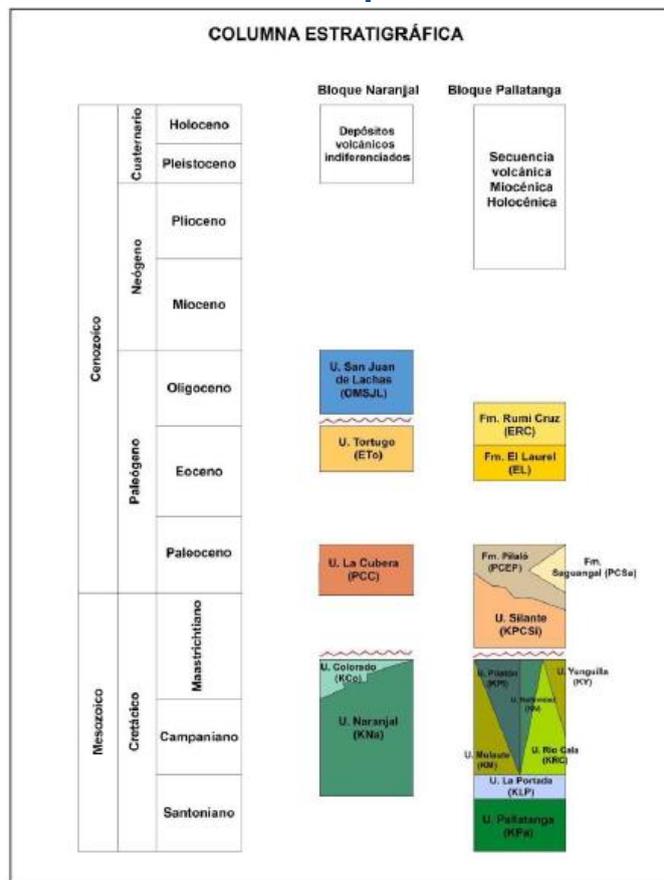
Posteriormente la unidad Yunguilla de rocas tipo turbidíticas, son derivadas de Cordillera Real y el Cratón Sudamericano, se depositaron durante el Campaniense Superior – Maastrichtiense, Vallejo, (2007).

La colisión de la placa del Caribe con la placa Sudamericana en el Maastrichtiense Temprano (~70 Ma), genera una rotación de 20° a 50° la terminación del magmatismo, deformación de margen continental y el bloque de la zona de subducción, Luzieux et al. (2006). Este choque formó un nuevo arco volcánico hacia el este, dando lugar a la unidad Silante Maastrichtiense tardío

(~65Ma), Vallejo (2007). Además, produjo rápida exhumación de Cordillera Real, Spikings et al. (2001). Por otra parte, el arco Macuchi forma la parte Oeste de la CW, Kerr et al. (2002), su límite hacia el Este es la falla regional Chimbo – Toachi (Hughes y Pilatasig, 2002). La facie de Macuchi son productos de erupciones efusivas submarinas a subaéreas de composición básica a intermedia (Hughes y Bermúdez, 1997) y la secuencia comprende de rocas volcanoclásticas (grauvacas, limolitas, brechas, cherts) con intercalaciones de pillow lavas, andesitas, tobas y rocas diabásicas meteorizadas (Egüez, 1986; Hughes y Pilatasig, 2002). Además, las muestras presentan afinidad geoquímica de arco de islas Kerr et al. (2002); mientras que otra afinidad tipo “MORB” en la parte Oeste de Macuchi posiblemente corresponda a rocas de piso oceánico (Egüez, 1986; Lebrat et al., 1987). Egüez (1986) sugiere una edad eocénica para el arco mediante métodos radiométricos (kAr, roca total) en andesitas basálticas y análisis de microfauna radiolaria y foraminífera en turbiditas y calizas.

Además, el arco Macuchi se relaciona con otras formaciones sedimentarias (Pilaló, Unacota, Apagua y Rumi Cruz) de edad Eoceno Medio a Tardío (Egüez, 1986; Hughes y Bermúdez, 1997). En mayor parte el contacto entre estas formaciones y el arco es de tipo tectónico, se considera que la estratigrafía del arco se sobrepone a las formaciones mencionadas (Hughes y Bermúdez, 1997). Finalmente, depósitos más jóvenes (Miocénicos – Holocénicos) se sobrepone a todos estas unidades (Figura 6-2).

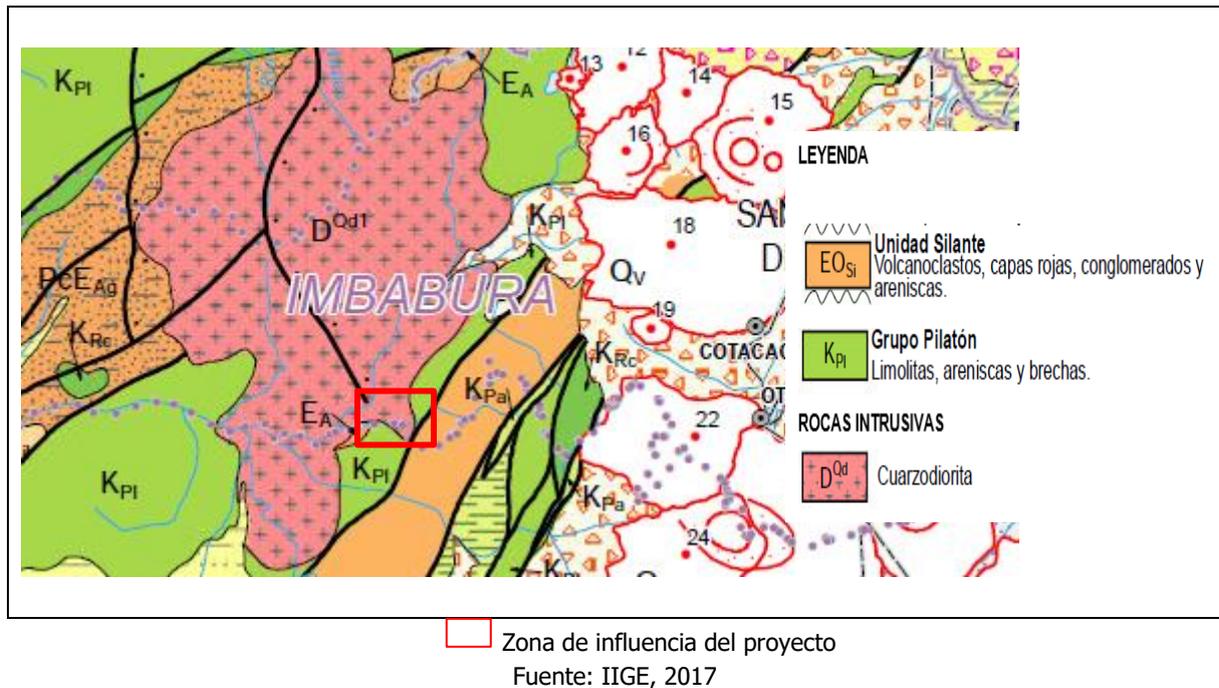
Figura 6-2 Columna Estratigráfica Generalizada para la Cordillera Occidental de Ecuador en la parte Norte



Fuente: Vallejo et al., 2009

Según el mapa geológico de la República del Ecuador escala 1:1000.000 la zona de proyecto se encuentra influenciada por: Grupo Pilatón (K_{PI}) la cual contiene limolitas, areniscas y brechas. Unidad Silante (EO_{Si}) que comprende rocas volcanoclasticas, capas rojas, conglomerados y areniscas, además un cuerpo intrusivo cuarzodior. (Figura 6-3).

**Figura 6-3 Mapa Geológico de la República del Ecuador - INIGEMM, actual IIGE.
Escala 1:1.000000**



6.1.2.3 Geología Estructural

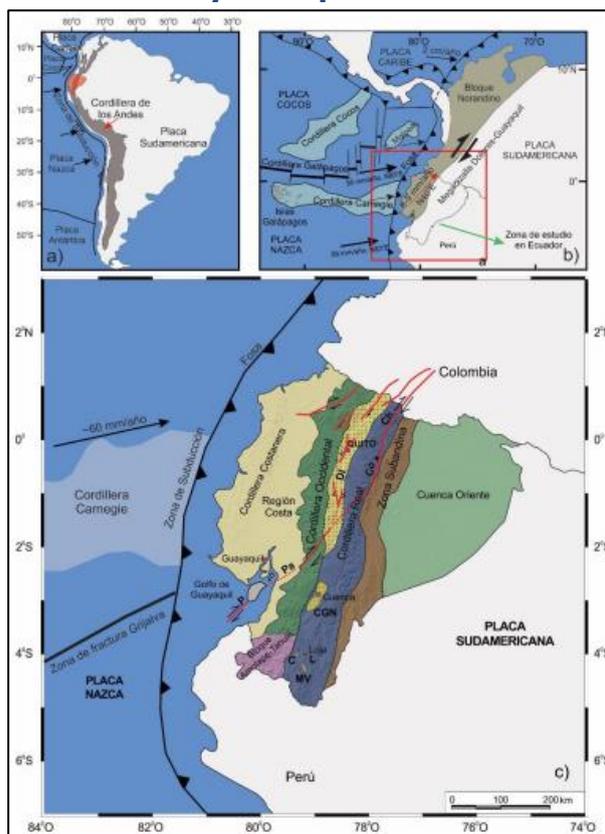
6.1.2.3.1 Marco Regional

El Ecuador está caracterizado por localizarse en una zona de subducción de la placa Nazca bajo la placa Sudamericana, a una velocidad actual de 55 mm/año, la cual genera que exista movimiento del Bloque Norandino en sentido NE, a una velocidad de 6 ± 2 mm/año (Trenkamp, y otros 2002). Además, la placa Nazca se caracteriza por presentar la Cordillera Carnegie, formada por la presencia del punto caliente de Galápagos (Fig. 6-4a y 6-4b).

El Bloque Norandino está separado del resto de la Placa Sudamericana por la megacizalla Dolores Guayaquil con movimiento NE (Fig. 6-4b), misma que está conformada por el sistema de fallas Chingual-Cosanga-Pallatanga-Puná (Nocquet y otros, 2014), ver Fig. 6-4c.

En el Ecuador, los principales sistemas de fallas activos están relacionados a las fallas regionales que delimitan el Bloque Norandino, cuyos movimientos son de carácter transcurrente dextral y que asociadas a otras fallas donde se incluyen fallas inversas, dan lugar a la mayoría de deformaciones tectónicas (Tamay, 2018), ver Fig. 6-4c.

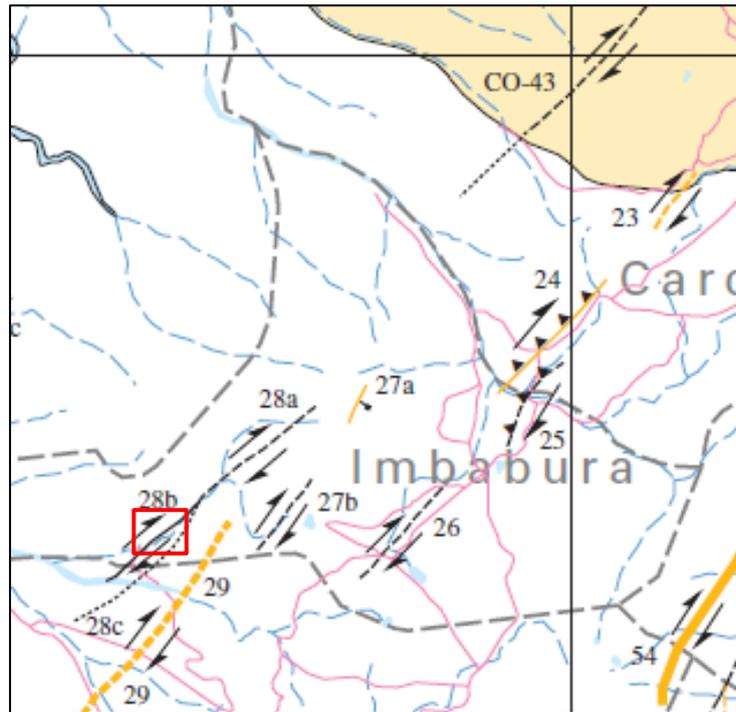
Figura 6-4 Contexto Geodinámico y Principales Estructuras Tectónicas del Ecuador



Fuente: Tamay, 2018

Considerando el Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias del Ecuador (U. S. Geological Survey y Escuela Politécnica Nacional, 2003), la zona de estudio podría estar afectada regionalmente por el Sistema de fallas Apuela, específicamente la sección sur y la sección central, estas fallas tiene un sentido de movimiento dextral, con una tasa de desplazamiento de <math><1\text{ mm}</math> por año , su último movimiento es <math><1.6\text{ Ma}</math>. Otra estructura que puede afectar el área de estudio es la falla Nanegalito, de tipo inversa dextral, se desplaza $1\text{-}5\text{ mm/año}$ y su tasa de movimiento es <math><15\text{ Ka}</math>. (Figura 6-5).

Figura 6-5 Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarios de la Zona de Estudio



 Ubicación referencial del proyecto

Fuente: U. S. Geological Survey y Escuela Politécnica Nacional, 2003

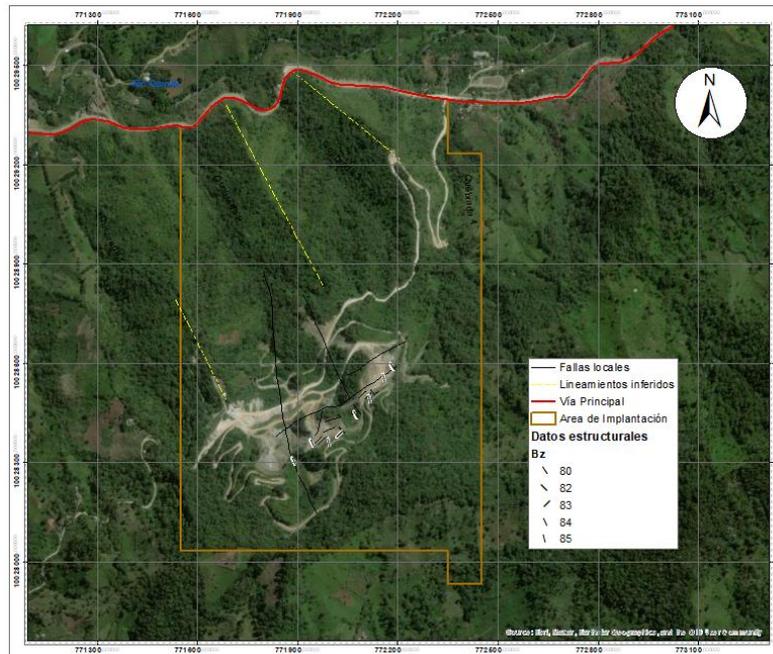
Elaborado por: Modificado por Equipo consultor, 2023

6.1.2.3.2 Marco Local

La geodinámica global y sus correspondientes procesos orogénicos han incidido fuertemente en este sector, provocando la deformación frágil de la corteza terrestre hasta el grado de producir zonas con cizallamiento y la evidencia de marcadores cinemáticos controlados regionalmente por importantes sistemas de fallas de proyección tanto regional como local donde destacan: ,Sistema de Fallas Apuela, Zona de falla Nanegalito, Zona de Cizalla Mulaute, Sistema de Fallas Toachi-Pilatón y el Sistema de Fallas Calacalí-Pujilí-Pallatanga donde la el rumbo preferencial es marcado con una tendencia N40°E.

En el área de estudio la orientación del drenaje es una consecuencia directa de la baja resistencia que ofrecen el macizo rocoso asociado a las estructuras geológicas que en conjunto han configurado la geometría de la red hídrica que se ve intensamente controladas por el tectonismo y las discontinuidades estructurales que morfológicamente define su orientación perpendicular al río Quinde, es decir mantienen una dirección preferencial de sur hacia el norte. En el sector de la Mina Mocala la disposición de los drenajes se encuentra controlados por fallas locales que corren con dirección preferencial N20°-30° W y NNE con rumbo andino, además se identifican lineamientos inferidos con orientaciones tectónicas preferenciales NW; los datos estructurales mantienen un buzamiento semi verticalizado y rumbo NE (Figura 6-6).

Figura 6-6 Tectónica Local de la Concesión Mocal



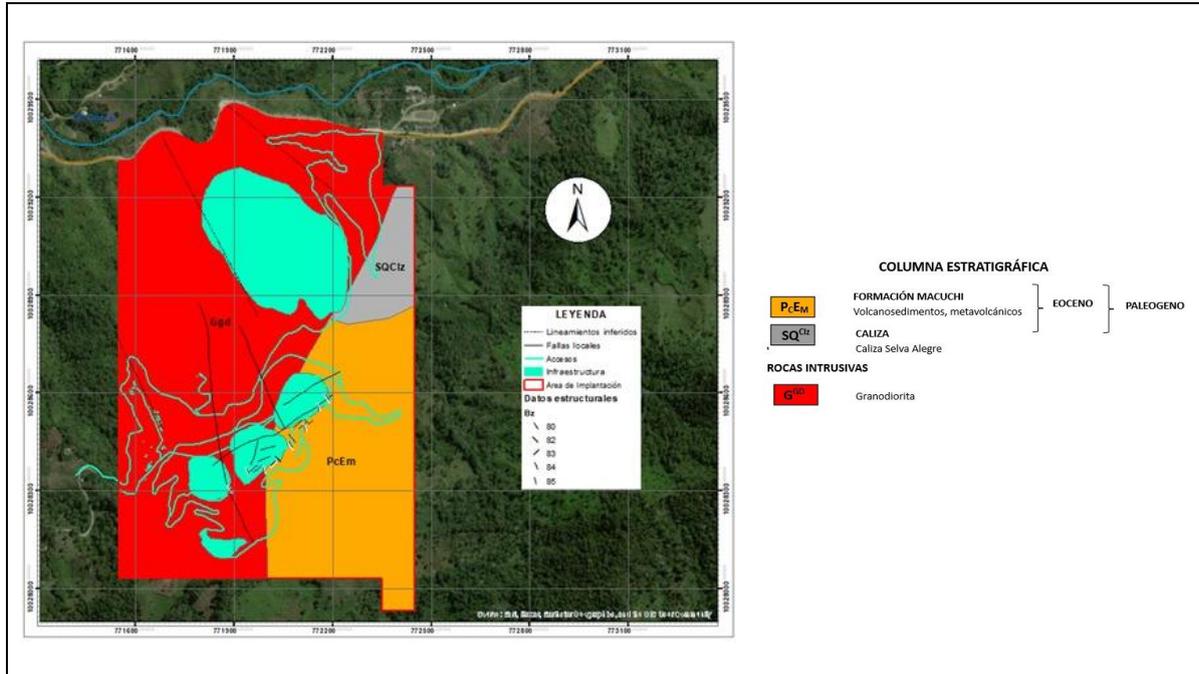
Fuente: Elaborado por: Gesambconsult, 2024

6.1.2.4 Geología Local

El mapa geológico local de la concesión Mocal se basa en la información presentada en la Hoja Geológica de Pacto, escala 1:100.000, donde se destacan las rocas pertenecen a la Formación Macuchi, cuya edad está comprendida entre el Cretácico al Eoceno. La región ha sido intruida por un batolito granodiorítico poscretácico recubierto a su vez por capas volcánicas recientes y un cuerpo calcáreo.

Litológicamente la zona de estudio está constituida por tres rocas principales que son: Granodiorita, Volcanosedimentario y Caliza. (Figura 6-7)

Figura 6-7 Mapa Geológico Local de la Concesión Mocoral



Fuente: Hoja Geológica de Pacto, escala 1:1.000.000

A continuación, se realiza una descripción sintetizada de las unidades litoestratigráficas rescatando sus características litológicas, texturales, meteorización y estructurales.

6.1.2.4.1 Litoestratigrafía

Formación Macuchi (PcEm)

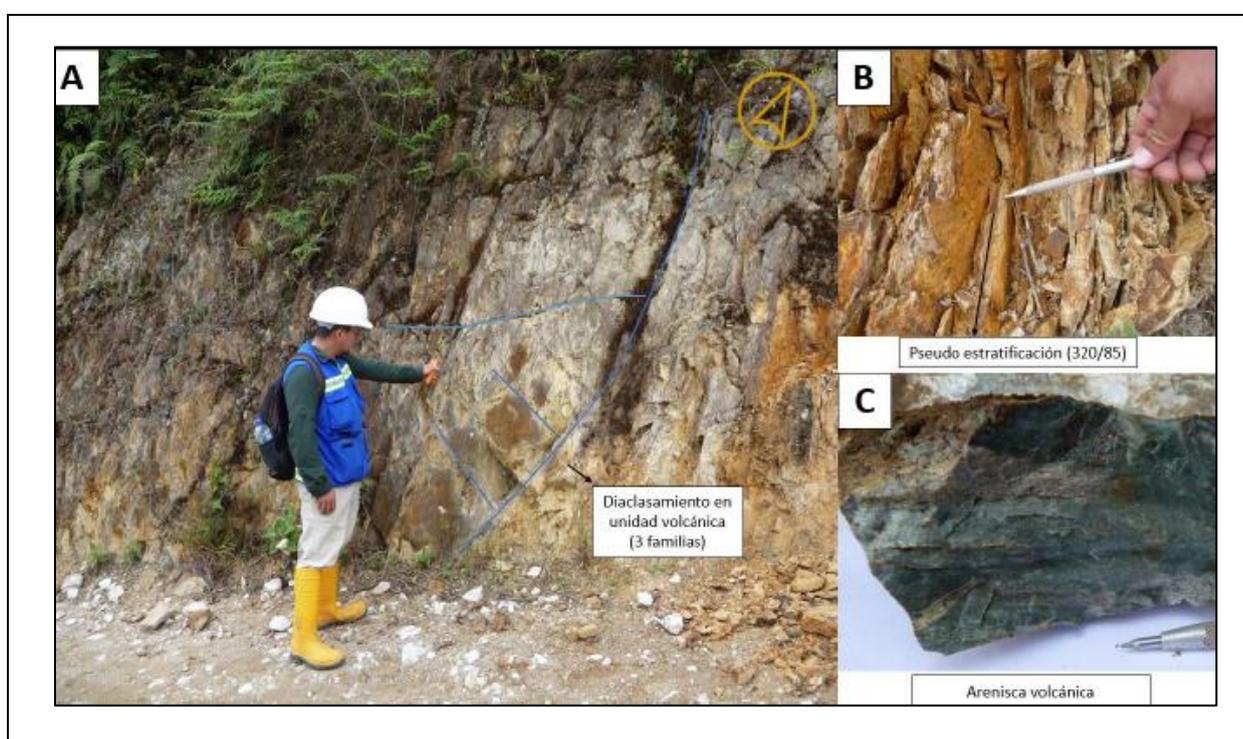
(BGS–DGGM, 1976). Toma su nombre del poblado de Macuchi, 40 km al este de Quevedo (Bristow y Hoffstetter, 1977). Comprende capas de material volcanoclástico, lavas en almohadilla basálticas, tobas de líticos de composición andesítica y basáltica, brechas polimícticas basálticas, andesíticas y dacíticas; intrusiones andesíticas de alto nivel con cherts intercalados y hialoclastitas originadas de un arco volcánico insular (Vallejo, 2007; Vallejo, y otros, 2019). A lo largo de la vía Latacunga – La Maná, Aguirre y Atherton (1987) indican que la Formación Macuchi se encuentra cubierta por los sedimentos volcanoclásticos de la Formación Pilaló; en la misma sección también se registra que la Formación Macuchi está cubierta por la Formación Unacota (calizas Tenufuerte) (Vallejo, 2007). Evidencia paleontológica de foraminíferos y edades de dataciones K/Ar de 42 – 36 Ma obtenidas por Egúez (1986) indican una edad eocénica tardía (Lutetiano al Priaboniano). Spikings et al (2005) reporta una edad en traza de fisión 68 Ma para la base de esta formación, en tanto que, Vallejo (2007) indica edades Ar/Ar de 42 a 35 Ma perteneciente al Eoceno (Lutetiano al Priaboniano), lo que indica que la edad de Macuchi va del Paleoceno al Eoceno (Vallejo, 2007).

Caracterización del Afloramiento

En la zona de estudio esta formación aflora en la parte superior de los cuerpos mineralizados de la cantera MOCORAL, también por el sendero que va desde las oficinas hacia el cuerpo

mineralizado 1, esta unidad litológica posee una pseudo-estratificación (330/85, Figura 1B), además de pequeños niveles tobáceos incipientes.

La litología corresponde a areniscas volcánicas que de acuerdo a las observaciones macroscópicas poseen tonalidades café verdosas (debido a la meteorización) con textura clástica, con un tamaño de grano promedio de 0.5 mm, los clastos son mayormente volcánicos con formas subredondeadas a redondeadas. La mineralogía de esta unidad se compone principalmente de cuarzo, plagioclasa, fragmentos líticos volcánicos, hornblenda ± piroxeno (Fotografía 6-1C); como secundarios se encuentra clorita y cuarzo; además se observa minerales accesorios de epidota, calcita, sulfuros diseminados y amplias zonas de oxidación. Con poca frecuencia se encuentra la presencia de sulfuros diseminados entre las caras de las discontinuidades, evidencia de una mineralización post-sedimentaria relacionada a los fluidos mineralizantes producto del emplazamiento de los cuerpos intrusivos.



Fotografía 6-1. Rocas volcano-sedimentarias de la Formación Macuchi. A) Se observa la presencia de 3 familias ortogonales de diaclasas en el macizo rocoso ubicado en la parte superior del cuerpo mineralizado 3 (Coordenadas WGS84, zona 17S: 772023E; 10028370N). B) Material con alta oxidación y moderada meteorización con pseudo estratificación en las areniscas volcánicas de la Unidad Macuchi (320/85) C) Roca de tonalidad verdosa perteneciente a la Unidad Mauchi posee una textura clástica con líticos volcánicos, plagioclasa y hornblenda.

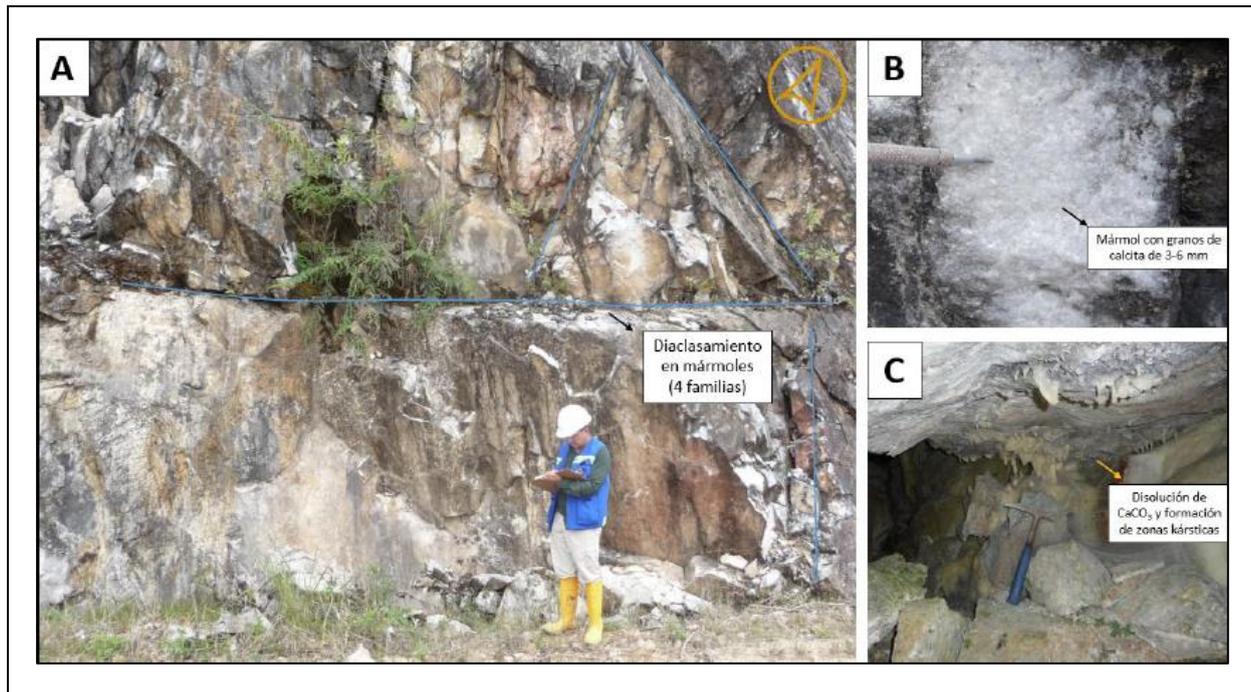
Fuente: Mocal, 2023

Caliza (SQ^{clz})

La caliza se presenta como un yacimiento completamente metamorfozido (mármol), con una dirección N55E y una longitud de 400 m, tiene una altura media de 100 m, tomados desde el patio de maniobras hasta los bancos de explotación.

Caracterización del Afloramiento

El Mármol presenta tonalidades gris oscuras a claras y blanquecinas con una textura no foliada, que incluyen cristales de calcita (Fotografía 6-2B) de grano medio a grueso (3-6 mm), como minerales accesorios se presentan: rodonita, rodocrosita, malaquita y en las caras de las discontinuidades óxidos de hierro de tonalidades anaranjadas. El mármol presenta bandeamientos ligeramente continuos de tonalidades oscuras que son visualmente notorios, además presentan dureza alta. La orientación del bandeamiento coincide con el plano de contacto entre las areniscas de la unidad Pilatón y el mármol.



Fotografía 6-2. Caliza metaforizada (Mármoles). A) Se observa la presencia de 4 familias ortogonales de diaclasas que de manera general representan a todo el macizo rocoso perteneciente a esta unidad (Cuerpo 2, coordenadas WGS84, zona 17S: 772012E; 10028402N). B) Mármol granulado con cristales de calcita de entre 3-6 mm con alta reacción al HCl y alta pureza. C) Formación de zonas kársticas debido a la disolución del CaCO_3 , poseen una potencia de entre 60-80 cm (Cuerpo 1, coordenadas PSAD 56, zona 17S: 771838E; 10028276N).

Fuente: Mocal, 2023

Rocas Ígneas Intrusivas

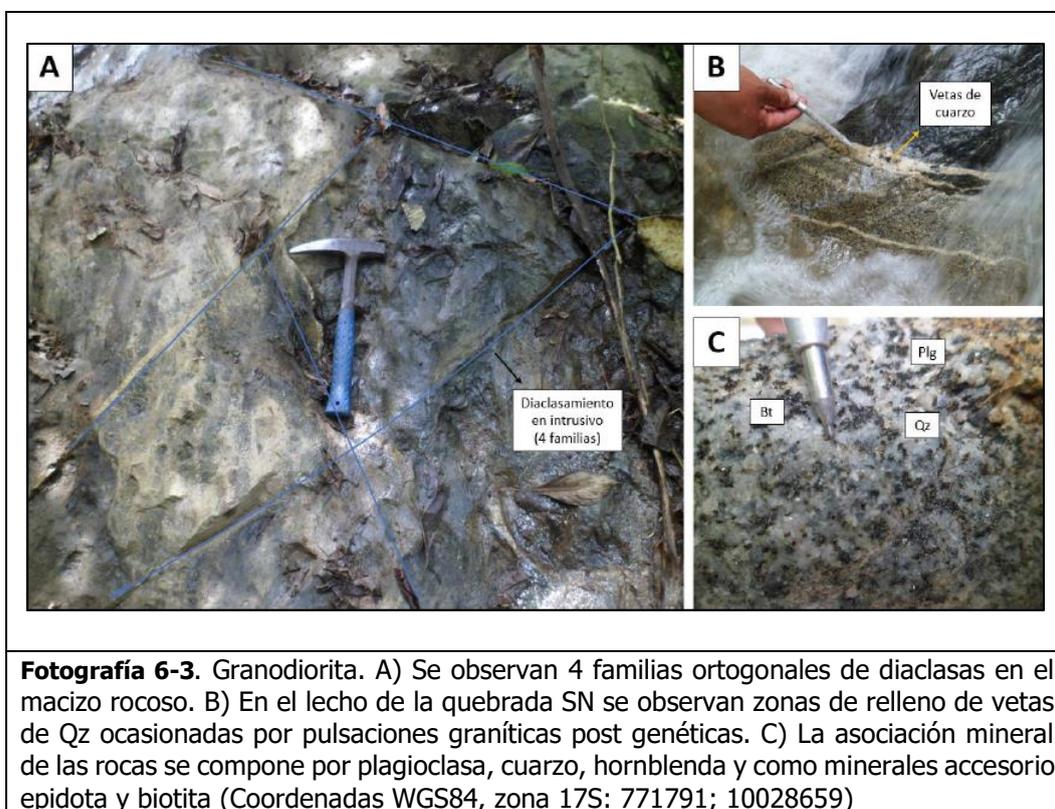
Granodiorita

La granodiorita forma parte de una gran banda plutónica que se extiende desde el sur del río Guayllabamba hasta Apuela, este intrusivo batolítico es el causante de un metamorfismo de contacto, el cual ha dado lugar a la recrystalización de las calizas, transformándolas en mármol y otros materiales del tipo Skarn. (Cecal, 2012)

Caracterización del Afloramiento

Los principales afloramientos se encuentran al noroeste de la zona de estudio, específicamente bajo el nivel 1720 msnm en el camino que se encuentra bajo los taludes de liquidación de los cuerpos mineralizados (áreas aledañas a la piscina de sedimentación). En general en los afloramientos se muestran rocas moderadamente meteorizadas y alteradas con textura granular.

En la parte noroeste de la cantera (cerca de las piscinas de sedimentación), en la quebrada SN se exhibe claramente esta unidad litológica (Fotografía 6-3A), además en zonas puntuales las granodioritas experimentan alteración a arcillas y óxidos en las discontinuidades. La composición de esta unidad es granodiorítica-diorítica con textura fanerítica y fenocristales subhedrales con tamaños que no superan los 4 mm. La asociación mineral se compone por plagioclasa, cuarzo, hornblenda y como minerales accesorio epidota y biotita (Fotografía 6-3B).



Fuente: Mocoral, 2023

6.1.2.4.2 Descripción del Yacimiento Mineral

La Mina Mocoral explota el Depósito A (sector suroeste); desde el punto de vista geomorfológico los depósitos se encuentran dentro de un valle fluvial con pendientes empinadas, fuertemente erosionadas y densamente cubiertas por vegetación, donde el río Quinde separa a los depósitos A y B de C. Localmente en el área de la Mina Mocoral, específicamente en el borde superior se desarrolla un coluvial, producto de la meteorización de la secuencia metavolcánica que sobreyace a todas las unidades litológicas en esta zona.

Por otro lado, se manifiesta que los drenajes que cortan a la ladera donde se emplaza la Mina Mocoral, posiblemente se encuentran controladas por fallas de alto ángulo que dividen el cuerpo mineralizado en tres depósitos, designados Cuerpos 1, 2 y 3 de suroeste a noreste. El depósito general de la Mina Mocoral tiene una longitud de rumbo de 500 m y un ancho promedio de 120 m con un relieve por encima del nivel base de hasta 120 m. El nivel base (área del patio) de la operación de la cantera está en la elevación 1720 m, aproximadamente 300 m sobre el río.

Como descripción litológica y mineralógica se identifica que el mármol es granuloso, con predominancia de grano medio, moteada de tonalidades blanquecinas con bandas grises pero es persistente el mármol de color gris claro, se encuentra fracturado, asociado al óxido de hierro e hidróxido se desarrolla un skarn pequeño (calco-silicatos) con minerales como wollastonita, granate y/o cuarzo, los sulfuros (predominantemente piritita) parecen estar diseminados en varias concentraciones a lo largo el cuerpo de mineral. El cuerpo de mineral de mármol parece ser menos puro a lo largo del contacto sureste con la secuencia metavolcánica.

Burns et al (2014), con base en los resultados del programa de perforación de testigos, sugieren que los tres Cuerpos parecen tener características distintas, a pesar de estar asociados con la misma formación geológica, así:

Cuerpo 1, cubre una porción más pequeña de reservas, es el más contaminado con presencia de cuerpos intrusivos.

Cuerpo 2, parece contener el mayor porcentaje de mineral de alta ley y pureza.

Cuerpo 3, contiene la mayor parte de las reservas, además poseen el mayor porcentaje de lentes skarn, sulfuros y mineral, con impurezas.

En relación a los contactos litológicos, estos al noroeste y sureste del cuerpo de mineral de mármol parecen ser relativamente consistentes y bien definidos, los extremos noreste y suroeste del cuerpo de mineral son estructuralmente complejos, como lo indican las intersecciones centrales de intrusiones ígneas, granito y skarn en la mitad suroeste de Cuerpo 1, además de intercalaciones metavolcánicas en la base del extremo noreste del Cuerpo 3 (Núcleo Cecal #5). El granito a lo largo del contacto noroeste del cuerpo de mineral generalmente se ha erosionado por encima el nivel base (área del patio). El granito meteorizado está expuesto a lo largo del camino de acceso hasta el nivel de la base y, según los informes, continúa cuesta abajo hasta el río.

Dentro del marco geológico y la génesis del depósito se tiene que la base de depósito de la Unidad El Laurel, fue la Unidad volcano-sedimentaria Pilatón, mismas que fueron instruidas en el Mioceno por el batolito de Apuela, evidencia de este fenómeno es la presencia de zonas skarnificadas, además de permitir una cristalización de los granos de calcita, razón por la cual el mármol tiene una textura granulada.

Especialmente los cuerpos mineralizados poseen una dirección preferencial con rumbo preferencial NE-SW, afectado principalmente por sistema de fallas conjugadas, que contienen una componente inversa y otra de rumbo, que en la mayoría de casos ha sido identificada como

dextral. La evidencia de esta cinemática tectónica es el levantamiento del cuerpo 1, ya que geomorfológicamente y de acuerdo al análisis de información de sondeos, el cuerpo 1 se encuentra elevado en comparación a los cuerpos 2 y 3.

Hacia el norte del área de estudio se puede destacar una potente capa de saprolito (3-5 m) de material volcánico, que corresponde a la Unidad Pilatón, esta capa meteorizada sobreyace de manera casi periclinal a la roca madre que son los volcano sedimentos de la unidad mencionada.

El batolito de Apuela está expuesto claramente hacia el norte, en las quebradas que bajan desde el nivel de las piscinas de sedimentación y se describe como una granodiorita clásica de buena resistencia.

6.1.2.5 Geología Económica

El cantón Otavalo, donde se encuentra la concesión minera Mocoral, se puede apreciar generalmente el desarrollo de actividades mineras no metálicas, que, de acuerdo a las concesiones mineras otorgadas y visualizadas en el Geoportal del Catastro Minero de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR), se presenta el siguiente detalle:

Tabla 6-9 Concesiones mineras del Cantón Otavalo (noviembre 2023)

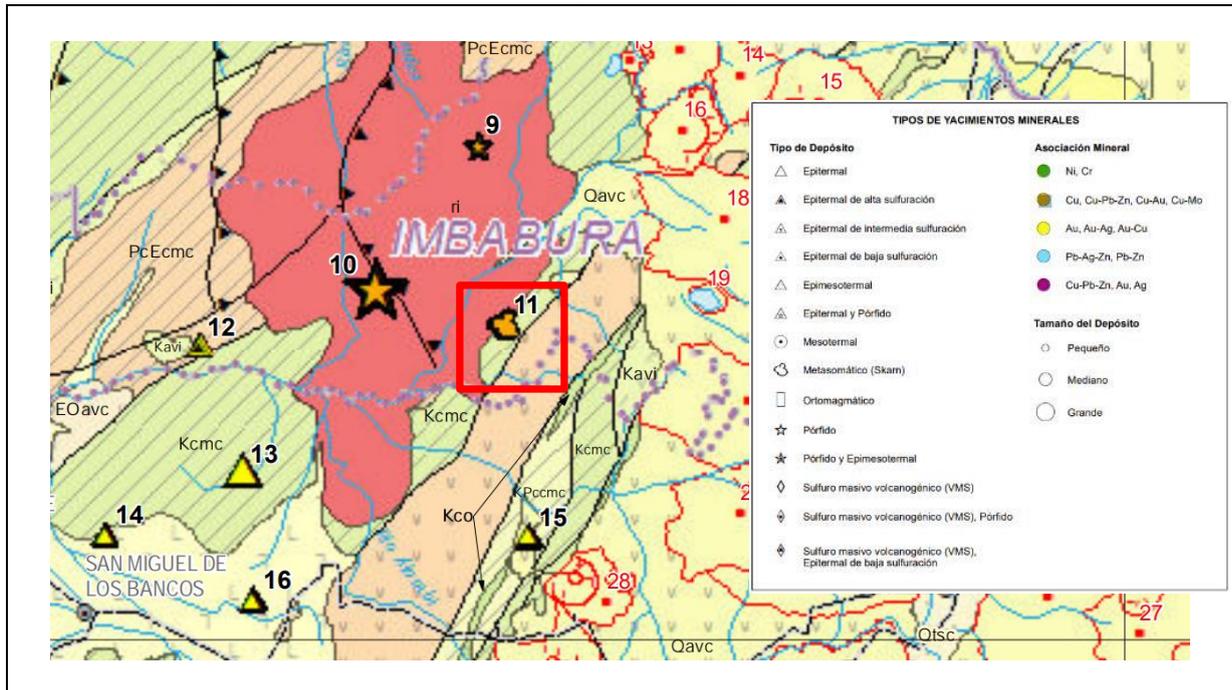
Provincia	Cantón	Tipo de Mineral	Concesiones Mineras Inscritas	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Imbabura	Otavalo	Metálico	1	3285	71.43
		No Metálico	12	1294	28.14
		Material de Construcción	4	20	0.43
TOTAL			17	4599	100

Fuente: Información procesada del Geoportal del Catastro Minero (ARCERNNR), corte noviembre 2023.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2023

A pesar de que el 71.43% corresponde a una concesión tipo metálica (Selva Alegre, cód. 40000243) dentro del cantón Otavalo, la misma se encuentra enmarcada en Exploración Inicial, es decir sin actividades de explotación, sin embargo, se han presentado doce (16) concesiones mineras bajo el régimen No Metálico y materiales de construcción, es decir, la predominancia de dichas actividades en el cantón, referentes a la extracción principal de calizas, arcillas, puzolana y material pétreo para construcción.

En el ámbito metálico, se han presentado ocurrencias minerales, conforme el Mapa Metalogenético del Ecuador, escala 1:1.000.000, del año 2019 como se evidencia en la siguiente figura.

Figura 6-8 Recorte del Mapa Metalogénico del Ecuador



Ubicación referencial del área de estudio.

Fuente: Mapa Metalogénico de la República del Ecuador, Escala 1:1.000.000, INIGEMM, MERNNR. Año 2019

En base a la ubicación del área de estudio, y dentro de la evaluación de la zona, se han determinado las siguientes ocurrencias minerales:

Tabla 6-10 Principales ocurrencias minerales en el área de estudio

Nro.	Nombre de depósito	Tipo de depósito	Recurso mineral	Estado
9	Cuellaje	Pórfido	Cu-Mo	Prospecto
10	Llurimagua	Pórfido	Cu-Mo	Depósito
11	Selva Alegre	Metasomático (skarn)	Cu-Pb-Zn	Prospecto
12	El Corazón	Epitermal de alta sulfuración	Au	Depósito
13	Pacto	Epitermal	Au	Depósito
15	Tanachi	Epitermal	Au-Ag	Prospecto

Fuente: Mapa Metalogénico de la República del Ecuador, Escala 1:1.000.000, INIGEMM, MERNNR. Año 2019

El área de estudio, se encuentra influenciada principalmente por depósitos epitermales, pórfidos y metasomáticos (skarn), donde por su cercanía, la principal ocurrencia mineral corresponde Selva Alegre caracterizado por ser un depósito tipo Metasomático (skarn) cuyo recurso mineral va asociado a Cu-Pb-Zn. Adicionalmente, en el área se encuentran otros depósitos lejanos como el Depósito Llurimagua (tipo pórfido), más hacia el norte el Depósito Cuellaje (tipo pórfido), y otros más distantes, al oeste como El Corazón (tipo Epitermal de alta sulfuración) y sur como Pacto y Tanachi, ambos de tipo Epitermal.

6.1.2.6 Pendientes

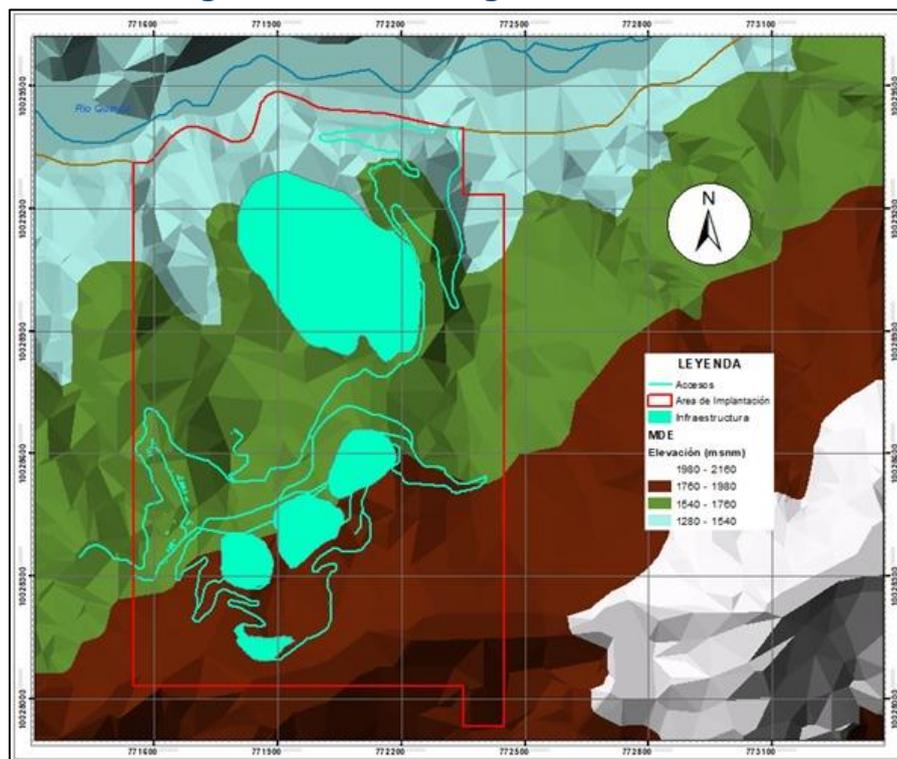
Se elaboró un modelo digital de elevación del terreno a partir de las curvas de nivel a escala 1:50.000. El método aplicado para la generación del TIN fue el Hard_line que se encuentra contenido en la caja de herramientas ArcToolbox, Create TIN del programa ArcMap. Este proceso crea una red irregular de triángulos o TIN, mismo que permite una mejor visualización de las irregularidades del terreno. Ver Figura 8 en el que se distinguieron los siguientes pisos de elevación.

El primero que va desde 1280.00 msnm hasta 1540.00 msnm que ocupan áreas bajas correspondientes a terrazas y el cauce del río Quinde.

El segundo va desde la cota 1540.00 msnm hasta el 1760.00 msnm correspondiente a zonas de relieves montañosos que corresponde al intrusivo y rocas volcanosedimentarias.

El tercero presenta áreas con pendientes muy fuertes que van desde la cota 1760.00 msnm hasta la cota 1980.00 msnm, se encuentra conformando el relieve montañoso y corresponde a cuerpos volcanosedimentarios.

Figura 6-9 Modelo Digital de Elevación



Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2023

6.1.2.6.1 Determinación de las Pendientes

Para la determinación de las clases y rangos de pendientes para el presente estudio, se adoptó la Clasificación de Pendientes usada por el SIG TIERRAS y detallada en la siguiente tabla:

Tabla 6-11 Clases, Rangos e Intervalos de Pendientes

Clase	Rango (%)	Intervalo (grado sexagesimal)	Descripción de Pendientes
1	0 ~ 2	0° ~ 1.14°	Plana
2	2 ~ 5	1.14° ~ 2.86°	Muy suave
3	5 ~ 12	2.86° ~ 6.84°	Suave
4	12 ~ 25	6.84° ~ 14.03°	Media
5	25 ~ 40	14.03° ~ 21.80°	Media a fuerte
6	40 ~ 70	21.80° ~ 34.99°	Fuerte
7	70 ~ 100	34.99° ~ 45°	Muy fuerte
8	Mayor a 100	Mayor a 45°	Escarpada

Fuente: SIG TIERRAS, 2015

Elaboración: Gesambconsult Cía. Ltda., 2021

A continuación, se describen las clases de pendientes:

Pendiente de clase 1

Es aquella en la cual la inclinación del terreno con respecto a la horizontal es muy poca, se ha considerado el rango de 0% ~ 2%, calificándola de débil (plana a casi plana).

Pendiente de clase 2

La inclinación o gradiente del terreno es considerada en el rango porcentual entre 2% y 5%, caracterizada por una pendiente muy suave.

Pendiente de clase 3

Es la cual fluctúa en un rango porcentual de 5% ~ 12%, considerándola como pendiente suave.

Pendiente de clase 4

La inclinación del terreno se ha considerado en el rango de 12% ~ 25%, calificada como pendiente media.

Pendiente de clase 5

El rango porcentual varía de 25% ~ 40%, considerándola como pendiente media a fuerte.

Pendiente de clase 6

El rango porcentual de la inclinación del terreno fluctúa de 40% ~ 70%, considerándola como pendiente fuerte.

Pendiente de clase 7

Corresponde a la inclinación del terreno cuyo porcentaje va de 70% ~ 100% categorizándola como pendiente muy fuerte.

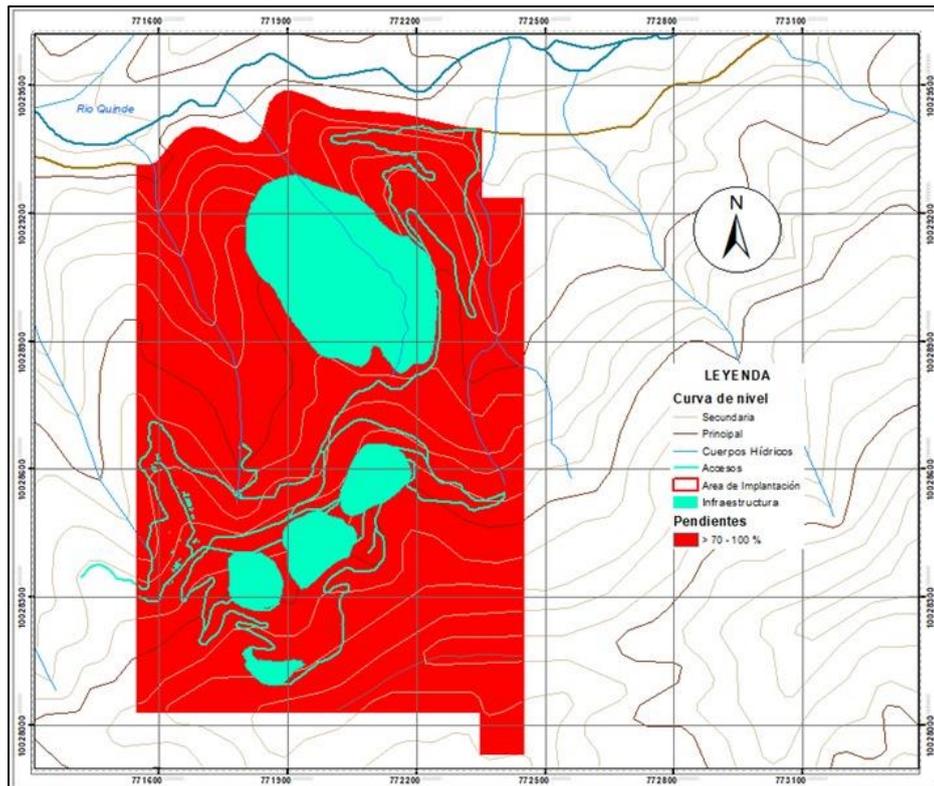
Pendiente de clase 8

Es aquella en la cual la inclinación del terreno con respecto a la horizontal tiene un valor elevado, se ha considerado en el rango > 100 %, calificándola de escarpada.

Relación de las pendientes con la infraestructura a ser licenciada

El área de implantación de la Mina Mocoral presenta únicamente un tipo de pendientes, la cual corresponde a la clase 6 que va de 70% ~ 100% considerada como pendiente muy fuerte y es donde se desarrolla toda la infraestructura nueva y licenciada, por lo que el 100% de esta pendiente cubre la totalidad del área de implantación (Ver figura 6-10).

Figura 6-10 Mapa de Pendientes



Elaborado por: Gesambconsult, 2023

6.1.2.7 Geomorfología

El área de estudio se encuentra ubicada en el paisaje 125 que corresponde, de acuerdo al mapa de paisajes de Winckell (Figura 6-11), a vertientes volcánicas, con cobertura de ceniza. Estas vertientes presentan una cobertura piroclástica, con suelos humíferos y pendientes muy fuertes.

La mayor parte de la concesión y donde se encuentran asentadas las infraestructuras corresponden al paisaje de vertientes volcánicas (125).

Figura 6-11 Paisajes de Winckell



 Ubicación Referencial del Proyecto

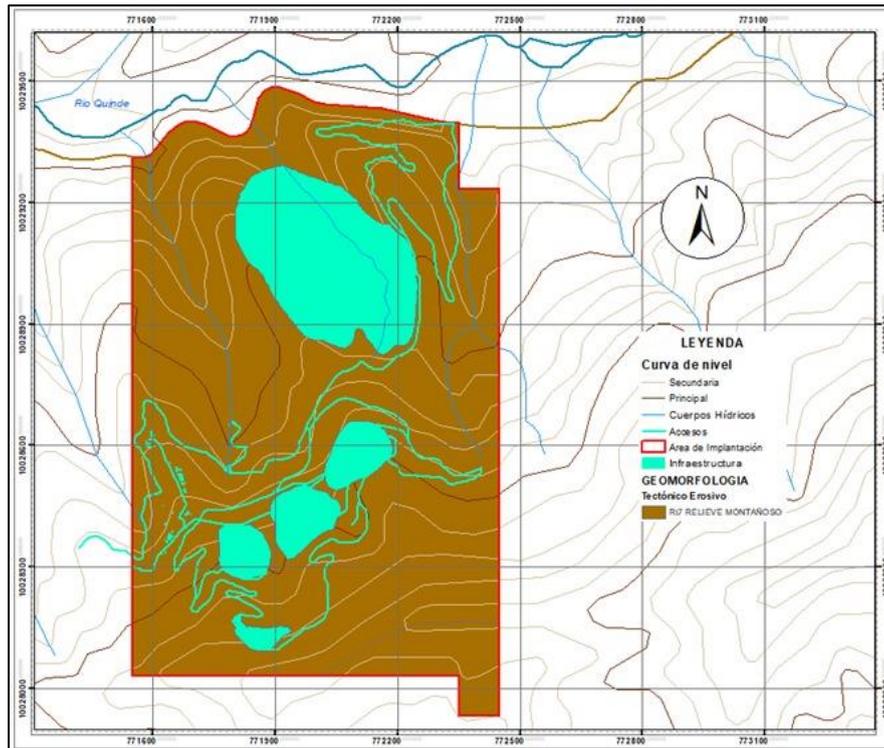
Fuente: A. Winckell, 1989

Geográficamente el área minera se ubica en la Cordillera Occidental de Los Andes, entre las cotas comprendidas 1320 m.s.n.m. y 1980 m.s.n.m., donde predomina un relieve irregular, con pendientes muy fuertes en la zona montañosa y valles en "V" con pendientes planas formando además terrazas bajas.

6.1.2.7.1 Paisajes Geomorfológicos

Las unidades geomorfológicas de la zona de estudio fueron definidas basándose en el Mapa Geomorfológico regional, obtenido de SIGTIERRAS (2015) y corroboradas con trabajo en campo (Figura 6-12).

Figura 6-12 Mapa Geomorfológico



Elaborado por: Gesambconsult, 2024

De acuerdo al mapa que antecede se puede observar que, dentro del área de implantación existe un solo tipo de geoforma el cual corresponde a Relieve montañoso (Rt7), y abarca la totalidad del área de implantación del proyecto y por ende el 100% de todas las infraestructuras nuevas y existentes de la empresa.

En la siguiente tabla se describe la unidad geomorfológica identificada en la zona de estudio.

Tabla 6-12. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio

Unidades Morfológicas				
Región	Dominio Fisiográfico	Génesis	Geoforma	Pendiente
Interandina	Vertientes externas de la Cordillera Occidental	Tectónico-erosivo	Relieve montañoso (Rt7)	Muy Fuerte (> 70–100 %)

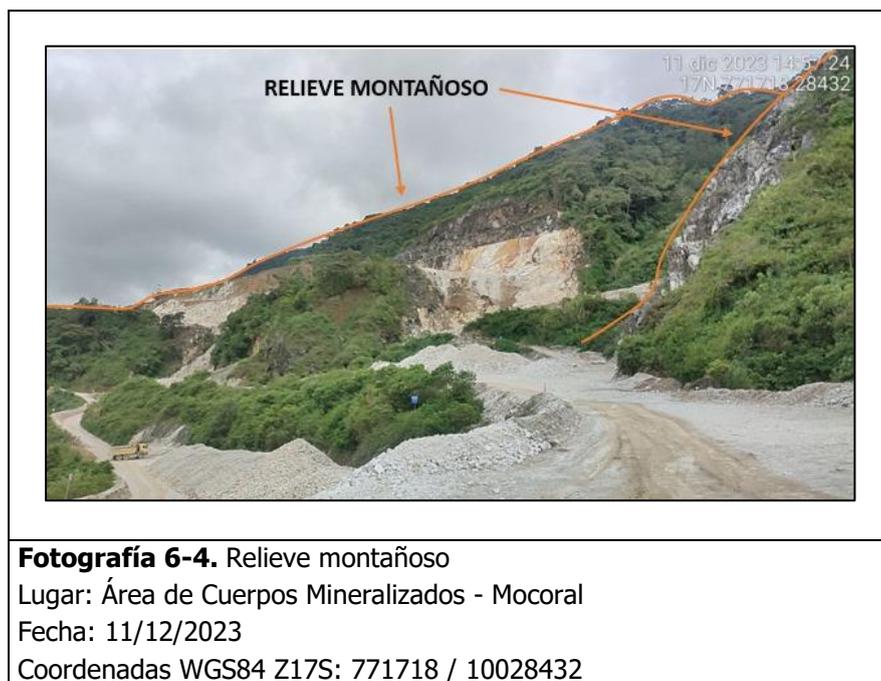
Fuente: SIGTIERRAS, 2015

Elaborado por: Gesambconsult, 2023

A continuación, se describe la unidad geomorfológica identificada dentro del área de implantación del proyecto:

Relieves Montañosos (Rt7)

Estos relieves superan los 300 metros de alto, pueden presentar cimas agudas, redondeadas y con poca frecuencia planas. Sus vertientes suelen ser largas y las pendientes van de fuertes a muy fuertes (40 – 100 %), litológicamente conformados por granitoides y rocas volcanosedimentarias.



Fuente: Información de campo Gesambconsult, 2023
 Elaborado por: Gesambconsult, 2023

6.1.2.8 Geotecnia

Se ha elaborado un mapa con base en la información recopilada en campo, y datos bibliográficos de índole geotécnicos, considerado los parámetros de resistencia, meteorización y geología (litología).

La resistencia (el esfuerzo que soporta una roca al aplicar una fuerza) y la meteorización, fueron evaluadas en función a las escalas establecidas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISMR, 1981). Figura 6-13 y Figura 6-14 y comparadas con la resistencia a la compresión establecida en la Figura 6-15, mientras que la geología empleada fue la correspondiente al mapa geológico de Pacto, escala 1:100.000.

Figura 6-13 Clasificación del Grado de Meteorización de un macizo Rocoso

TERMINO	DESCRIPCION	GRADO
Roca Fresca	No presenta signos visibles de meteorización en la roca: tal vez una leve decoloración en las superficies de las discontinuidades mayores.	I
Levemente Meteorizada	La decoloración indica meteorización de la roca y en las superficies de las discontinuidades. La roca en su totalidad puede estar decolorada por la meteorización y puede estar externamente algo más débil, que en su condición fresca.	II
Moderadamente Meteorizada	Menos de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos continuos.	III
Muy Meteorizada	Más de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos discontinuos.	IV
Completamente Meteorizada	Toda la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La estructura original del macizo aún se mantiene en gran parte intacta.	V
Suelo Residual	Toda la roca está convertida como suelo. La estructura del macizo y la fábrica del material están destruidas. Existe un gran cambio de volumen, sin embargo el suelo no ha sido transportado significativamente.	VI

Fuente: ISMR, 1981

Figura 6-14 Resistencia a partir de Índices de Campo

Grado	Descripción	Identificación de terreno	Rango aproximado de resistencia a la compresión uniaxial (Mpa)
S1	Arcilla Muy Blanda	Fácilmente penetrable varias pulgadas con el puño.	<0,025
S2	Arcilla Blanda	Fácilmente penetrable varias pulgadas con el pulgar.	0,025-0,05
S3	Arcilla Firme	Puede ser penetrada varias pulgadas con el pulgar, con esfuerzo moderado.	0,05-0,10
S4	Arcilla Rígida	Fácilmente marcada por el pulgar, solamente puede ser penetrada con gran esfuerzo.	0,10-0,25
S5	Arcilla Muy rígida	Fácilmente marcada por la uña.	0,25-0,50
S6	Arcilla Dura	Marcada con dificultad por la uña.	>0,50
R0	Roca Extremadamente Débil	Marcada por la uña.	0,25-1,0
R1	Roca Muy Débil	Se disgrega por un golpe fuerte de la punta del martillo geológico, puede ser escarbada por el cortaplumas.	1,0-5,0
R2	Roca Débil	Puede ser escarbada por el cortaplumas con dificultad, se deforma o disgrega por un fuerte golpe de la punta del martillo.	5,0-25
R3	Roca Medianamente Fuerte	No puede ser escarbada o disgregada por una cortaplumas, la muestra se fractura con un solo golpe firme del martillo geológico.	25-50
R4	Roca Fuerte	La muestra requiere más de un golpe del martillo geológico para ser fracturada.	50-100
R5	Roca Muy Fuerte	La muestra requiere de muchos golpes del martillo geológico para ser fracturada.	100-250
R6	Roca Extremadamente Fuerte	La muestra solo puede ser astillada con el martillo geológico.	>250

Fuente: ISMR, 1981

Figura 6-15 Resistencia de Diversas Rocas

Resistencia en kg/cm ²	Tipo de Roca
Arriba de 2.800	Algunos basaltos y cuarzitas
1,750-2,800	Granitos de grano fino, dioritas y basaltos compactos, calizas, cuarzitas y areniscas bien cementadas
700-1,750	Promedio de las areniscas y calizas, granitos de grano medio y grueso, gneis
350-700	Areniscas y calizas porosas, lutitas
Abajo de 350	Tobas, gis, areniscas muy porosas, lutitas de limo

Fuente: <https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/resistencia-y-extraccion-de-las-rocas.html>

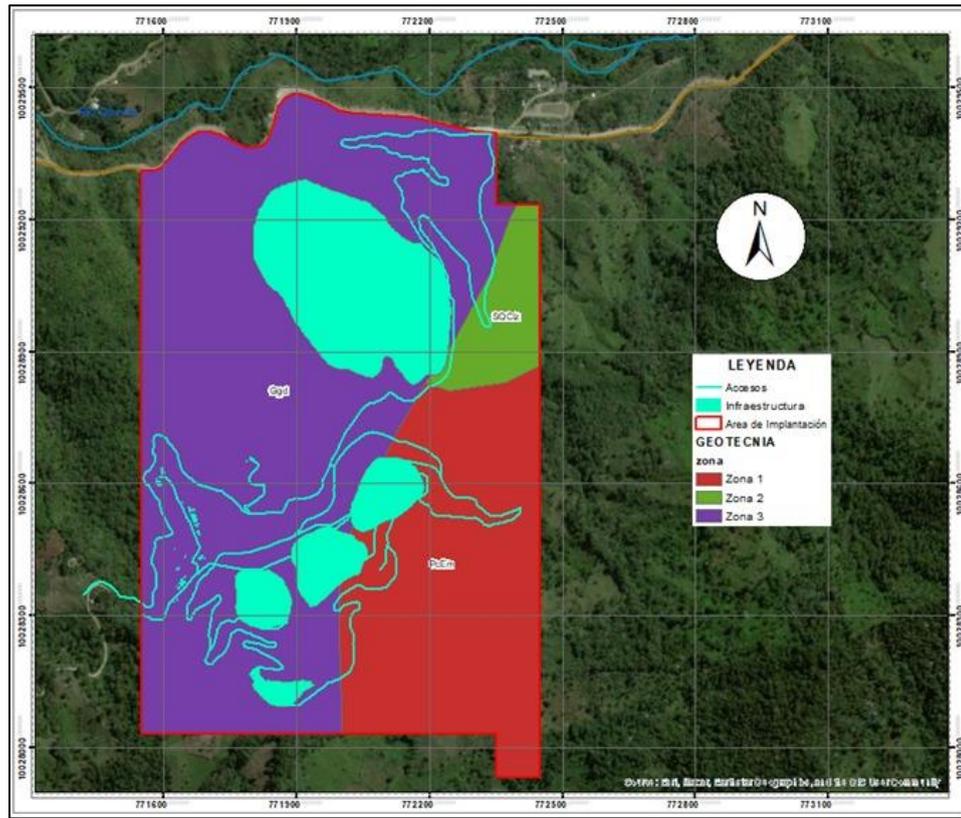
La información fue interpolada (método de IDW) y posterior a esto se realizó una superposición de mapas. Obteniendo como resultado un mapa con tres zonas. (Figura 6-16), dichas zonas son descritas en la Tabla 6-12.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, la metodología aplicada a la zona de estudio va de acuerdo a la relación establecida de las figuras: "*Clasificación del grado de meteorización de un macizo rocoso*", la cual detalla en campo rocas cuyo grado de meteorización es levemente moderada, es decir, evidencian decoloración y zonas externas débiles, que bibliográficamente se tratan de rocas de grado II, que en concordancia con la figura "*Resistencia a partir de índices de campo*", se relaciona a rocas fuertes a muy fuertes, es decir se requiere más de un golpe de martillo para su fracturación.

De igual manera, la geología del área de estudio está conformada por rocas intrusivas como granodioritas, entre otras, descritas en el apartado de geología local, que en relación con la figura "*Resistencia de diversas rocas*", se puede establecer su asociación de resistencia conforme su descripción a rangos entre 1.750 a 2.800 kg/cm² es decir 171 a 274 Mpa.

Tomando como base la geología del área de estudio en su sentido general, su relación con el grado de meteorización, así como el respaldo bibliográfico señalado en las figuras "*Resistencia de diversas rocas*" y "*Clasificación del grado de meteorización de un macizo rocoso*", se puede definir los tres (3) rangos de clasificación determinados para la zona de estudio (Figura 6-16). La zona 1 con rangos de resistencia de 25 a 50 MPa, meteorización moderada a alta correspondiente a rocas volcanosedimentarias (areniscas), la zona 2 con resistencia relativa de 50 a 100 MPa, meteorización moderada, conformada por calizas metamorizadas, finalmente la zona 3 con resistencia de 100 a 250 MPa, meteorización ligera, correspondiente al intrusivo granodiorítico.

Figura 6-16 Resistencia de Diversas Rocas



Elaborado por: Gesambconsult, 2023

Tabla 6-13 Descripción de las Zonas Geotécnicas

Zonas	Resistencia (Mpa)	Meteorización	Geología
Zona 1	25 - 50	Moderada a alta	Rocas volcanosedimentarias
Zona 2	50 - 100	Moderada	Caliza metamorizada (Mármol)
Zona 3	100 - 250	Ligera	Intrusivo: Granodiorita

Elaborado por: Gesambconsult, 2023

6.1.2.9 Sismicidad

El análisis sísmico para la zona de estudio se realizó considerando las siguientes fuentes; el Informe Sísmico del Ecuador (2021) realizado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, el estudio de zonificación sísmica planteado por Alvarado (2012) y el Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias del Ecuador elaborado por la U. S. Geological Survey y la Escuela Politécnica Nacional (2003).

La información presentada en el Informe Sísmico (2021) se establece conforme a los conceptos y criterios de clasificación de las fuentes sísmicas que se resumen a continuación:

6.1.2.9.1 Actividad por fuente sísmica

Las fuentes sísmicas son todas aquellas zonas que pueden generar ondas sísmicas, es decir, sismos. El origen de estos sismos se debe a que existe desplazamiento en una discontinuidad o falla existente en el medio (corteza oceánica o continental) Informe Sísmico del IGEPN (2021).

Las fuentes sísmicas en el territorio ecuatoriano se clasifican como: fuentes de la interfaz, fuentes corticales y fuentes profundas (Yepes et al., 2016; Beauval et al., 2018, citados en IGEPN, 2021).

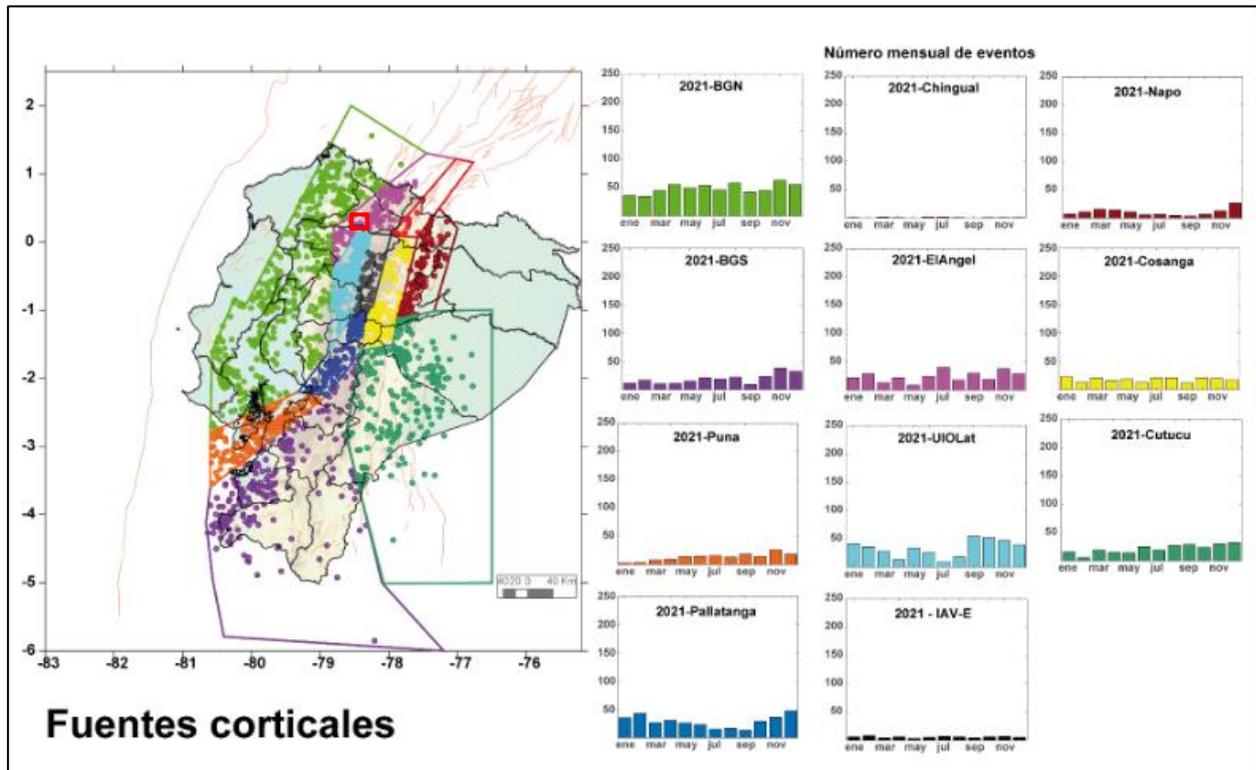
El área de estudio se encuentra en el norte del Ecuador, en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura por lo tanto los sismos en esta área pueden ser producto de dos tipos de fuentes sísmicas; corticales y profundas o de slab. Dichas fuentes se describen a continuación.

Sismicidad en las fuentes corticales

Según Yepes et al. (2016) y Beauval et al. (2018) (citados en IGEPN, 2021), las fuentes corticales (Figura 6-17) comprenden:

- El sistema principal de fallas que delimitan el Sliver Norandino (NAS) de la zona estable de Sudamérica con los segmentos de Puná, Pallatanga, Cosanga y Chingual (Alvarado, 2012; Alvarado et al., 2016, citados en IGEPN, 2021).
- Los sistemas de fallas inversas Quito-Latacunga, el sistema de fallas de rumbo de El Ángel.
- Las fallas que definen el levantamiento y los pliegues en la zona subandina: Napo y Cutucú.
- Dos fuentes adicionales que engloban la sismicidad dispersa, fuera de las fallas principales: BGN que comprende la zona de las cuencas de la costa y BGS, al sur del país.

Figura 6-17 Sismicidad en las Fuentes Corticales



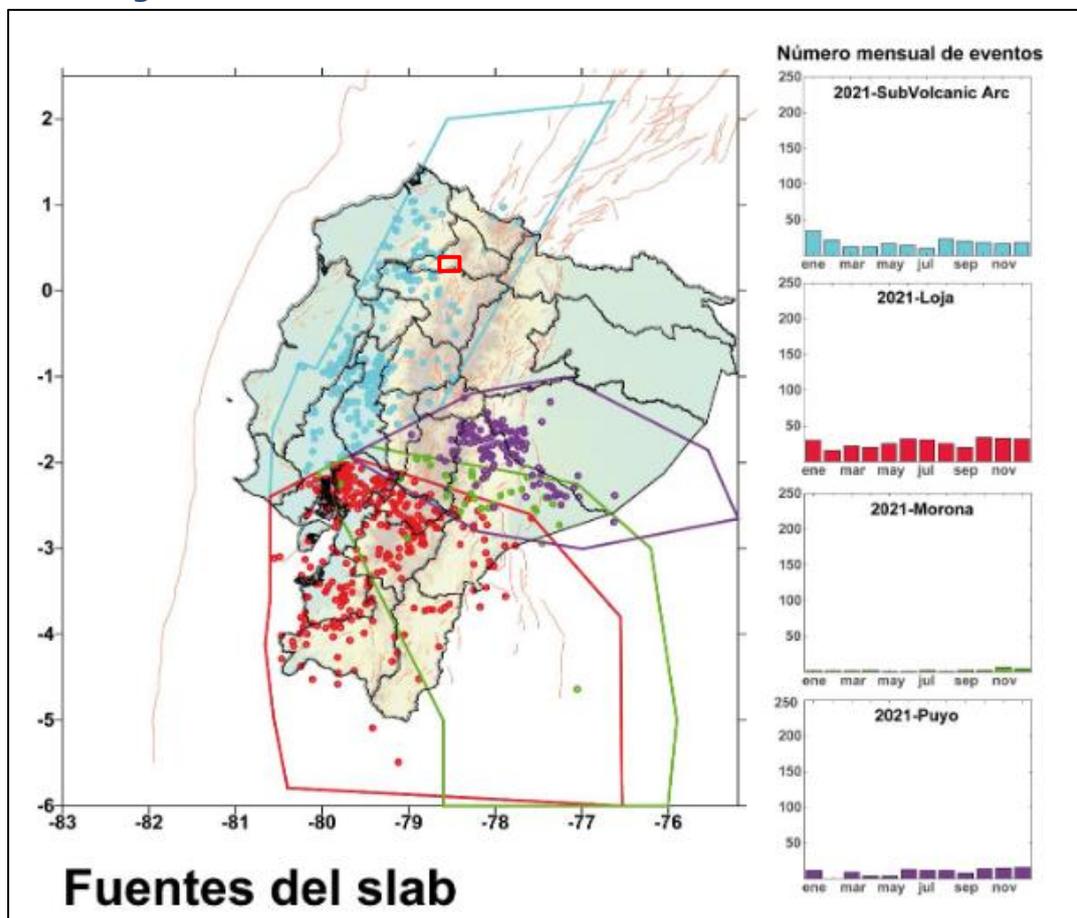
□ Ubicación referencial del proyecto
Fuente: Informe sísmico del IGEPN, 2021

Sismicidad en las fuentes sísmicas profundas o del slab

Las fuentes sísmicas del slab (Figura 6-18) son volúmenes a diferentes profundidades que engloban el slab o placa oceánica en subducción bajo el continente.

La fractura de Grijalva es un rasgo morfológico importante en el fondo marino, misma que separa dos cortezas oceánicas de diferente origen y edad: al norte una placa Nazca joven y al sur una placa vieja denominada Farallón (Yepes et al., 2016, Beauval et al., 2018, citados en IGEPN, 2020). La ocurrencia de sismos en el slab parece estar delimitada por esta fractura en la placa que se subduce. Al norte de la fractura se observan sismos con magnitudes relativamente pequeñas, mientras que, al sur, los sismos tienen magnitudes más altas.

Figura 6-18. Sismicidad en las Fuentes Sísmicas Profundas



□ Ubicación referencial del proyecto
Fuente: Informe sísmico del IGEPN, 2021

Lo analizado en el Informe Sísmico, IGEPN (2021) permite interpretar que los sismos en el área de estudio pueden ser producto de dos tipos de fuentes sísmicas: corticales y profundas o de slab. La fuente sísmica cortical que afecta la zona, es la fuente El Ángel (Figura 6-17), constituida por un sistema de fallas de rubo, además de englobar las provincias del norte del

país. La fuente sísmica profunda que interviene en la zona de estudio es la fuente sísmica Subvolcanic arc (Figura 6-18), asociada a la placa Nazca con rango de profundidad 35-180 km.

Además, en el informe Sísmico, IGEPN (2021) se muestra un resumen de los eventos sísmicos en función de las diferentes fuentes sísmicas. Lo que nos permite visualizar un total de 294 eventos para la fuente cortical El Ángel con una magnitud promedio de 1,00 (Mlv) y un total de 215 eventos para la fuente profunda Subvolcanic Arc con una magnitud promedio de 2,17 (Mlv).

Figura 6-19 Resumen de Actividad Sísmica por Fuente Sísmica

Tipo de fuente	Nombre de la fuente	Magnitud Máxima	Magnitud Promedio	Número de eventos
Fuentes de la interfaz o de la subducción	Esmeraldas	4.75	2.67	450
	La Plata	5.43	2.68	539
	Golfo Guayaquil	4.36	2.91	46
	Talara	3.43	2.87	12
Fuentes corticales	BGN	4.91	2.12	585
	BGS	5.60	2.27	230
	Puná	4.53	2.47	159
	Pallatanga	4.03	1.53	342
	Cosanga	3.81	1.71	218
	Chingual	2.63	1.79	12
	El Ángel	3.12	1.00	294
	UIO-Lat	4.57	1.28	398
	Napo	4.56	2.22	130
	Cutucú	5.20	2.50	256
IAV-E	2.79	1.07	67	
Fuentes del slab	Subvolcanic Arc	3.58	2.17	215
	Loja	5.21	2.50	320
	Morona	3.21	2.49	33
	Puyo	4.03	2.64	119

Fuente: Informe sísmico del IGEPN, 2021

Un segundo análisis, tiene como base en la clasificación de fuentes sismogénicas presentadas por Alvarado (2012), cuyos criterios se describen a continuación:

Fuentes sismogénicas de subducción

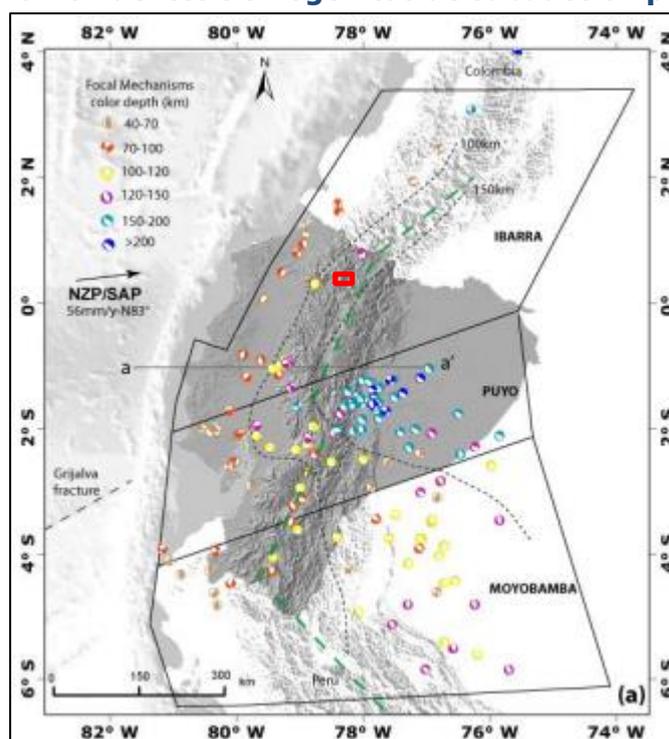
Alvarado (2012), clasifica las fuentes sismogénicas de subducción en dos fuentes, como son: fuentes de Interplaca y fuentes de intra slab profundo. La zona de estudio se encuentra afectada por la fuente intra slab.

Fuentes sismogénicas de Intra slab profundo

La descripción de estas fuentes (Fig 6-20) se basa en criterios como:

- La profundidad de distribución de la sismicidad.
- El mecanismo de ruptura disponible en la zona.
- La variación de la orientación de los planos de ruptura, tomando como referencia los mecanismos focales.

Figura 6-20 Fuentes sismogénicas de subducción profunda



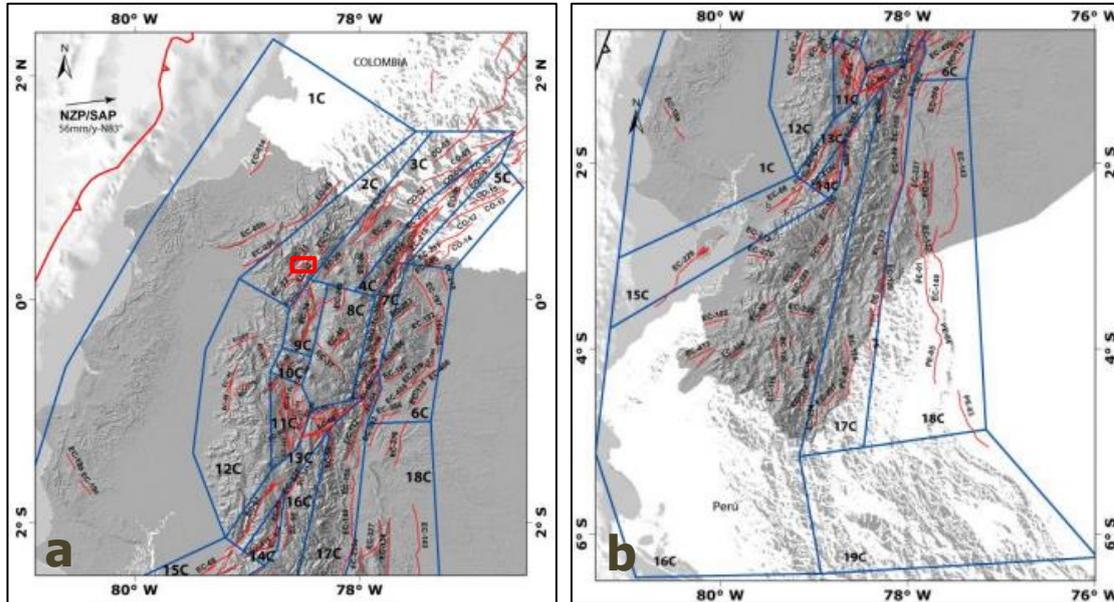
Ubicación referencial del proyecto
Fuente: Alvarado, 2012

En función a lo expuesto y lo que muestra en la Figura 6-20, la fuente sismogénica de subducción (fuentes de intra slab profundo) que interviene en el área evaluada, es la fuente Ibarra la cual incluye la zona norte del Ecuador.

Fuentes sismogénicas corticales

Las fuentes sismogénicas corticales tienen relación con los principales sistemas de fallas, en las figuras 6-21 a y 6-21 b se visualiza las fuentes corticales asociadas a los sistemas de fallas al norte y sur del país.

Figura 6-21 Fuentes sismogénicas corticales y sistema de fallas (norte de Ecuador y sur de Colombia). b) fuentes sismogénicas corticales y sistema de fallas (sur de Ecuador y norte de Perú)



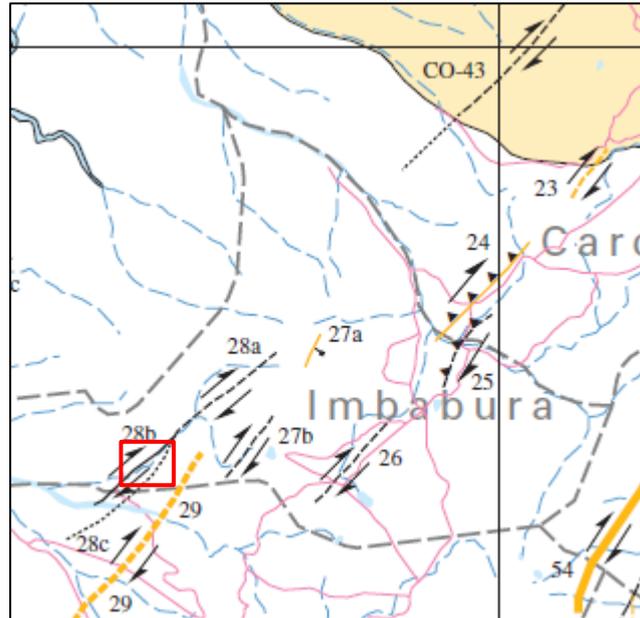
▢ Ubicación referencial del proyecto

Fuente: Alvarado, 2012

De acuerdo a la figura (Figura 6-21 a) se concluye que la fuente sismogénica cortical, que afecta la zona estudiada, es la fuente 2C con presencia de fallas inversas de componente dextral, como el sistema de fallas Apuela y Falla Nanegalito.

Por último, para complementar este análisis se consideró el Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias del Ecuador (U. S. Geological Survey y Escuela Politécnica Nacional, 2003), donde se muestra que los sismos en la región pueden estar influenciados por los movimientos de fallas cuaternarias como: el segmento centro y sur del sistema de fallas Apuela que tienen sentido de movimiento dextral, con una tasa de desplazamiento de <1 mm por año, su último movimiento es <1.6 Ma. Además, otra estructura que puede afectar el área de estudio es la falla Nanegalito, de tipo inversa dextral, se desplaza 1-5 mm/año y su tasa de movimiento es <15Ka. (Figura 6-22).

Figura 6-22 Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarios de la Zona de Estudio



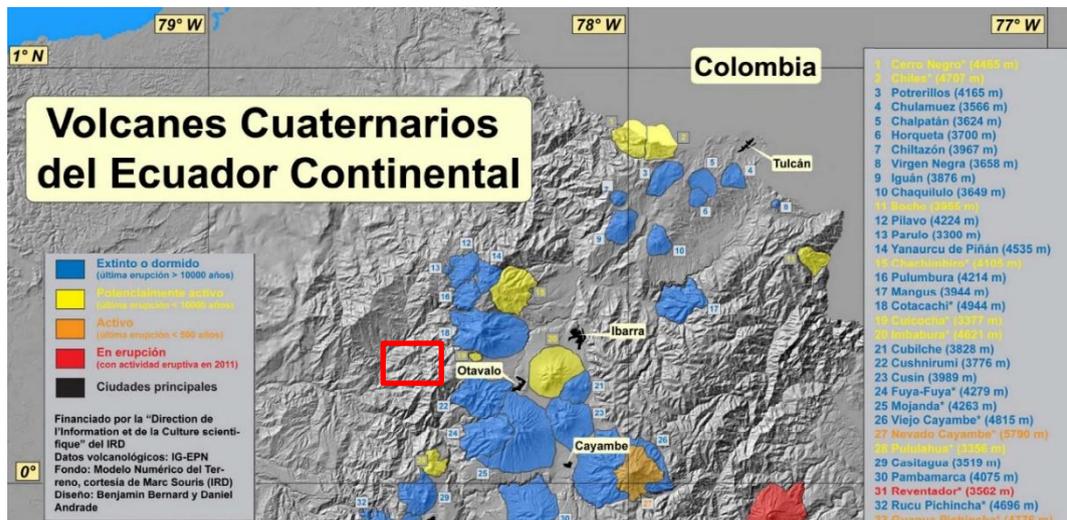
Ubicación referencial del proyecto

Fuente: U. S. Geological Survey y Escuela Politécnica Nacional, 2003
Elaborado por: Modificado por Equipo consultor, 2023

6.1.2.10 Volcanismo

Los volcanes potencialmente activos que se encuentran más próximos al área de estudio, corresponden al complejo volcánico Cotacachi - Cuicocha, Imbabura y Chachimbiro, seguido de aquellos volcanes denominados como extintos o dormidos como el complejo volcánico Mojanda - Fuya Fuya, volcán Cushnirumi, donde se detallan las principales características y su relación al área de estudio.

Figura 6-23 Recorte de Ubicación del Proyecto y su Relación con los Volcanes del Ecuador



Ubicación referencial del área de estudio

Fuente: Recorte de: Bernard, B., & Andrade, D. (2011). Mapa de los Volcanes Cuaternarios del Ecuador Continental (Direction de l'Information et de la Culture Scientifique-IRD; Instituto Geofísico-EPN). IG-EPN/IRD. Escala 1:500.000

La figura anterior representa la ubicación del proyecto y su proximidad geográfica con los principales volcanes, donde se tiene:

- Complejo volcánico Cotacachi - Cuicocha: Se encuentra ubicado en la Provincia de Imbabura, a 10 km de Cotacachi y 13 km de Otavalo. Forma parte del frente volcánico ubicado en la cordillera Occidental Norte del Ecuador. El área de su base es de aprox. 268 km². El Volcán Cotacachi se encuentra catalogado como un volcán extinto, ya que al momento no existen evidencias de actividad durante los últimos 10 mil años. Sin embargo, la Caldera Cuicocha que representa la fase más reciente del complejo ha presentado al menos dos fases de actividad en 3100 y 2900 años antes del presente (Hall M. et al, 1989), lo cual hace de éste un volcán potencialmente activo. (Instituto Geofísico-EPN).
- Volcán Imbabura: Conocido como "estrato-volcán compuesto", y se caracteriza por presentar un gran edificio principal de forma cónica alrededor del cual han ido desarrollándose otros edificios más pequeños. El edificio principal es conocido con el nombre de Taita Imbabura, y los dos principales edificios más pequeños se los conoce como Loma Artezón (al norte) y Huarmi Imbabura (al sur). La cumbre del Taita Imbabura se encuentra a 4621 msnm. Hay evidencias que muestran que el Imbabura ha tenido erupciones incluso hace 8 mil años (Le Penne et al., 2010). En vista de esta actividad tan reciente y por estar rodeado de centros urbanos, el Imbabura es clasificado como un volcán potencialmente activo. (Instituto Geofísico-EPN).
- Volcán Chachimbiro: Conocido también como Cerro Huanguillaro, es un volcán poco conocido ubicado en la provincia de Imbabura, a 25 km al noroeste de Ibarra, este edificio de forma irregular mide cerca de 12 km de diámetro y alcanza entre 1000 y 1500 metros de altura. Según estudios geológicos recientes (Beate, 2001; Bernard et al., 2011; Bernard et al., 2014) han demostrado que se han presentado varias erupciones durante los últimos 10.000 años. Eso hace del Chachimbiro un volcán potencialmente activo. En la actualidad la actividad superficial del Chachimbiro se limita a fuentes hidrotermales de baja temperatura (Chachimbiro y Timbuyacu) y una baja actividad sísmica. (Instituto Geofísico-EPN).
- Complejo volcánico Mojanda – Fuya Fuya, Cushnirumi: Se encuentra ubicado entre las provincias de Pichincha e Imbabura, a 10 km al sur de la ciudad de Otavalo y a 60 km al noreste de la ciudad de Quito, tiene un diámetro de 26 km y se eleva a 4263 msnm en el cerro Fuya - Fuya. Presenta una pequeña caldera de 2.5 km de ancho en la actual laguna de Mojanda. Hacia el noroeste (pero sin ser parte del complejo) están los remanentes de un viejo volcán disectado llamado Cushnirumi que colapsó debido a una avalancha (Robin et al., 1997). En un principio Sauer (1965) y Hall (1977), pensaron que se trataba de un solo volcán, pero más tarde Robin et al. (1997; 2009) dieron a conocer que en realidad había dos centros eruptivos: Mojanda y Fuya – Fuya. Su actividad Pleistocénica dio origen a buena parte del relieve desde los páramos en el Mojanda hasta las zonas aluviales del río Guayllabamba. (López, G., 2017 con información de Robin et al., 2009) (<https://geoparque.imbabura.gob.ec>).

6.1.2.11 Conclusiones del Componente Geológico

- De acuerdo a la geología regional, la zona de proyecto se encuentra influenciada por: Grupo Pilatón (K_{PI}) la cual contiene limolitas, areniscas y brechas. Unidad Silante (EO_{Si}) que comprende rocas volcanoclasticas, capas rojas, conglomerados y areniscas, además un cuerpo intrusivo.
- La geología estructural del área de estudio, podría estar afectada regionalmente por el Sistema de fallas Apuela, específicamente la sección sur y la sección central, estas fallas tiene un sentido de movimiento dextral, con una tasa de desplazamiento de <1 mm por año, su último movimiento es <1.6 Ma. Otra estructura que puede afectar el área de estudio es la falla Nanegalito, de tipo inversa dextral, se desplaza 1-5 mm/año y su tasa de movimiento es <15 Ka.
- La geología local de la concesión Minera Mocal, se basó en la carta geología de Pacto escala 1:100.000, donde se destacan las rocas pertenecen a la Formación Macuchi, cuya edad está comprendida entre el Cretácico al Eoceno. La región ha sido intruida por un batolito granodiorítico poscretácico recubierto a su vez por capas volcánicas recientes y un cuerpo calcáreo.
- Respecto a la geología económica del área de estudio, se ha identificado como principal actividad minera en el cantón Otavalo, a la extracción de minerales no metálicos como calizas, arcillas, puzolana y material pétreo para construcción n varias concesiones mineras otorgadas. Mientras que en el ámbito metálico se han identificado principales depósitos epitermales (Pacto y Tanachi), pórfidos (Llurimagua, Cuellaje) y metasomáticos (skarn) como Selva Alegre que se encuentra más próximo al área de estudio.
- De acuerdo a la Descripción del Yacimiento Mineral, el Cuerpo 1, cubre una porción más pequeña de reservas, es el más contaminado con presencia de cuerpos intrusivos, por otro lado, el Cuerpo 2, parece contener el mayor porcentaje de mineral de alta ley y pureza, mientras que, el Cuerpo 3, contiene la mayor parte de las reservas, además poseen el mayor porcentaje de lentes skarn, sulfuros y mineral, con impurezas.
- En cuanto a las pendientes, la infraestructura a ser licenciada se encuentra en la clase de pendiente 6, según la clasificación de pendientes propuesta por el SIG tierras en el 2015, corresponde a pendientes muy fuertes de 70 a 100 %.
- La geomorfología de la zona está formada principalmente por relieves montañosos que van desde los 1500 msnm al norte del área de implantación hasta los 1980 msnm al Sur de la concesión Minera.
- La geotecnia del sector presenta 3 zonas de resistencia en función al tipo de rocas y materiales del sector. La zona 1 con rangos de resistencia de 25 a 50 MPa, meteorización moderada a alta correspondiente a rocas volcanosedimentarias (areniscas), la zona 2 con resistencia relativa de 50 a 100 MPa, meteorización moderada, conformada por calizas metamorfizadas, finalmente la zona 3 con resistencia de 100 a 250 MPa, meteorización ligera, correspondiente al intrusivo granodiorítico.
- Los sismos en el área de estudio pueden ser producto de dos tipos de fuentes sísmicas: corticales y profundas o de slab. La fuente sísmica cortical que afecta la zona, es la fuente El Ángel, constituida por un sistema de fallas de rubo, la fuente sísmica profunda que interviene en la zona de estudio es la fuente sísmica Subcolcanic arc asociada a la placa

Nazca. Además, en el informe Sísmico, IGEPN (2021) se muestra un resumen de los eventos sísmicos en función de las diferentes fuentes sísmicas. Lo que nos permite visualizar un total de 294 eventos para la fuente cortical El Ángel con una magnitud promedio de 1,00 (Mlv) y un total.

- En el ámbito volcánico, los volcanes potencialmente activos que se encuentran más próximos al área de estudio, corresponden al complejo volcánico Cotacachi – Cuicocha que mantuvo actividad hace 3100 y 2900 años antes del presente, Imbabura que presentó actividad hace 8000 años y Chachimbiro hace 10.000 años, los cuales son considerados potencialmente activos, y volcanes dormidos o extintos como el Complejo volcánico Mojanda – Fuya Fuya, Cushnirumi.

6.1.3 Hidrología y Calidad de Agua

6.1.3.1 Hidrología

La zona está drenada por el río Intag cuya dirección es esencialmente norte-sur atraviesa el valle del mismo nombre y capta las aguas de toda la cuenca hidrográfica, que es parte del sistema hidrográfico Guayllabamba- Esmeraldas. Se ha identificado en el tramo bajo del río Intag los tributarios ríos Quinde y Pamplona, que escurren en sentido este-oeste y aportan sus caudales por la margen izquierda. Todos estos ríos comprenden el macro drenaje de la Zona, en donde se localiza la Mina Mocoral. En la siguiente Tabla se muestran las características físicas de los tributarios del río Intag.

Figura 6-24 Características Físicas de las Subcuenas-Macrodrenaje

Cuenca	Area	Perimetro	Longitud del cauce	Coeficiente de compacidad	Coeficiente de forma	Pendiente del cauce
	(Km ²)		(Km)			(Km)
Río Quinde	50,54	39,40	18,01	1,55	0,16	0,07
Río Pamplona	100,79	54,11	24,12	1,51	0,17	0,09

Fuente: Estudio hidrológico –hidrogeológico final de las quebradas que cruzan la mina Mocoral, diciembre 2010.

Tabla 6-14 Clasificación del Índice de Compacidad de Gravelius

Coeficiente de compacidad	Clasificación
1 a 1,25	Casi redonda a oval-redonda
1,25 a 1,50	Oval redonda a oval-oblonga
1,50 a 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga
>1,75	Rectangular

Fuente: Gaspari et al. (2012).

Elaborado: Gesambconsult 2023

El río Quinde tiene un área de 50,54 Km², con un perímetro de 39,40 Km, su longitud del cauce es de 18,01 km, la pendiente del cauce es de 0,07 m/m, el coeficiente de la forma es de 0,16 y el coeficiente de compacidad o índice de Gravelius es de 1,55 siendo el parámetro que describe la geometría de la cuenca, lo que indica una forma oval oblonga a rectangular oblonga.

El río Pamploma tiene un área de 100,79 Km², con un perímetro de 54,11 Km, su longitud del cauce es de 24,12 km, la pendiente del cauce es de 0,09 m/m, el coeficiente de la forma es de 0,17 y el coeficiente de compacidad o índice de Gravelius es de 1,51 siendo el parámetro que describe la geometría de la cuenca, lo que indica una forma oval oblonga a rectangular oblonga.

A nivel zonal los caudales por km de cuenca hidrográfica, en valores anuales, fluctúan entre 20.9 y 50,8 L/s, con un valor medio de 31,3 L/s. Estos valores surgen de los caudales medios mensuales de la estación río Intag D.J. Pamplona, que tiene un área de aportación total de 1.043.8 km.

Del estudio hídrico realizado por la empresa CECAL a los microdrenajes de las Quebradas 1, 2, 3 y 4, que cruzan el área de la mina Mocoral, se ha establecido que se tienen dos sistemas de distribución de agua, uno para la población La Libertad y otro independiente, para Barcelona y otras localidades vecinas. (CECAL, 2010)

Se ha analizado los siguientes microdrenajes:

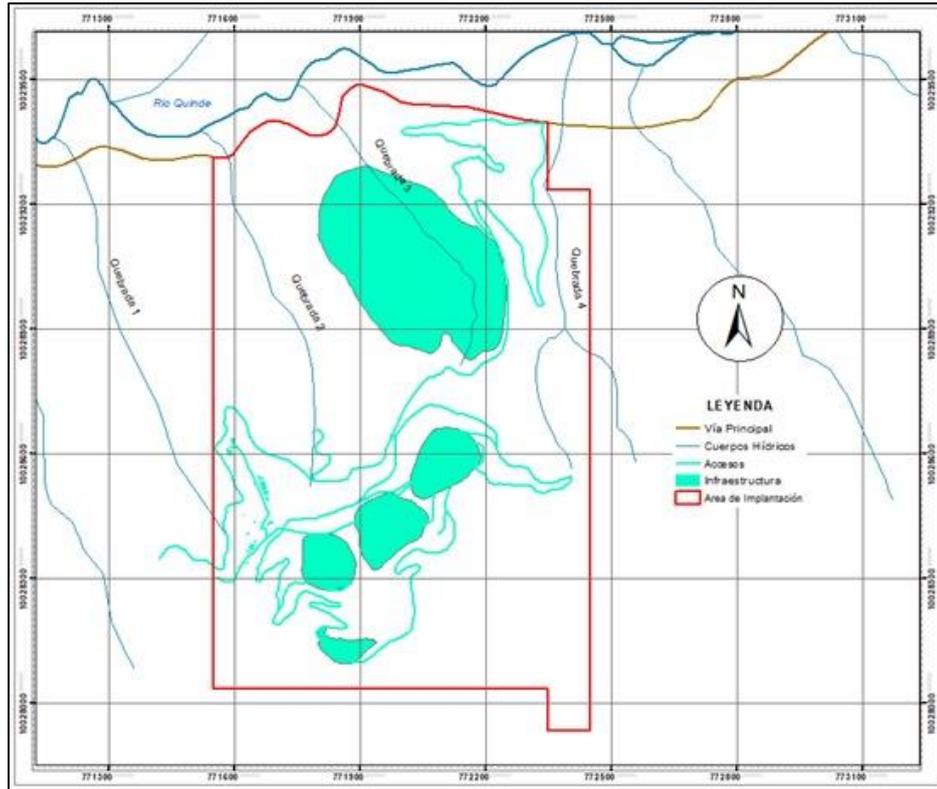
- a. Las quebradas que cruzan el área de la Mina Mocoral, definidas como Quebrada 1, Quebrada 2, Quebrada 3 y Quebrada 4.

Figura 6-25 Características Físicas de las Quebradas - Microdrenaje

Quebrada	Area	Perimetro	Longitud del cauce	Coeficiente de compacidad	Coeficiente de forma	Pendiente del cauce
	(Km ²)	(Km)	(Km)			(m/m)
1	0,42	4,09	1,53	1,78	0,18	0,38
2	0,56	3,98	1,57	1,49	0,22	0,36
3	0,38	3,50	1,56	1,59	0,16	0,38
4	0,69	4,66	1,46	1,57	0,32	0,40

Fuente: Estudio hidrológico –hidrogeológico final de las quebradas que cruzan la mina Mocoral, diciembre 2010.

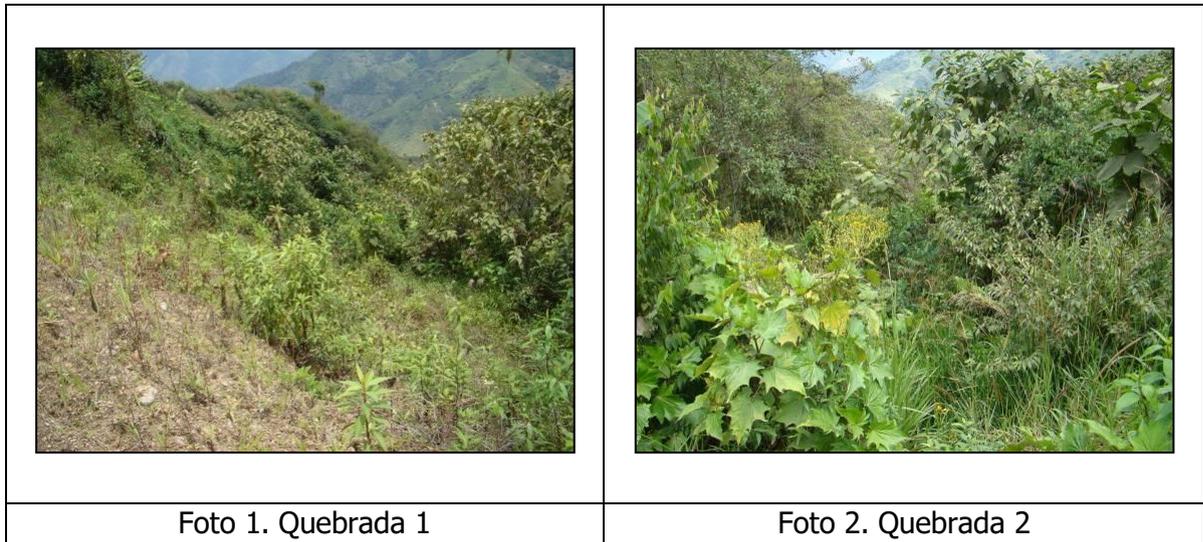
Figura 6-26 Cuerpos hídricos del área de implantación.



Fuente: CECAL.

Elaborado: Gesambconsult 2024.

Figura 6-27 Fotografías de las Quebradas





Fuente: CECAL.

Elaborado: Gesambconsult 2019.

En el mes más seco del año, que puede ocurrir entre julio y noviembre, los caudales específicos mínimos descienden hasta 13,4 l/s, con un valor medio de 17 l/s. (CECAL, 2010)

Figura 6-28 Caudales de las Quebradas

Código	Quebrada - sección	23/10/10	24/10/10	5/11/10	6/11/10	Caudal Medio (l/s)	Caudal específico (l/s/km ²)
		Caudal (l/s)					
P1 (Q1-1)	Quebrada 1 - aguas arriba de la Mina	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,18
P2 (Q1-2)	Quebrada 1 - aguas abajo de la Mina	2,18	2,33	1,67	1,88	2,02	5,60
P3 (Toma 1)	Captación de agua Mina Mocoral - aguas arriba	0,32	0,39	0,20	0,20	0,28	1,64
		0,32	0,40	0,19	0,20		
P4 (Q2-1)	Quebrada 2 - aguas arriba de la Mina	0,29	0,36	0,20	0,20	0,26	1,54
P5 (Q2-2)	Quebrada 2 - aguas abajo de la Mina	3,72	3,78	4,55	4,73	4,19	8,74
P6 (Q3-2)	Quebrada 3 - aguas abajo de la Mina	2,85	3,37	2,85	2,81	2,97	9,28
P7 (Q4-1)	Quebrada 4 - aguas arriba de la toma	0,34	0,35	0,29	0,33	0,33	3,26
P8 (Toma2)	Captación de agua La Libertad - aguas arriba	1,82	1,59	1,48	1,81	1,72	4,08
		1,91	1,79	1,48	1,84		

Fuente: Estudio hidrológico –hidrogeológico final de las quebradas que cruzan la mina Mocoral, diciembre 2010.

En la tabla anterior se muestran los caudales específicos, que responden a la aportación por cada 1 km² de cuenca de drenaje, para la condición de caudales mínimos.

En la siguiente tabla se aprecia que los caudales específicos de los tramos superiores de las Quebradas son notablemente menores a los aportes específicos de toda la quebrada, hasta las secciones aguas abajo, en una relación aproximada de 1 a 6. Hay que destacar que la captación localizada en la Quebrada 4, se localiza justamente en el tramo medio de la misma.

Figura 6-29 Comparación de caudales específicos de las Quebradas

Quebrada	Area de drenaje (km ²)		Caudales específicos (l/s/km ²)	
	Aguas arriba	Aguas abajo	Aguas arriba	Aguas abajo
1	0,080	0,360	0,18	5,60
2	0,170	0,480	1,54	8,74
3		0,320		9,28
4	0,170		1,92	
Promedio			1,21	7,87

Fuente: Estudio hidrológico –hidrogeológico final de las quebradas que cruzan la mina Mocal, diciembre 2010.

La variación de los caudales específicos entre el tramo alto de las microcuencas y las cuencas globales no depende de la actividad minera, pues este comportamiento se presenta también en las Quebradas 1 y 4 en cuyas áreas de drenaje no se realizan actividades extractivas. (CECAL, 2010)

Cabe recalcar en la Quebrada 3 es agua de escorrentía, por lo que solo se presenta en época de lluvia y la Quebrada 1 no atraviesa por las actividades del proyecto por lo que no es afectada.

En la Quebrada 4 se encuentra la captación que abastece La Libertad y en la Quebrada 2 se tiene también una captación de agua para la Mina Mocal.

Los caudales de las quebradas referidas dependen en alto grado de las precipitaciones estacionales; el período seco del año es severo y puede prolongarse en la zona hasta 5 o más meses.

En el primer informe realizado al estudio del régimen hidrológico-hidrogeológico, se establece que los niveles de aguas subterráneas son relativamente bajos en las laderas de la zona, puesto que no se aprecian afloramientos importantes de agua sino, ojos con caudales relativamente bajos y variables, que son muy dependientes de los caudales infiltrados como resultado también de la condensación de la neblina, frecuente en la tarde y noche.

El cambio en el uso del suelo (eliminación del bosque primario o secundario y sustitución de éste por pastos pobres) ayuda en alto grado a la disminución de la infiltración y, por tanto, a la reducción de los caudales subsuperficiales y también de los aportes de las aguas subterráneas, aspecto que se muestra como tendencia.

A manera de recomendaciones en el Informe se precisó que el decrecimiento de los caudales mínimos es un fenómeno que se manifiesta en el país de manera amplia, resultado en parte del decrecimiento de las precipitaciones anuales; mas es consecuencia del cambio en el uso del suelo y en especial de la eliminación de la cubierta vegetal natural y su sustitución por pastos, en desmedro de la infiltración. Por ello, la urgente necesidad de implementar planes de reforestación en las cuencas de drenaje de las captaciones de agua para uso humano.

Cabe precisar que CECAL tiene implementado ya un plan de reforestación sobre la cota 1.800 msnm., para proteger las fuentes de agua (quebradas) y de apoyo a la conservación del ambiente del área.

Figura 6-30 Foto del Área Reforestada



Fuente: CECAL.

Elaboración: Gesambconsult 2019.

En la mina Mocoral se utiliza un sistema de drenaje basado en cunetas de coronación revestidas con hormigón y cunetas laterales construidas en suelo del sector, las aguas de estos drenajes son conducidas hacia drenajes naturales para evitar que los materiales se saturen, y disminuyan las propiedades físico-mecánicas (cohesión, ángulo de fricción, etc.), que puedan ocasionar deslizamientos y/o erosiones en los frentes de explotación y/o en las vías de acceso; a las mismas se les da un mantenimiento programado para mantenerlas operativas.

6.1.3.2 Calidad del Agua

6.1.3.2.1 Metodología

El procedimiento para el muestreo de aguas superficiales se lo realizó en base a la metodología descrita para la evaluación del componente físico, en donde se tomaron en cuenta varias características como sistemas de drenaje o identificación de actividades que pueden representar una variación de algún parámetro del agua.

Las condiciones climatológicas también fueron consideradas para el muestreo, así como los cuerpos de agua representativos y los que pueden verse afectados con las actividades del proyecto. Posteriormente, las muestras fueron recogidas en recipientes adecuados, etiquetados y apropiadamente preservados y fueron enviados hasta el laboratorio calificado por el SAE, con su respectiva cadena de custodia, considerando los tiempos límites para análisis de perecibles.

El trabajo efectuado se enmarca en lineamientos y políticas establecidas por la empresa, procedimientos técnicos internos del Laboratorio CAMACHO & CIFUENTES, metodologías validadas por organismos internacionales (EPA, APHA).

Los parámetros analizados en el laboratorio son los establecidos en la normativa ambiental vigente (Acuerdo Ministerial 097-A) el Libro VI, Anexo I, Tabla 2 del TULSMA: "Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en

aguas marinas y de estuario". Para muestras de agua superficial, una vez obtenidos los resultados, se realizó una comparación con la normativa ambiental para conocer el cumplimiento de los parámetros analizados y, de esta forma, conocer el estado del recurso agua. Es importante mencionar que para este estudio se incluyó los monitoreos realizados en el 2016 como parte del histórico de la zona.

6.1.3.2.2 Métodos de Análisis en Laboratorio

Se realizó la medición de los parámetros de campo: Temperatura y pH, en cada una de las muestras, con un pH metro portátil calibrado, que cuenta con termocupla y electrodo de vidrio para valoración de temperatura y pH respectivamente; el equipo previo a la medición se roció y lavó con agua destilada para evitar contaminación, lo cual se repitió para cada una de las tres mediciones que se realizaron para verificación de la lectura.

Tabla 6-15 Características del Equipo de pH 2016

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE pH	
Nombre del Equipo y Técnica de Análisis	pH METRO HANNA INSTRUMENTS (HI 98127)
Parámetros que procesa el método	pH y temperatura
Breve Descripción	Rango: 0.0 a 14.0 pH; -5 a 50 °C Apreciación: 0.1 pH; 0.1 °C Exactitud: ± 0.1 pH; 0.1 °C

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.

Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-16 Características del Equipo de pH 2023 y 2024

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE pH	
Nombre del Equipo y Técnica de Análisis	pH METRO HANNA INSTRUMENTS (HI 98127)
Parámetros que procesa el método	pH y temperatura
Breve Descripción	Rango: 0 a 14 pH; - 9.9 °C a 99.9 °C Apreciación: 0.01 pH; 0.1 °C Exactitud: ± 0.02 pH; ± 0.3 °C

Fuente: Camacho & Cifuentes, 2023 y 2024.

Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

6.1.3.2.3 Puntos de Muestreo

Las muestras tomadas en cuenta para este estudio se seleccionaron de acuerdo a los cuerpos hídricos próximos a las actividades. se tomaron en cuenta los monitoreos de dos años en cada punto y así completar los parámetros a ser analizados según el listado de la "Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Pequeña Minería no Metálica".

En la siguiente tabla se muestra el sitio, la ubicación y el año en la que se realiza el monitoreo.

Tabla 6-17 Puntos de Muestreo de Aguas Superficiales

Sitio de muestreo	Ubicación (UTM-WGS 84)	Año
Captación entre los cuerpos mineralizados 1 y 2	17N 771906 - 10028300	2023
	17S 771945 - 10028296	2024
Tanque de Almacenamiento de Agua	17N 771667- 10028435	2023
	17S 771664 - 10028444	2024
Salida de piscina de sedimentación	17N 771793 - 10028666	2023
	17S 771796 - 10028668	2024
Riachuelo de la nueva escombrera	17N 0772174 - 028995	2016
	17S 772068 - 10029116	2024

Fuente: Camacho & Cifuentes, 2016, 2023 y 2024
Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

Tabla 6-18 Ficha de Datos in-situ Captación entre los cuerpos mineralizados 1 y 2

DATOS IN-SITU	
<p>pH: 2023: 5 2024: 5,5</p>	
<p>Temperatura: 2023: 18,5 °C 2024: 18 °C</p>	

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2023 y 2024.
Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

Tabla 6-19 Ficha de Datos in-situ Tanque de Almacenamiento de Agua

DATOS IN-SITU	
<p>pH: 2023: 6,2 2024: 5,5</p>	
<p>Temperatura: 2023: 19 °C 2024: 21 °C</p>	

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2023 y 2024.
Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

Tabla 6-20 Ficha de Datos in-situ Salida de piscina de sedimentación

DATOS IN-SITU	
<p>pH: 2023: 7,9 2024: 6,6</p>	
<p>Temperatura: 2023: 17,2 °C 2024: 25,1 °C</p>	

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2023 y 2024.

Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

Tabla 6-21 Ficha de Datos in-situ del Riachuelo de la nueva escombrera

DATOS IN-SITU	
<p>pH: 2016 y 2024: 7</p>	
<p>Temperatura: 2016: 16 °C 2024: 20 °C</p>	

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016 y 2024.

Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

6.1.3.2.4 Análisis de Laboratorio

Los parámetros de calidad de agua, analizados en el laboratorio el Laboratorio CAMACHO & CIFUENTES, acreditado bajo la normativa ISO 17025:2005 para actividades técnicas de análisis ambiental, se seleccionaron con el objeto de establecer valores que permitan evaluar la calidad actual de los recursos hídricos. El criterio para su selección fue en concordancia con los objetivos del presente estudio, características comunes y su importancia en cuanto a la afectación de la calidad del agua según su uso o fin. Por lo que se analizaron los parámetros comprendidos en la "Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Pequeña Minería no Metálica".

Una vez obtenidos los resultados, se realizó la comparación con el Acuerdo Ministerial 097-A del 04 de noviembre de 2015; para el punto del sitio de la nueva escombrera se tomó la "Tabla 2: Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios (AM097-A) / Criterio de calidad Agua dulce

Tabla 6-22 Criterios de Calidad de Aguas Establecidos en el AM 097-A

Tabla	Uso
TABLA 2. Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios / Criterio de calidad Agua dulce	Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Fuente: TULSMA, 2016.

Elaborado: Gesambconsult 2019.

6.1.3.2.5 Análisis de Resultados de los Puntos Muestreados

En esta sección se presentan los resultados de los análisis de laboratorio realizados para las muestras de agua indicadas anteriormente. Los reportes con los resultados de laboratorio se presentan en el Anexo 4. RESULTADOS DE LABORATORIO y la distribución de los puntos de monitoreo en el Anexo 7. CARTOGRAFÍA/Mapa Monitoreo Físico. Los análisis incluyeron la comparación de los resultados con los límites establecidos en la Legislación Ambiental, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6-23 Resultados de Laboratorio de Monitoreo de Calidad de Agua

Parámetros	Unidad	Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios	Captación entre los cuerpos mineralizados 1 y 2	Tanque de Almacenamiento de Agua	Salida de piscina de sedimentación	Riachuelo de la nueva escombrera	Observación
Amoniaco Total (2)	mg/l	-	< 0,21	< 0,21	< 0,21	< 0,21	N/A
Aceites y grasas	mg/l	0,3	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	Cumple
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	Cumple
Potencial de Hidrógeno	unidades de pH	6,5 - 9	5,5	5,5	6,6	7	Cumple (condición natural)
Tensoactivos (Substancias activas al azul de metileno) Detergentes	mg/l	0,5	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	Cumple
Nitritos	mg/l	0,2	0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	Cumple
Nitratos	mg/l	13	0,8	0,8	0,6	1,1	Cumple
DQO	mg/l	40	< 9	< 9	< 9	12	Cumple
DBO5	mg/l	20	< 5	< 5	< 5	< 5	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	<8	<8	<8	<8	Cumple
Olor		-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	N/A
Coliformes fecales		-	240	41	240	49	N/A
Turbiedad		-	< 4	< 4	< 4	< 4	N/A

*Límite Máximo Permissible: AM 097-A, Tabla 2, 2015.
 Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2016, 2023 y 2024.
 Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

De acuerdo a los resultados de laboratorio de las cuatro muestras de agua, cumplen con la normativa ambiental vigente.

En el caso de los valores de pH registrados en el punto de captación entre los cuerpos mineralizados 1 y 2 y el tanque de almacenamiento, se observa que estos se encuentran fuera del rango de los límites máximos permisibles; considerando que no existe intervención previo a su captación y durante su transporte a los tanques, se determina que estos valores se deben a una condición natural del suelo, el cual tiene una tendencia a ser medianamente ácido (entisol orthents) lo que provocaría una disminución en los valores de pH del agua generado por el arrastre y lavado del mismo en eventos de precipitación.

6.1.4 Hidrogeología

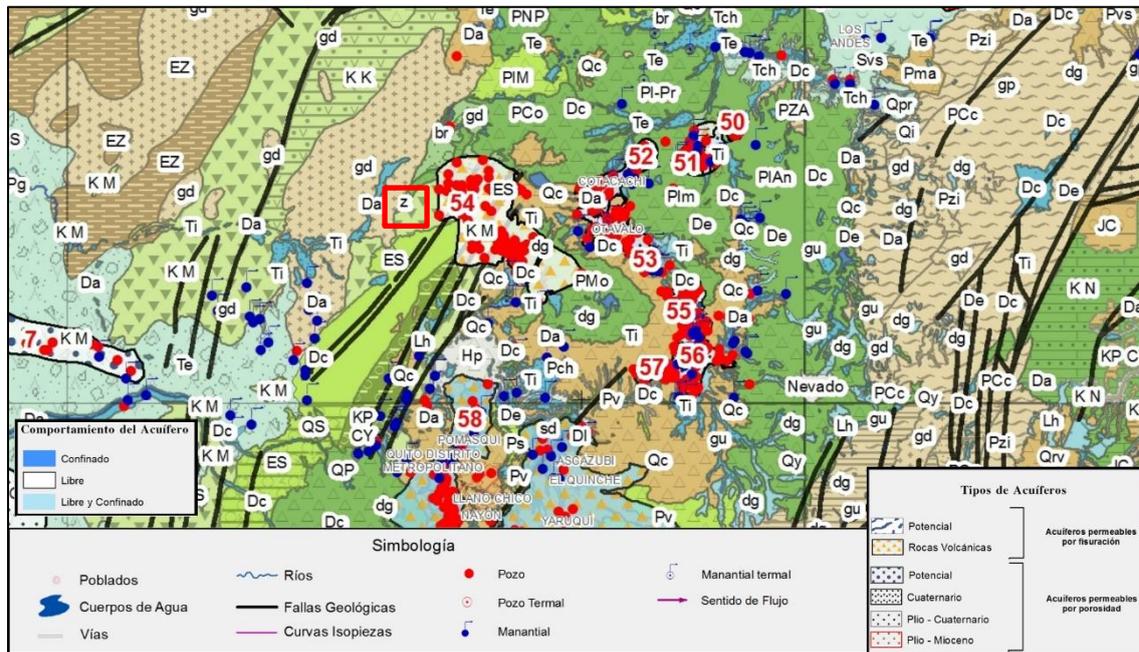
De acuerdo al Informe final, Proceso: RE-SENAGUA-026-2012 Proyecto: Elaboración del Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000 publicado en el año 2014 por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), Agencia Española de Cooperación Internacional para el desarrollo (AECID), Empresa Pública de Servicios (ESPOL-TECH E.P) & Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), el área de estudio se encuentra ubicada sobre la Formación Macuchi, en el lado oeste del Sistema Acuífero llamado San José de Minas, por lo que dada la cercanía con el proyecto a continuación se detalla la formación y el acuífero:

- *"La Fm. Macuchi está constituida por una amplia y potente secuencia de lavas y volcanos clásticos y comprende lavas andesíticas y andesitas basálticas, areniscas volcánicas, limolitas, tobas turbidíticas. Las lavas varían de porfiríticas a grano fino, de masivas a vesiculares o almohadilladas. En general son de color gris verdoso a gris. Desde el punto de vista hidrogeológico su aptitud es limitada al diaclasamiento pero el fuerte intemperismo ha desarrollado una arcilla residual que limita así mismo la infiltración del agua de las precipitaciones, incrementándose esta aptitud por las fuertes pendientes desarrolladas que favorecen una rápida escorrentía superficial."* (ESPOL-TECH E.P)
- *San José de Minas. "Esta estructura yace hacia la parte occidental de la Cuenca de la región, en donde hay una serie de captaciones que según el inventario de PETROECUADOR, yace sobre terreno de la Formación Macuchi de edad Cretácico, constituida principalmente por lavas andesíticas, tobas, brechas volcánicas bien consolidadas, consideradas de baja permeabilidad por fisuración. La Formación Silante (Cretácico Superior) constituida por conglomerados volcánicos, intercalados con grauwacas, lutitas y brechas andesíticas, litologías consideradas de permeabilidad media. Los Volcánicos Mojanda (Pleistoceno) constituidos por lavas, aglomerado y brechas, consideradas de permeabilidad media, y por una reducida ocurrencia de depósitos aluviales (Holoceno) constituido por gravas, arenas y arcillas, considerándose estos materiales no consolidados de alta permeabilidad. La extensión de este sistema acuífero es de 229,45 Km². Del inventario se destaca que la mayor cantidad es de pozos excavados entre 1 y 50.26m y que la profundidad de las captaciones alcanza los 160m.*

No hay datos de caudales y que su uso mayoritario es para consumo humano y dos captaciones se derivan a uso industrial. No se indica las fuentes de contaminación". (ESPOL-TECH E.P)

De acuerdo a lo señalado, el área de estudio se encuentra asentada sobre la Formación Machuchi, Granodioritas y caliza, estas dos últimas son prácticamente y generalmente impermeables y acuíferos, por lo cual no pueden almacenar agua, mientras que, la Formación Macuchi posee una permeabilidad muy baja, la cual viene dada por fisuración.

Figura 6-31 Recorte del Mapa Hidrogeológico del Ecuador (2014)

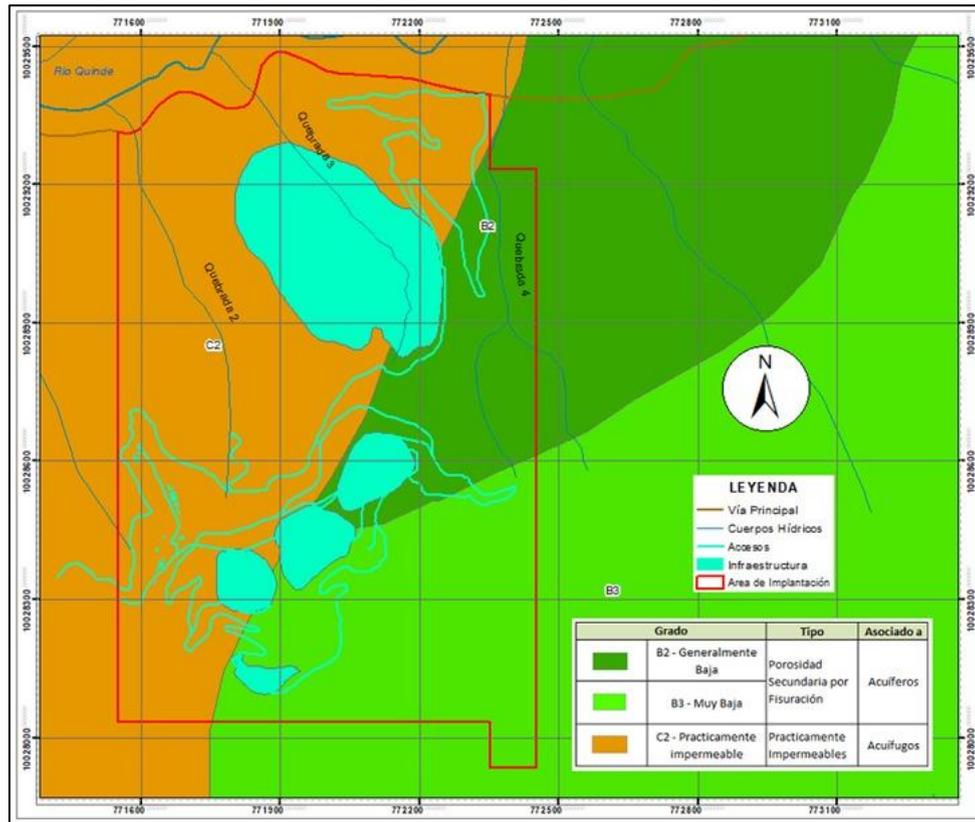


Ubicación referencial general del área de estudio

Fuente: Mapa hidrogeológico del Ecuador escala 1:1'000.000, exSenagua y ESPOL Tech. año 2014.

Considerando el Mapa Hidrogeológico del Ecuador, escala 1:1.000.000 elaborado por el MAGAP, en el área se evidencian 3 tipos de permeabilidad, estas son: prácticamente impermeable, muy baja y generalmente baja, estas dos últimas corresponden a brechas volcánicas y volcans sedimentarias de la Unidad Macuchi y Caliza, las cuales presentan permeabilidad por fisuración.

Figura 6-32 Mapa Hidrogeológico del Ecuador. MAGAP 1:1.000.000



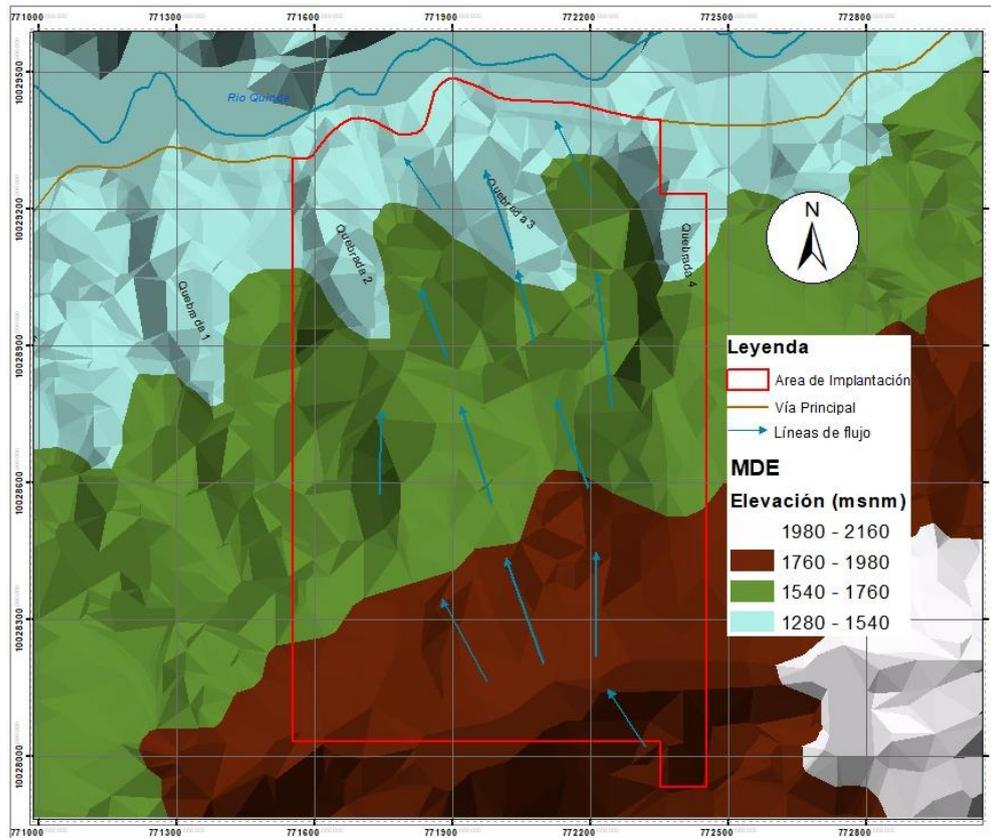
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2023

Por otro lado, las zonas de recarga del agua subterránea del área de estudio se encuentran en las zonas altas de elevación, es decir en la zona sur de la concesión minera, las zonas de descarga se encuentran en los drenajes principales ubicados hacia el norte que corresponden a zonas de elevación baja, mientras que las zonas de tránsito son aquellas que van desde la primera zona a la segunda.

La siguiente figura representa esquemáticamente las líneas de flujo de agua subterránea (inferidas) desde las zonas altas, donde las flechas (color azul) evidencian el sentido y dirección de los flujos de agua subterránea, dentro de la zona de estudio.

Cabe señalar que, de acuerdo a la dirección de los flujos de agua subterránea, se evidencia un principal sentido hacia el norte, es decir se originan en las zonas de elevación en el sur, que, mediante su tránsito, llegan hasta el río Quinde en la zona norte, el mismo que sigue su dirección hacia el oeste en sentido hacia el océano Pacífico.

Figura 6-33 Mapa de Líneas de Flujo de Agua Subterránea



Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2023

6.1.5 Edafología y Calidad de Suelos

6.1.5.1 Edafología

En el área de implantación de la Mina Mocal, se pueden identificar 2 tipos de suelos los cuales corresponden a andisoles y entisoles.

De acuerdo al Mapa de Edafología (*Anexo 7. CARTOGRAFÍA*) se evidencia que, todas las actividades nuevas y existentes se encuentran asentadas en suelos de tipo entisoles orthents, los cuales, al igual que los andisoles se caracterizan por tener una textura franca arenosa, un drenaje bueno y una velocidad de infiltración moderadamente rápida, esta última, sin embargo, es influenciada por la pendiente del terreno, que en este caso disminuye hasta un 75% (TRACASA-NISPA, 2014).

El suelo de la zona del proyecto está predominado por material piroclástico formado por cenizas volcánicas constituye el material de origen dominante de los suelos. Este material, cuyo recubrimiento va desde algunos centímetros a varios metros, participa como agente formador de los suelos del sector. Las diferencias de temperatura y humedad, dan lugar a la diferenciación de los suelos debido a los diversos grados de meteorización que alcanza la ceniza volcánica, las condiciones semi-húmedas y templadas del área determinan un suelo isotérmico de régimen údico.

El suelo del área minera tiene una capa superficial de suelo arenoso, con potencial variable entre 30-50 cm. Es una estructura formada por materiales vegetales y minerales que cubre la ladera, tiene una textura equilibrada, con presencia tanto de arenas como de limos y un porcentaje menor de arcilla. En general estos suelos tienen moderada tasa de infiltración y la tasa de movilidad de agua en el suelo es también moderada.

6.1.5.2 Calidad de Suelo

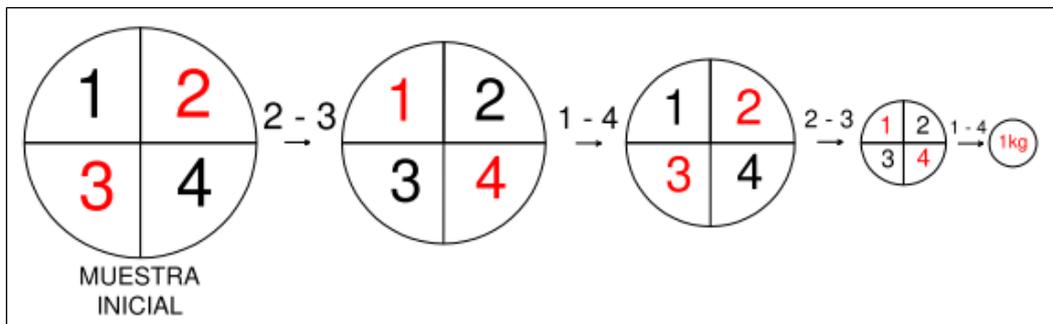
6.1.5.2.1 Metodología

El monitoreo en el área determinada para el análisis se llevó a cabo con la toma de muestra compuesta en envase – funda esterilizada y nueva, la cual se selló totalmente y se etiquetó luego de la muestra definitiva. La toma de la muestra en el sitio seleccionado, se efectuó trazando una cuadrícula extendida sobre toda el área a analizarse; para este caso se tomaron muestras que son representativas y compuestas. Se efectuó una excavación de entre 30 a 50 cm, para realizar el seguimiento como está estipulado en el plan de manejo. Los niveles de profundidad de recolección de las muestras dependerán del diagnóstico de contaminación efectuado en el sitio y del criterio de la entidad ambiental de control y del técnico encargado de la toma de muestras.

Una vez realizadas varias submuestras, (4) en la cuadrícula, se tomaron 4 muestras que se mezclan hasta que presente un aspecto homogéneo, traspaleándolo de un lugar a otro aproximadamente cuatro veces, sobre una superficie horizontal, lisa y limpia como puede ser una lona. Si se utiliza una lona, el material se deposita sobre ella y se mezcla levantando simultáneamente dos vértices opuestos de la lona, haciendo rodar la muestra sin que resbale y evitando que el material se salga de ella. Se repite la misma operación con los otros dos vértices y así sucesivamente, hasta lograr la mezcla homogénea del material. De esta forma se obtiene la muestra compuesta definitiva. Se toma en cuenta el criterio (\sqrt{n}), ya sea para la cantidad de muestra recolectada, así como para el número total de muestras a tomar con el fin de concebir un muestreo representativo.

Obtenidas las diferentes muestras se las mezcló hasta obtener una muestra completamente homogénea, la cual se la cuarteo tal como se muestra en la siguiente Figura, hasta obtener un peso aproximado de 1 kg de muestra final, la misma que se dispone para realizar el análisis físico - químico.

Figura 6-34 Obtención de la Muestra Final por Medio del Cuarteto



Fuente: CECAL, 2023

Los parámetros analizados se tomaron de la "Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Pequeña Minería no Metálica".

Una vez obtenidos los resultados, se realizó la comparación con el Acuerdo Ministerial 097-A del 04 de noviembre de 2015; para el punto del sitio de la nueva escombrera se tomó la "Tabla 1 - Criterios de Calidad del Suelo" y para el área de mecánica la "Tabla 2 – Criterios de remediación / industrial" ya que en el área donde se tomó la muestra se realiza una actividad industrial que complementa la actividad del proyecto minero, siendo esta ya licenciada mediante la resolución 1782 emitida el 9 de noviembre del 2012.

Los métodos de análisis de los parámetros antes mencionados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 6-24 Parámetros Considerados para la Caracterización

Parámetros	Método de Análisis
Conductividad	ELECTROMÉTRICO
pH	EPA 9045 D
Hidrocarburos totales (TPH)	EPA 8015 B

Fuente: CECAL.

Elaboración: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

6.1.5.2.2 Puntos de Muestreo

Para este estudio se tomaron en cuenta los monitoreos de dos años en cada punto y así completar los parámetros a ser analizados según el listado de la "Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Pequeña Minería no Metálica".

En la siguiente tabla se muestra el sitio, la ubicación y el año en la que se realiza el monitoreo.

Tabla 6-25 Sitios de Muestreo

Sitio de muestreo	Ubicación (UTM-WGS 84)	Año
Sitio de la nueva escombrera	17 N 0772175 - 10028996	2016
	17 N 0772086 – 10029110	2024
Área de mecánica	17 N 0771622 - 10028377	2023
	17 N 0771627 - 10028378	2024

Fuente: Camacho & Cifuentes, 2016, 2023 y 2024

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

6.1.5.2.3 Análisis de Resultados de los Puntos Muestreados

En la siguiente Tabla se presentan los resultados de los valores de los parámetros físico-químicos analizados obtenidos en laboratorio (Anexo 4. RESULTADOS DE LABORATORIO); en la tabla se compara con el valor de la norma establecido para suelos.

Tabla 6-26 Resultados de Laboratorio de los Puntos Muestreados

Parámetros	Unidad	Tabla 1.- Criterios de calidad del suelo (AM097-A)	Sitio de la nueva escombrera	Tabla 2.- Criterios de remediación Uso de suelo Industrial	Área de mecánica	Observación
Conductividad	μS/cm	200	75.1	400	232	Cumple
pH		6 a 8	6.6	6 a 8	8.07	Cumple
Hidrocarburos totales (TPH)	mg/kg	<150	< 70	620	<25	Cumple

Fuente: Camacho & Cifuentes, 2016, 2023 y 2024.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024.

De acuerdo a los resultados de laboratorio de la muestra de suelos, en el sitio de la nueva escombrera y en el área de mecánica cumplen con la normativa ambiental vigente

6.1.6 Nivel de Ruido

6.1.6.1 Metodología para el Monitoreo de los Niveles de Ruido

El monitoreo de ruido ambiental tiene como objetivo evaluar el ruido característico y normal de la zona en estudio. Los parámetros analizados, fueron los niveles de presión sonora equivalente en el punto designado. Las condiciones del monitoreo contemplaron el ruido diario normal sin operación alguna. El monitoreo del ruido ambiental se llevó a cabo en período diurno.

Durante el monitoreo existió la presencia de vientos moderados los cuales no causaron interferencia en los datos registrados, pero para mayor precaución se utilizó la pantalla contra viento. La metodología que se empleó en la medición de presión sonora, se ejecutó de acuerdo a lo especificado en el Libro VI, Anexo 5 del TULSMA, AM 97-A, colocando el sonómetro a una altura de 1,5 m. del suelo direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 grados sobre su plano horizontal y a una distancia de por lo menos 1 m de las estructuras que puedan reflejar sonido, evitando de esta forma la exposición del equipo a vibraciones mecánicas, el operador se ubica alejado un metro del equipo. Se utilizó un sonómetro, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow).

6.1.6.2 Métodos de Medición

En la siguiente Tabla se presentan los equipos empleados para la medición y calibración de los monitoreos realizados en 2016 y 2019.

Tabla 6-6-27 Especificaciones Técnicas del Equipo Utilizado para Medición de Ruido Ambiental Escombrera

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO PARA MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL ESCOMBRERA	
Equipo	Sonómetro Integrador en Bandas de Octava
Marca	QUEST 3M
Modelo /serie	SOUNDPRO DL-2-1/3 SLM / BIJ040005
Precisión /tipo	±.5 dB / Tipo II
Resolución	0.1 dB
Rango	12.5 Hz – 20000 Hz

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Tabla 6-28 Especificaciones Técnicas del Equipo Utilizado para Medición de Ruido Ambiental Puntos 2019

Especificaciones Técnicas	Descripción Sonómetro	Descripción Calibrador
Equipo	Sonómetro Digital Integrador	Calibrador acústico
Marca	EXTECH INSTRUMENTS	EXTECH
Modelo / N° serie	407780 – SN: 080812214	407766 / H-230637
Precisión /tipo	0.1 Db	±.5 dB / Tipo II
Resolución	±.5 dB / Tipo II	NO APLICA
Rango	A, de 30 a 130 dB C, de 35 a 130 dB	94 dB – 114 dB

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

A continuación, se incluye en la siguiente Tabla, donde se los valores a considerarse para el análisis de los límites máximos permisibles para los monitoreos realizados:

Tabla 6-29 Niveles Máximos de Emisión de Ruido para Fuentes Fijas*

USO DE SUELO	LKqe (dB)	
	Período diurno	Período nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:00 hasta 07:01 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de servicios sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de servicios sociales (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKqe más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKqe para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	
Ruido industrial**	85	85

* Acuerdo Ministerial 097-A, TULSMA Libro VI, Anexo 5: LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES, TABLA 1 NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO.

**Ref. REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO. (Decreto Ejecutivo 2393, Registro Oficial 565 de 17 de noviembre de 1986).

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

6.1.6.3 Uso de Suelo

La concesión minera MOCORAL cuenta con el Informe de Regulación Cantonal "IRC" otorgado por el GAD Cantonal de Otavalo, el uso de suelo de la concesión es agrícola residencial. (Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL / Uso de Suelo)

6.1.6.4 Análisis de Resultados de Puntos Referenciales

Las siguientes Tablas contienen los resultados de los puntos de muestreo de ruido y las condiciones meteorológicas en el momento de medición para cada punto y en horario diurno.

Tabla 6-30 Puntos de Monitoreo

Año	Puntos de monitoreo	Coordenadas (WGS84)	
		Este	Norte
2016	Área de ubicación donde se ha planificado la construcción de la nueva escombrera	17 N 0772209	0029018

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Tabla 6-31 Condiciones Meteorológicas al Momento de la Medición

Punto	Velocidad viento (m/s)	Dirección del viento	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Altura (m)	Nubosidad (8/8)	Lluvia
1	0,18	S	18,3	78,5	1.592	1/8	NO

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Las siguientes Tablas, contienen los resultados de los puntos de muestreo de ruido 2019 y las condiciones meteorológicas en el momento de medición para cada punto y en horario diurno.

Tabla 6-32 Ubicación de Puntos de Muestreo

Descripción	Coordenadas UTM Sistema WGS 84		HR altura de punto receptor (m)	HS altura de la fuente (m)	R Distancia de la fuente (m)	Tipo de suelo
	Este	Norte				
Ingreso por Barcelona (P1)	17N 771450	28373	1,5	-5	500	DURO
Vivero (P2)	17N 771613	28338	1,5	2	140	DURO
Vía alternativa "Y" (P3)	17N 771639	28364	1,5	2	15	DURO
Límite Norte (P4)	17N 771634	28424	1,5	10	40	DURO
Plataforma de retorno (P5)	17N 771667	28509	1,5	20	70	DURO
Escombrera (P6)	17N 771647	28555	1,5	2	25	DURO
Cuneta de deslizamiento (P7)	17N 772182	28619	1,5	3	120	DURO

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Tabla 6-33 Condiciones Meteorológicas al Momento de la Medición

PARÁMETROS							
Punto	Velocidad viento (m/s)	Dirección del viento	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Altura (m)	Nubosidad (8/8)	Lluvia
1	ND	ND	23,1	72,9	1.737	8	NO
2	0.3	NE	20,4	80,9	1.683	8	NO
3	ND	ND	19,9	80,4	1.648	8	SI
4	ND	ND	19,7	78,4	1.648	8	NO
5	ND	ND	19,6	83,1	1.740	8	SI
6	ND	ND	22	75,9	1.860	8	SI
7	ND	ND	20.9	84.3	1868	8	SI

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

6.1.6.5 Análisis de Resultados de Muestreo Escombrera

En la siguiente Tabla se presenta los resultados en el punto de monitoreo cercano a la escombrera.

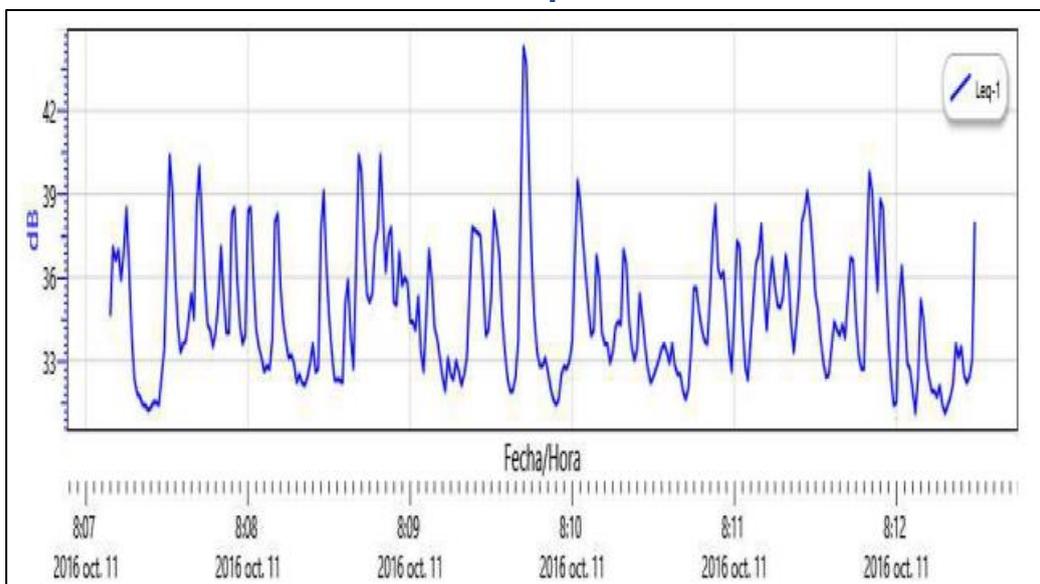
Tabla 6-34 Resultados del Muestreo

RESULTADOS DEL MUESTREO			
Laboratorio Acreditado	Camacho & Cifuentes		
Número / Código Acreditación Laboratorio acreditado	OAE-LE-C07 005		
Ubicación de la muestra, coordenadas: Sistema de referencia UTM WGS 84	17 N 0772209 Este 0029018 Norte		
Fecha de muestreo	Octubre, 2016		
Parámetro Caracterización	Lectura mínima [dB(A)]	Lectura máxima [dB(A)]	Lectura equivalente dB(A)]
Ruido Ambiente Diurno Punto alejado del paso de volquetas de poco tránsito	31,0	45,5	35,4

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

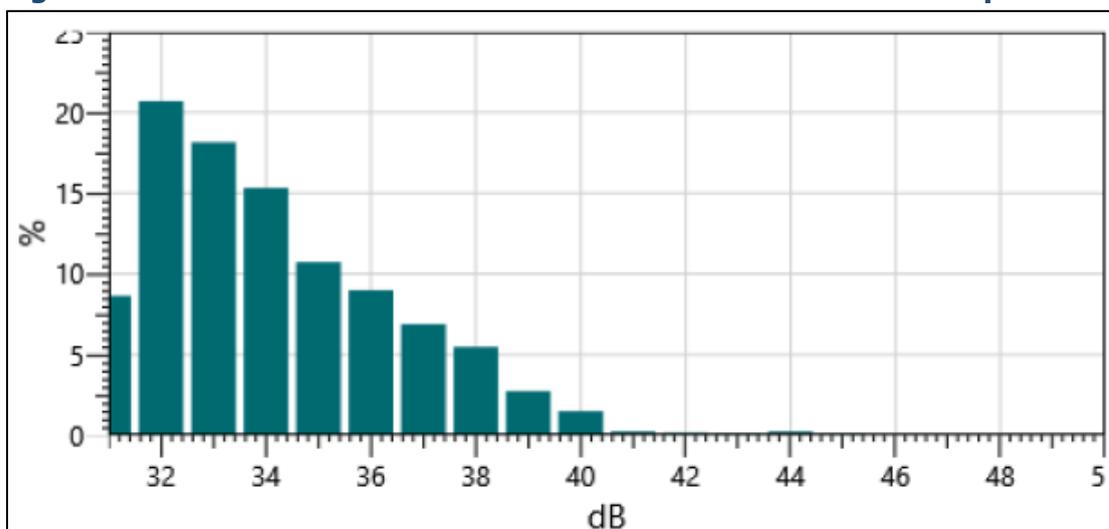
Los resultados del muestreo de la escombrera se muestran en las siguientes Figuras a continuación:

Figura 6-35 Variación del Nivel de Presión Sonora Equivalente en Función del Tiempo



Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.

Figura 6-36 Distribución Porcentual del Nivel de Presión Sonora Equivalente



Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.

6.1.6.6 Análisis de Resultados de Muestreo 2019

En la siguiente Tabla se presenta los resultados de los puntos monitoreados diurnos en el 2019:

Tabla 6-35 Resultados de los Monitoreos Realizadas

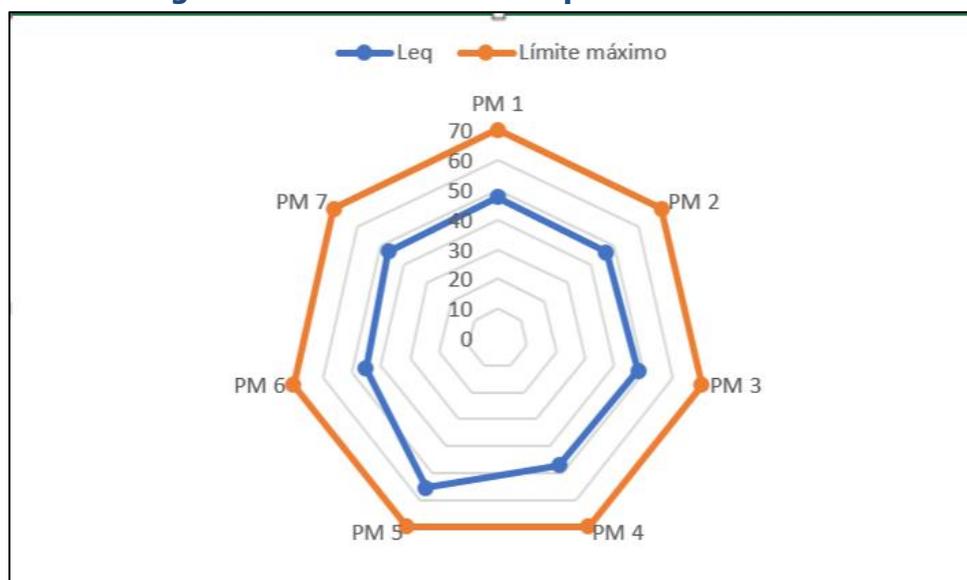
Tipo de Monitoreo	Puntos de Monitoreo	LMIN [dB(A)]	LMAX [dB(A)]	NPS eq LEQ [dB(A)]	Límite Máximo Diurno	Observación
Fuentes fijas	Punto 1 (10h58)	47,0	47,8	47,4	65	Cumple
Fuentes fijas	Punto 2 (13h22)	45,9	46,9	46,5	65	Cumple
Fuentes fijas	Punto 4 (13h54)	47,9	48,6	48,2	65	Cumple

Tipo de Monitoreo	Puntos de Monitoreo	LMIN [dB(A)]	LMAX [dB(A)]	NPS eq LEQ [dB(A)]	Límite Máximo Diurno	Observación
Fuentes fijas	Punto 5 (14h04)	45,5	47,7	47,1	65	Cumple
Fuentes fijas	Punto 3 (13h47)	55,4	55,7	55,6	65	Cumple
Fuentes fijas	Punto 6 (15h31)	44,9	45,5	45,2	65	Cumple
Fuentes fijas	Punto 7 (16h23)	46,5	47,2	46,8	65	Cumple

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Con los resultados en el horario diurno, se observa, en la siguiente Figura, que los valores no superan el LMP de la normativa.

Figura 6-37 Resultados Comparados con el LMP



Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.

6.1.6.7 Conclusiones

Los Niveles de Presión Sonora Equivalente que se presentan en los puntos evaluados de la CONCESIÓN MINERA MOCORAL (CÓDIGO 182) de CECAL para ruido ambiental, tienen valores equivalentes por debajo de los límites de norma establecidos para zona agrícola - residencial período diurno, en las condiciones de operación normal. Por lo tanto, todos los puntos presentan CUMPLIMIENTO DE NORMA.

Asimismo, las emisiones de ruido generadas por la operación de la CONCESIÓN MINERA MOCORAL (CÓDIGO 182), también cumplen con los límites del Acuerdo Ministerial No 97-A para Zonas de Preservación de hábitat, en período diurno. En aquellos puntos que se encuentran al interior de las operaciones no aplica esta comparación con el límite de Norma.

6.1.7 Calidad del Aire

6.1.7.1 Metodología

El análisis del laboratorio, se enmarcó en lineamientos y políticas establecidas por la empresa CECAL, procedimientos técnicos internos del Laboratorio, metodologías validadas por organismos internacionales (EPA, ISO, IEC, APHA, EU) y en sistemáticas especificadas en la legislación ambiental nacional (TULSMA).

Los cumplimientos de los parámetros monitoreados se compararon con los valores de la normativa ambiental establecida en el Acuerdo Ministerial 097-A, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

Los parámetros que se analizaron son:

- Monóxido de carbono CO
- Dióxido de azufre SO₂
- Dióxido de nitrógeno NO₂
- Ozono O₃
- Temperatura ambiental
- Anhídrido Carbónico %CO₂
- Partículas PM 10
- Partículas PM 2.5
- Compuestos Orgánicos Volátiles

Como parte del seguimiento ambiental se efectuó el monitoreo de la calidad del aire, a fin de determinar el material particulado generado durante actividades cotidianas de rompimiento y selección de rocas de carbonato, que se realizan en el área de clasificación luego de que se mueve el material con retroexcavadoras y maquinas industriales. Los puntos de monitoreo se establecieron considerando el área de influencia de la operación de la mina y las actividades que se desarrollan.

Las mediciones se hicieron durante 8 horas en los diferentes puntos de la mina y en condiciones de operación normales durante período diurno. Para el monitoreo se utilizó equipo basado en metodologías aprobadas y validadas por la EPA, EN y aprobadas por TULSMA para la detección de CO, SO₂ NO₂, O₃ y Material Particulado (PM 10, PM 2.5). Los procedimientos de monitoreo se basaron en metodologías nacionales e internacionales y en las especificadas dadas por los fabricantes de los equipos utilizados.

En la siguiente Tabla se muestran los equipos empleados para el análisis de los parámetros del aire empleados en 2016 y 2019.

Tabla 6-36 Parámetros y Métodos de Referencia del Monitoreo

PARÁMETROS	MÉTODOS DE REFERENCIA		
	2016		2019
Monóxido de Carbono	NDIR Analizador infrarrojo no dispersivo		
Dióxido de Carbono	NDIR Analizador infrarrojo no dispersivo		
Óxido de Nitrógeno	EPA CTM-030 Celda electroquímicas	EPA CTM-022 Celda electroquímicas	EN 13528-1 .2.3:2003
Dióxido de Azufre	EPA CTM-030 Celda electroquímicas		EN 13528-1 .2.3:2003
Ozono	EN 13528-1,2,3:2003		EN 13528-1 .2.3:2003
Compuestos Orgánicos Volátiles	PID Detector de Foto Ionización		
PM 10 – PM 2.5	Protocolos EPA: Medición a través de análisis fotométrico de dispersión de partículas y Filtro de Impactador rotativo de partículas.		Método gravimétrico, mediante muestreador de alto o bajo cauda, Método EPA; 40 CFR Parte 50, Apéndice J, Apéndice M y Apéndice L. Filtro Impactador rotativo de partículas. Fotometría laser de partículas mediante luz dispersa.
Temperatura ambiente. Punto de rocío y Humedad relativa	Capacitivo		

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

6.1.7.2 Equipos de Monitoreo

La descripción de los equipos e instrumentos empleados para medir los parámetros de la calidad del aire en el año 2016, donde se construyó la nueva escombrera, se presentan en la siguiente Tabla. Asimismo, los equipos empleados durante la medición en el lugar donde se desarrollan actividades regulares de la escombrera, en el año 2019.

Tabla 6-37 Descripción de Equipos e Instrumentos Empleados, 2016

Equipos e Instrumentos	Parámetro Medido	Rango	Apreciación
ANALIZADO DE GASES EVM Environmental Monitor	Monóxido de carbono (ppm CO)	0 – 1000 ppm	1 ppm
	Dióxido de azufre (ppm SO ₂)	0 –50 ppm	0.1 ppm
	Dióxido de nitrógeno (ppm NO ₂)	0 –50 ppm	0.1 ppm
	Ozono (ppm O ₃)	0 – 400 mg/m ³	1 ppb
	Dióxido de carbono	0 – 20000 ppm	1 ppm
	Partículas PM ₁₀ – PM _{2.5}	0.1 – 10 mm	0.001 mg/m ³
	Compuestos Orgánicos Volátiles	0.0 – 2000 ppm	0.1 ppm
	Temperatura (°C)	0 – 60 °C	0.1 °C
Humedad Relativa (%)	5 %	100 %	

Fuente: Camacho & Cifuentes, octubre 2016.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-38 Descripción de Equipos e Instrumentos Empleados, 2019

Equipos e Instrumentos	Parámetro Medido	Rango	Apreciación
ANALIZADOR EVM Environmental Monitor	Monóxido de carbono (ppm CO)	0 – 1000 ppm	1 ppm
	Dióxido de carbono	0 – 20000 ppm	1 ppm
	Partículas PM ₁₀ – PM _{2.5}	0.1 – 10 mm	0.001 mg/m ³
	Compuestos Orgánicos Volátiles	0.0 – 2000 ppm	0.1 ppm
	Temperatura (°C)	0 – 60 °C	0.1 °C
	Humedad Relativa (%)	5 %	100 %
CAPTADORES DIFUSIVOS	Dióxido de azufre (ppm SO ₂)	0 – 400 µg/m ³	1 ppb
	Dióxido de nitrógeno (ppm NO ₂)	0 – 400 µg/m ³	1 ppb
	Ozono (ug/m ³ O ₃)	0 – 400 µg/m ³	1 ppb

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

6.1.7.3 Ubicación de los Puntos de Monitoreo

En la siguiente Tabla se muestran los puntos monitoreados:

Tabla 6-39 Puntos de Muestreo

Año	Punto Monitoreado	Este	Norte	Altitud	Descripción
2016	Punto 1	17 N 772201	29020	1580	Zona de construcción de la Nueva escombrera de Cecal
2019	Punto 1	17 N 771449	28374	1738	Ingreso desde Barcelona
	Punto 2	17 N 771689	28423	1735	Stock 2 Caliza A
	Punto 3	17 N 771786	28442	1716	Patio Maniobras 2
	Punto 4	17 N 771956	28494	1725	Canal Trasiego 2
	Punto 5	17 N 771972	28512	1718	Canal Trasiego3
	Punto 6	17 N 772147	28579	1791	Cuerpo 3 Banco Caliza

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

6.1.7.4 Resultados de la Evaluación de la Calidad del Aire

En la siguiente Tabla de resultados que se presentan, se indican los valores promedio de los parámetros medidos en 2016 en el área de la nueva escombrera, durante la evaluación ambiental de la calidad del aire, y su respectivo valor transformado a las unidades correspondientes que la norma específica, TULSMA: Libro VI, Anexo 4, Parte 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente, con la que se está comparando la concentración de contaminantes máxima permitida. Los cálculos realizados sobre los resultados obtenidos en campo, se efectúan con la transformación a las unidades de norma y su nivel de persistencia en el tiempo.

Tabla 6-40 Punto 1. Área para Construcción de la Nueva Escombrera*

Parámetro	Tiempo	Concentración Detectada Durante el Monitoreo	Observación
Monóxido de Carbono (CO)	Período de 24 horas	0,00 µg/m ³	Cumple
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Período de 24 horas	0,00 µg/m ³	Cumple
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Período de 24 horas	94,06 µg/m ³	Cumple
Material Particulado menor a 10 micrones (PM ₁₀)	Período de 24 horas	6,51 µg/m ³	Cumple
Material Particulado menor a 2.5 micrones (PM _{2.5})	Período de 24 horas	2,28 µg/m ³	Cumple
Ozono (O ₃)	Período de 24 horas	0,001 ppm	Cumple
VOC	Período de 24 horas	0,00 ppm	Cumple

*Acuerdo Ministerial No. 097-A Sustituye el libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Anexo 4.
Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2024.

En la siguiente Tabla de resultados que se presentan, se indican los valores promedio de los parámetros medidos en 2019 según cada parámetro ambiental evaluado de la calidad del aire, y su respectivo valor transformado a las unidades correspondientes que la norma específica, TULSMA: Libro VI, Anexo 4, Parte 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente, con la que se está comparando la concentración de contaminantes máxima permitida. Los cálculos realizados sobre los resultados obtenidos en campo, se efectúan con la transformación a las unidades de norma y su nivel de persistencia en el tiempo.

Tabla 6-41 Parámetro CO

Punto	Punto de Monitoreo Calidad de Aire	Concentración Detectada en 8h de Monitoreo – (µg/m ³ a CS)	LMP* [µg/m ³] - 8 horas
1	Ingreso por Barcelona	954,23	10.000
2	Stock 2 Caliza A	0,00	
3	Patio Maniobras 2	0,00	
4	Canal Trasiego 2	0,00	
5	Canal Trasiego 3	0,00	
6	Cuerpo 3 Banco Caliza	0,00	

*Límite Máximo Permisible: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 4.

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-42 Parámetro SO₂

Punto	Punto de Monitoreo Calidad de Aire	Concentración Detectada en 24h de Monitoreo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a CS	LMP* [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 24 horas
1	Ingreso por Barcelona	< 0,22	60
2	Stock 2 Caliza A	< 0,22	
3	Patio Maniobras 2	< 0,22	
4	Canal Trasiego 2	< 0,22	
5	Canal Trasiego 3	< 0,22	
6	Cuerpo 3 Banco Caliza	< 0,22	

*Límite Máximo Permisible: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 4.
Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-43 Parámetro NO₂

Punto	Punto de Monitoreo Calidad de Aire	Concentración Detectada en 1h de Monitoreo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a CS	LMP* [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 1 hora
1	Ingreso por Barcelona	< 0,89	200
2	Stock 2 Caliza A	< 0,89	
3	Patio Maniobras 2	< 0,89	
4	Canal Trasiego 2	< 0,89	
5	Canal Trasiego 3	< 0,89	
6	Cuerpo 3 Banco Caliza	< 0,89	

*Límite Máximo Permisible: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 4.
Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-44 Parámetro Ozono

Punto	Punto de Monitoreo Calidad de Aire	Concentración Detectada en 8h de Monitoreo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a CS	LMP* [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 8 horas
1	Ingreso por Barcelona	< 1,8	100
2	Stock 2 Caliza A	< 1,8	
3	Patio Maniobras 2	< 1,8	
4	Canal Trasiego 2	< 1,8	
5	Canal Trasiego 3	< 1,8	
6	Cuerpo 3 Banco Caliza	< 1,8	

*Límite Máximo Permisible: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 4.
Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-45 Parámetro PM₁₀

Punto	Punto de Monitoreo Calidad de Aire	Concentración Detectada en 24h de Monitoreo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a CS	LMP* [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 24 horas
1	Ingreso por Barcelona	56,44	100
2	Stock 2 Caliza A	81,44	
3	Patio Maniobras 2	87,64	
4	Canal Trasiego 2	84,16	
5	Canal Trasiego 3	77,97	
6	Cuerpo 3 Banco Caliza	84,51	

*Límite Máximo Permisible: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 4.
Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-46 Parámetro PM_{2,5}

Punto	Punto de Monitoreo Calidad de Aire	Concentración Detectada en 24h de Monitoreo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a CS	LMP* [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 24 horas
1	Ingreso por Barcelona	31,58	50
2	Stock 2 Caliza A	37,17	
3	Patio Maniobras 2	38,48	
4	Canal Trasiego 2	40,95	
5	Canal Trasiego 3	40,92	
6	Cuerpo 3 Banco Caliza	37,56	

*Límite Máximo Permisible: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 4.
Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

Tabla 6-47 Parámetro VOC

Punto	Punto de Monitoreo Calidad de Aire	Concentración Detectada en 8h de Monitoreo (ppm)	LMP* [ppm] 8 horas
1	Ingreso por Barcelona	0,11	10
2	Stock 2 Caliza A	0,30	
3	Patio Maniobras 2	0,97	
4	Canal Trasiego 2	2,49	
5	Canal Trasiego 3	3,46	
6	Cuerpo 3 Banco Caliza	1,73	

*Límite Máximo Permisible: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA: Libro VI, Anexo 4.
Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.
Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

6.1.7.5 Resultados de Puntos de Muestreo Estudio de Línea Base

Del monitoreo realizado en 2016, existe cumplimiento de norma en los parámetros analizados (Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de Azufre (SO₂), Compuestos Orgánicos Volátiles y Material Particulado PM₁₀ y PM_{2,5} en el punto de monitoreo de calidad de aire en donde se va a realizar la construcción de la nueva escombrera de la

mina Mocoral de CECAL, ya que sus concentraciones se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la norma vigente: Acuerdo Ministerial No. 097-A, Anexo 4. NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE O NIVEL DE INMISIÓN. El análisis fue realizado durante condiciones normales, en el sitio identificado para la construcción de la escombrera, el monitoreo fue realizado por un periodo de 24 horas continuas considerando operaciones normales de la empresa y tránsito en el sector.

Los parámetros analizados están dentro de los límites establecidos en la normativa correspondiente, es decir que para el presente estudio de línea base las concentraciones de contaminantes propias del sector son bajas. Al final del proyecto deberá mantenerse en concentraciones similares a las descritas en el presente estudio.

Del monitoreo realizado en 2019, se realizó durante condiciones normales de operación de la mina Mocoral y en condiciones climatológicas húmedas. El monitoreo se realizó por un periodo de 24 horas continuas, considerando operaciones de selección y rompimiento de rocas, uso de taladros y martillos neumáticos, transporte y apilamiento de la piedra con la pala cargadora y uso de volquetas en la fase de extracción.

6.1.7.6 Conclusiones

Se realizó la comparación de los resultados con la normativa legal vigente, Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, Anexo 4, A.M.097-A; en esta comparación se observó que las concentraciones de los componentes: CO, NO₂, SO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}; registran concentraciones por debajo de los límites máximos permitidos en los puntos considerados para este estudio.

6.2 Componente Biótico

El presente trabajo corresponde a la línea base biótica del área minera Mocoral, para la Fase de Explotación de Minerales no Metálicos en la Concesión Minera MOCORAL (Código 182), localizada en el Cantón Otavalo, Provincia Imbabura.

El estudio biótico abarca los siguientes componentes: flora y fauna (masto zoología, ornitología, herpetología, entomofauna) y fauna acuática (macroinvertebrados acuáticos).

6.2.1 Objetivo

Realizar la caracterización de línea base de los componentes flora y fauna dentro del área de influencia del Proyecto minero Mocoral, para la actualización del estudio, a través de una evaluación cuantitativa.

6.2.2 Área de Estudio

El sitio de estudio se encuentra ubicada en la Provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, Parroquia Selva Alegre, en la concesión minera Mocoral. El lugar presenta una topografía muy irregular con una inclinación de 70°, además presenta una altitud aproximada de 1800 a 2000 m.s.n.m.

La zona presenta una pequeña extensión de bosque nativo intervenido, que está de manera aislada en las quebradas y laderas de la Minera MOCORAL. Así también existen grandes extensiones desprovistas de vegetación donde se realizan las actividades mineras.

Los remanentes de vegetación del área de estudio se encuentran en zonas de bosque nativo intervenido cuyos árboles alcanzan aproximadamente 25 metros de altura, con diámetros con mediana densidad, indicando que el dosel no es continuo, por la actividad antrópica aledaña al área, se observó zonas reforestadas y extensiones de pastizales.

De acuerdo al Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental, elaborado por el Ministerio del Ambiente (MAE, 2013), el área de estudio de la minera MOROCAL se encuentra sobre la unidad ecosistémicas boscosa correspondiente a Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes (BsBn04) localizada a una altitud entre 1.500 y 2000 msnm, y adicionalmente se localiza fuera de la concesión minera el ecosistema de Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes (BsMn03) la cual se ubica entre 2.000 a 2.300 msnm.

El área establecida para los sitios de muestreo de flora y fauna se ubica al sur de la mina, en un parche o remanente de bosque nativo intervenido, el cual no presenta conectividad con otros remanentes de bosque nativo, y al norte de la concesión para el área donde se ubicará la escombrera, en los alrededores existen pastizales, matorrales especies de plantas cultivadas esporádicamente.

6.2.3 Criterios Metodológicos

Para determinar la ubicación de los puntos de muestreo, en lo que respecta la fase de explotación de minerales no metálicos, bajo el régimen de pequeña minería del área minera Mocal, se utilizó como base:

- Información cartográfica proporcionada por Mocal.
- Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental, elaborado por el Ministerio del Ambiente, a escala 1:100.000 (MAE, 2013).
- Mapa de Cobertura Vegetal (MAE, 2016).
- Pisos Zoogeográficos del Ecuador (Albuja et al., 2012).
- Zonas Ictiohidrográficas del Ecuador (Barriga, 2012 en Albuja et al., 2012).
- Información de Unidades hidrográficas del MAG 2001.
- Fotografía aérea del año 2012 del área de la concesión.

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

- Alcance del proyecto (fase de explotación), donde se circunscriben las actividades mineras y el área para la escombrera propuesta en la mina Mocal.
- Escala (dimensión) de las facilidades y su huella del proyecto (superficie) sobre el componente biótico.

- Una unidad ecosistémica boscosa relacionadas con la implantación de la escombrera propuesta: Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes BsBn04 (De 1500 a 2000 m.s.n.m).
- Presencia de bosque nativo y cobertura vegetal asociada a zonas intervenidas o con perturbación antrópica; es decir, sobre el estado de conservación del bosque y hábitats presentes.
- Un Piso Zoogeográfico: Subtropical Occidental o declives externos de la cordillera Occidental de los Andes, ubicados entre os 1.000 y 2000 msnm
- Gradiente altitudinal, donde se combinaron puntos de muestreo cuantitativo.
- Unidad Hidrográfica: Sub cuenca del río Guayllabamba.
- Los accesos existentes al área, con la finalidad de poder acceder a los puntos de muestreo.

El estudio de línea base de flora y fauna cuenta con el permiso de investigación No. 0015-2018-IC-FAU-FLO-DPAI/MAE, emitido por la Dirección Provincial del Ambiente de Imbabura.

Durante el desarrollo de la investigación de la fase de campo, se realizaron colecciones de fauna (macroinvertebrados acuáticos), para la respectiva identificación en los laboratorios especializados; mismos que fueron movilizados con la Autorización de Movilización No. Abril-2019-005, emitida el 2 de abril de 2019, por la dirección provincial del Ambiente de Imbabura. Ver Anexo 5. COMPONENTE BIÓTICO / Guía de movilización.

Ubicación de los puntos de muestreo para flora y fauna

Los muestreos cuantitativos se realizaron en dos sitios:

El primero en el área de vegetación de bosque nativo intervenido hacia el sur de la concesión minera, donde se muestrearon los componentes bióticos de flora y fauna terrestre.

El segunda cerca de la futura escombrera hacia el norte de la concesión minera, en un área de pastizal con árboles relictos, donde se muestrearon los componentes bióticos de flora y fauna terrestre.

Para el muestreo de fauna acuática se ubicaron tres puntos en las áreas de influencia de las actividades mineras de Mocal: dos hacia el norte de la concesión y la escombrera propuesta y una hacia el sur de la concesión.

6.2.4 Flora

La historia geológica y evolutiva de la vida, sumada a los factores geográficos en nuestro planeta ha permitido generar uno de los más altos niveles de biodiversidad. Siendo el Ecuador un país relativamente pequeño con 0.2% de todas las especies de plantas en el mundo (Neill y Øllgaard 1993).

La región andina ecuatoriana es dos veces más biodiversa que las regiones amazónicas, occidental e insular combinadas. En cuanto al endemismo, los ecosistemas presentes en las estribaciones de los Andes contienen la mayor parte de plantas endémicas en Ecuador, 3.028 (67,5%) se encuentran en la región Andina, es así como ha sido el escenario de múltiples episodios de diversificación y radiación de especies, pues estas áreas han sido sujetas a cambios espaciales y temporales sumamente dinámicos que explican en parte la alta diversidad observada en la región (Antonelli *et al.* 2009).

El sector de la Cordillera Occidental comprende los bosques siempreverdes y siempreverde estacionales, piemontanos a montanos altos de la Cordillera Occidental desde el sur de Colombia limitando al sur con el río Jubones, comprendidos entre los 300 y 3.400 msnm aproximadamente. El clima presenta ombrotipos de húmedo a hiperhúmedo. En el piso piemontano es notoria la fuerte influencia del Chocó biogeográfico, con abundantes especies de tierras bajas, aquí la mayoría de especies y familias de árboles características de las tierras bajas desaparece (e.g. Malvaceae s.s.) o encuentran el límite superior de su distribución (e.g. Myristicaceae); típicamente los fustes de los árboles están cubiertos por orquídeas, bromelias, helechos y Araceae (Sierra *et al.* 1999); las especies leñosas trepadoras también disminuyen, tanto en número de especies como de individuos, mientras que las epifitas se vuelven más abundantes (Sierra *et al.* 1999). En los bosques de neblina, los árboles están cargados de briofitas y presentan una altura del dosel entre 20 y 25 m, igualmente son muy importantes las epifitas vasculares. En general los bosques de la cordillera occidental se caracterizan por un mayor índice de endemismo (Pitman *et al.* 2000; Pennington *et al.* 2004).

Mediante la identificación de ecosistemas o formaciones vegetales y tipos de cobertura vegetal existentes, se evaluó en cada punto de muestreo el estado actual, estructura, composición florística y conservación del bosque, utilizando métodos cuantitativos.

6.2.4.1 Sitios de muestreo de flora

En el parche de bosque maduro intervenido se realizó el monitoreo de cinco transectos de 50x4 m. En el área donde se realizó reforestación se monitorearon dos puntos cualitativos para caracterizar la composición florística.

La siguiente tabla presenta datos sobre los sitios de muestreo cuantitativos (PMF1 y PMF2), en los cuales se establecieron cinco transectos en cada uno respectivamente dentro del área de estudio, incluyendo su ubicación geográfica, sitio de muestreo, coordenadas, código, tipo de vegetación y tipo de muestreo.

Tabla 6-48. Puntos de Muestreo de Flora

SITIOS DE MUESTREO	TRANSECTOS	COORDENADAS UTM		TIPO DE VEGETACIÓN	ALTITUD m.s.n.m	TIPO DE MUESTREO
		X	Y			
PMF1	T-01	Pi: 0772215	0028302	Bosque nativo intervenido	1950	Cuantitativo 50x4 m
		Pf: 0772265	0028350		1857	
	T-02	Pi: 0772203	0028205		1943	
		Pf: 0772185	0028192		1950	

SITIOS DE MUESTREO	TRANSECTOS	COORDENADAS UTM		TIPO DE VEGETACIÓN	ALTITUD m.s.n.m	TIPO DE MUESTREO
		X	Y			
	T-03	Pi: 0772131	0028148		1947	
		Pf: 0772103	0028106		1948	
	T-04	Pi: 0772161	0028192		1956	
		Pf: 0772124	0028157		1965	
	T-05	Pi: 0772169	0028192		1947	
		Pf: 0772207	0028222		1954	
PMF2	T-01	Pi: 772233	28978	Pastizal con árboles relictos	1597	Cuantitativo 50x4 m
		Pf: 772203	28884		1625	
	T-02	Pi: 772198	28996		1591	
		Pf: 772181	29087		1573	
	T-03	Pi: 772111	29218		1433	
		Pf: 772076	29126		1537	
	T-04	Pi: 772034	29198		1525	
		Pf: 771969	29274		1499	
	T-05	Pi: 771984	29281		1501	
		Pf: 772069	29229		1531	

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Esfuerzo de Muestreo

El presente estudio se realizó con la participación de dos personas, un técnico y un asistente local (Sr. Ángel Cabascango).

Tabla 6-49. Esfuerzo de Muestreo de Flora

Metodología	Horas día	Número de días	Total Esfuerzo - Horas
Muestreo cuantitativo	8	4	32

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

6.2.4.2 Descripción de las Zonas de Vida y Formaciones Vegetales

A continuación, se describen las formaciones vegetales naturales presentes en la zona de estudio considerando a Valencia et al. (1999) y al MAE (2013).

Según el Ministerio del Ambiente (2013), se considera dos ecosistemas: BsBn04 Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes dentro de la Concesión Minera Mocal y Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes (BsMn03) fuera del área de la concesión.

BsBn04 Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes

Bosques siempreverdes multiestratificados que crecen sobre la Cordillera Occidental. El dosel es generalmente cerrado, alcanza de 20 a 30 m de altura, los árboles emergentes suelen superar los 35 m (Valencia et al. 1999; Josse *et al.* 2003). Poblaciones de palmas son comunes y es posible encontrar helechos arborescentes; la vegetación herbácea es densa dominada por helechos y aráceas; la vegetación arbustiva es escasa con dominio de Rubiaceae y Melastomataceae. De 1500 a 2000 msnm la riqueza de especies trepadoras, leñosas y árboles disminuye mientras que el número de epifitas aumenta (Gentry 1993; Küper et al. 2004). La mayoría de especies de varias familias características de tierras bajas desaparecen (e.g. Bombacaceae s.s.) (Valencia et al. 1999). Familias representativas en este ecosistema son: Lauraceae, Rubiaceae, Moraceae, Urticaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae s.l. y Arecaceae. Entre los géneros arbóreos, en el dosel se encuentran: *Ficus*, *Ocotea*, *Nectandra*, *Persea*, *Guarea*, *Carapa*, *Inga*; en el subdosel: *Cecropia*, *Miconia*, *Palicourea*, *Psychotria* y *Elaeagia*.

Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes (BsMn03)

Son bosques siempreverdes multiestratificados, el dosel alcanza entre 20 a 25 m (Valencia *et al.* 1999). Los árboles están cubiertos de briofitos y se puede observar, una gran representatividad de familias de plantas epifitas vasculares como: Araceae, Orchidaceae, Bromeliaceae y Cyclanthaceae (Valencia *et al.* 1999; Jaramillo y Grijalva 2010). En el estrato herbáceo, se puede observar una cobertura densa de Gesneriaceae, Ericaceae y gran cantidad de helechos (Cerón 2004). En el dosel son frecuentes las familias como: Lauraceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae, Primulaceae, Cunoniaceae y Moraceae; en el subdosel: Rubiaceae, Actinidiaceae, Siparunaceae, Melastomataceae y Moraceae.

Según Sierra *et al.* (1999), el área de estudio se encuentra en la formación vegetal de Bosque siempreverde montano bajo.

Bosque siempreverde montano bajo

Se desarrolla en bosques húmedos montanos bajos de las estribaciones de la cordillera occidental, pero restringido a una franja altitudinal más amplia, entre los 1.300 m y 2.000 m.s.n.m. La altura del dosel puede alcanzar los 25 a 30 m. En esta faja de vegetación la mayoría de especies, al igual que familias enteras de árboles características de las tierras bajas desaparece (tal es el caso de Bombacaceae y Myristicaceae).

Las especies características son: varias especies de Araceae; *Dictyocaryum lamarckianum*, *Ceroxylon echinulatum*, *Geonoma weberbaueri* (Arecaceae); *Cecropia andina* y *C. hachensis* (Cecropiaceae); *Hedyosmum* spp. (Chloranthaceae); *Cyathea* sp. (Cyatheaceae); *Sapium utile* y *S.* spp. (Euphorbiaceae); *Heliconia* spp. (Heliconiaceae); *Ocotea* spp. (Lauraceae); *Miconia porphirotricha* y *M.* spp. (Melastomataceae); *Cedrela odorata*, *Guarea kunthiana* (Meliaceae); *Casearia* spp. (Flacourtiaceae); *Ficus* spp., *Morus insignis* (Moraceae); *Piper* spp. (Piperaceae), *Chusquea* spp. (Poaceae); *Elaeagia* sp. (Rubiaceae) (Sierra *et al.*, 1999).

TIPOS DE COBERTURA VEGETAL

El tipo de vegetación o cobertura vegetal y uso (MAE 2016) registrada corresponde según los atributos del nivel 2 a: Bosque nativo, cultivos semipermanentes, pastizales, infraestructura y mosaico agropecuario.

Bosque nativo

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO) define bosque como una superficie de tierra de más de media hectárea (5000 m²), con árboles de altura superior a 5 metros y una cubierta forestal de más del 10%, o con árboles con potencial para cumplir dichos parámetros. Con una dinámica forestal natural, por ejemplo, una composición natural de especies, presencia de madera muerta, estructura de edad y procesos de regeneración natural, cuya superficie es lo suficientemente extensa como para mantener sus características naturales y donde no se ha producido una intervención humana significativa, o ésta tuvo lugar en una época tan remota como para que se haya restablecido la composición de especies y los procesos naturales.

Pastizales

Son zonas alteradas por los habitantes locales, destinadas a la crianza de ganado y que están conformadas por especies herbáceas de pasturas, como: *Urochloa* sp., *Panicum* sp., *Axonopus scoparius* (Poaceae). El avance de este tipo de vegetación ha logrado limitar la presencia de bosques, los cuales, en las zonas de estudio, están restringidos a franjas y remanentes en áreas de pendientes. Además, las áreas revegetadas también están conformadas por pasto.

Las especies más frecuentes en los pastizales que se observaron son: *Setaria cernua* (pasto miel); *Brachiaria decumbens* (pasto saboya); *Panicum maximum*; *Axonopus scoparius* (pasto gramalote); *Panicum pilosum* (pasto silvestre); *Pennisetum clandestinum* (kikuyo); *Pennisetum purpureum* (pasto elefante), etc.

6.2.4.3 Aspectos Metodológicos

Análisis Cuantitativo

Para evaluar la vegetación de la zona de estudio se utilizó una metodología cuantitativa en la zona reforestada, la misma que se desarrolló en tres etapas; la fase de campo, la fase de laboratorio y la fase de Análisis de la información.

Fase de Campo

Se usó el método de transectos. El método de transectos nos permite en forma rápida conocer la diversidad vegetal, composición florística y especies dominantes para poder sugerir políticas de conservación en áreas naturales de interés biológico protegidas o no protegidas (Cerón, 2003).

Se trazaron 5 transectos de 50X4m (0,1ha, 1000 m²), en cada sitio de muestreo cuantitativo. Dentro de los transectos se midieron, identificaron y documentaron, todos los individuos con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) (aproximadamente a 1,3 m del suelo) igual o superior a 10 cm, mismos que se encuentran marcados con spray color rojo.

Dentro de los transectos se procedió a la identificación, tabulación, medición del DAP y estimación de altura. Se registraron los especímenes enraizados dentro de los transectos, excepto para aquellos cuya identificación fue conocida en campo. 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.

Fase de Laboratorio

La identificación de las especies monitoreadas fue in situ y se verificó la taxonomía revisando en Herbarios virtuales: Field Museum of Chicago (<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>), y la página de Tropicos.org del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>).

Los nombres comunes y científicos registrados en el campo serán verificados con el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen & León, 1999), colecciones del Herbario Nacional QCNE, Enciclopedia de la Plantas Útiles del Ecuador (de la Torre et. al., 2008) y la base de datos (Trópicos, 2017-www.tropicos.org).

Para determinar el endemismo y si la especie consta en el apéndice CITES, se revisó el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011).

Análisis de la Información

Para el análisis cuantitativo se utilizó el software estadístico PAST 2.17c (Hammer et al. 2001), donde se analizaron los parámetros de diversidad y factores de importancia forestal.

Para el análisis de los datos cuantitativos se usaron las fórmulas propuestas por (Campbell *et al.* 1986).

Área Basal (AB) en m²

“El área basal de un individuo se define como el área del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en corte transversal del tallo o tronco del individuo (Cerón, 2003). El área basal de una especie determinada en los transectos es la suma de las áreas basales de todos los individuos de tal especie con DAP igual o mayor a 10 cm.”

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

D = Diámetro a la altura del pecho

π = Constante 3.14

Densidad Relativa (DnR)

La "Densidad Relativa" de una especie determinada es proporcional al número de individuos de esa especie, con respecto al número total de individuos arbóreos en el transecto.

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

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 individuos arbóreos en los transectos"

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

Índice del 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 incluidas en el análisis 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 componentes comunes del bosque estudiado.

$$\text{IVI} = \text{DnR} + \text{DmR}$$

Dónde:

IVI: Índice de Valor de Importancia

DR = Densidad relativa

DMR= Dominancia relativa (Área basal)

Riqueza y abundancia de especies

El término riqueza se refiere al número neto de especies presentes dentro de una comunidad; es decir, se estima utilizando el número de especies dividido para el número de registros encontrados. Este dato permite realizar una comparación directa entre transectos de vegetación en cuanto a la diversidad (riqueza) de especies de árboles, aun cuando el número de árboles o individuos sea variable entre los muestreos. El dato siempre toma un valor entre 0 y 1: si todos los árboles de los muestreos fueran de especies diferentes, tendrían un valor de 1; un valor de 0,5 o superior significa una alta riqueza de especies).

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

Ambos parámetros (riqueza y abundancia) determinan dos ejes de la diversidad de especies, relacionada a su equitatividad dentro de la muestra analizada.

Índice de Diversidad de Shannon -Wiener

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 (Magurran, 1988).

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

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 (Magurran, 1988).

Tabla 6-50. Interpretación de los Valores Índice de Diversidad de Shannon

Índice de Shannon -Wiener	
0,1 - 1,5	Diversidad baja
1,6 - 3,0	Diversidad media
3,1 - 4,5	Diversidad alta

Fuente: Magurran, 1988

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2018

Índice de Diversidad de Simpson

Es una medida de Dominancia que enfatiza el rol de las especies más comunes y refleja mejor la riqueza de especies. En el presente trabajo se utilizó el valor de la expresión 1-D, para expresar este índice, siendo:

$$D = \sum P_i^2$$

Dónde:

- D = Valor de Dominancia de Simpson.
- Σ = Sumatoria
- P_i^2 = Proporción de individuos elevada al cuadrado

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 como P_i (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenecientes a la misma especie, se denomina probabilidad conjunta [$(P_i) (P_i)$, o P_i^2]. El valor de D varía inversamente con la heterogeneidad: si los valores de D decrecen la diversidad aumenta y viceversa (Cerón, 2003; Krebs, 1985).

Al utilizar la forma 1-D, la interpretación es inversa: a mayores valores de 1-D, la diversidad será mayor, y a menores valores, la diversidad del sitio será menor (Yáñez, 2010).

Tabla 6-51. Interpretación del Índice de Diversidad de Simpson

Índice de Diversidad de Simpson	
Valor	Criterio
0,00-0,35	diversidad baja
0,36-0,75	diversidad media
0,76-1,00	diversidad alta

Fuente: Yánez, 2010

Estos valores varían dependiendo del número obtenido según Simpson y el número de especies registradas dentro del transecto.

Curvas de Abundancia-Diversidad de Especies

La abundancia hace referencia al número de individuos por especie.

Son gráficos representativos de la abundancia de las especies dentro de los transectos, permiten identificar rápidamente las especies dominantes y las raras, en función del número neto de individuos por especie.

Curva de Acumulación de Especies

La curva especies-área es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. Se realiza con el método de intercepción de líneas, muy útil para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o el número total de especies. Cuando la curva representa a un bosque templado, esta alcanza un curso horizontal rápidamente; en cambio, en bosques tropicales, debido a su alta diversidad, la curva no se estabiliza pronto.

Índice Chao 1

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

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

Dónde: S_{obs} representa el total de especies registradas, F_1 es el número de especies registradas por un solo individuo (*singletons*) y F_2 es la cantidad de especies representadas en la muestra por dos individuos (*doubletons*).

La representatividad del muestreo fue evaluada en base al índice de Chao 1 y a los valores de número de especies registrado en el muestreo.

6.2.4.4 Resultados

Caracterización Cuantitativa

Sitio de Muestreo PMF1

Los transectos estudiados se ubican en un parche de bosque nativo intervenido, rodeada de pastizales, con presencia de especies arbustivas y herbáceas, se ubica en un rango altitudinal de 1700 a 2000 m.s.n.m; se encuentra en un ecosistema de Bosque siempre verde montano de Cordillera Occidental de los Andes.

El bosque se encuentra aislado sin modificación anterior, la vegetación se encuentra sobre bosque colinado con fuertes pendientes, lo cual ha originado que su cobertura vegetal se vea modificada por especies arbustivas pioneras.

La vegetación en el sitio de los transectos cuenta con una cobertura vegetal semi abierta de acuerdo con la estratificación de los transectos el dosel fue registrado con una altura aproximadamente entre los 20 a 25 m. de altura. El subdosel es de 15 a 19. En el sotobosque la altura de los individuos vegetales va desde los 10 a 14 m. de altura. El estrato herbáceo es ligeramente abierto con presencia de helechos terrestres y epifitos, familias como Arecaceae, Maranthaceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Piperaceae, entre los más comunes; los fustes están cubiertos de musgos y hepáticas (Bryophytos), así como individuos de las familias Araceae y de la división Polypodiophyta.

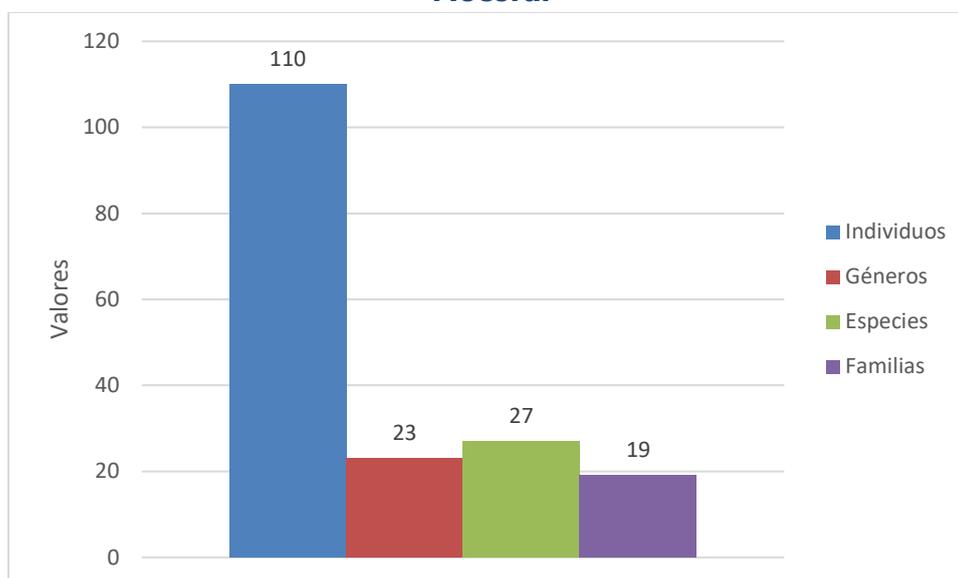
Tabla 6-52. Resultados del Muestreo Cuantitativo

Número de Individuos	Número de Familia	Número de Especies	Área Basal Total
110	19	27	8,064 m ²

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

De forma general, en el monitoreo de los 5 transectos está constituido por 110 individuos, 27 especies, 19 familias determinadas con diámetros ≥ 10 cm de DAP.

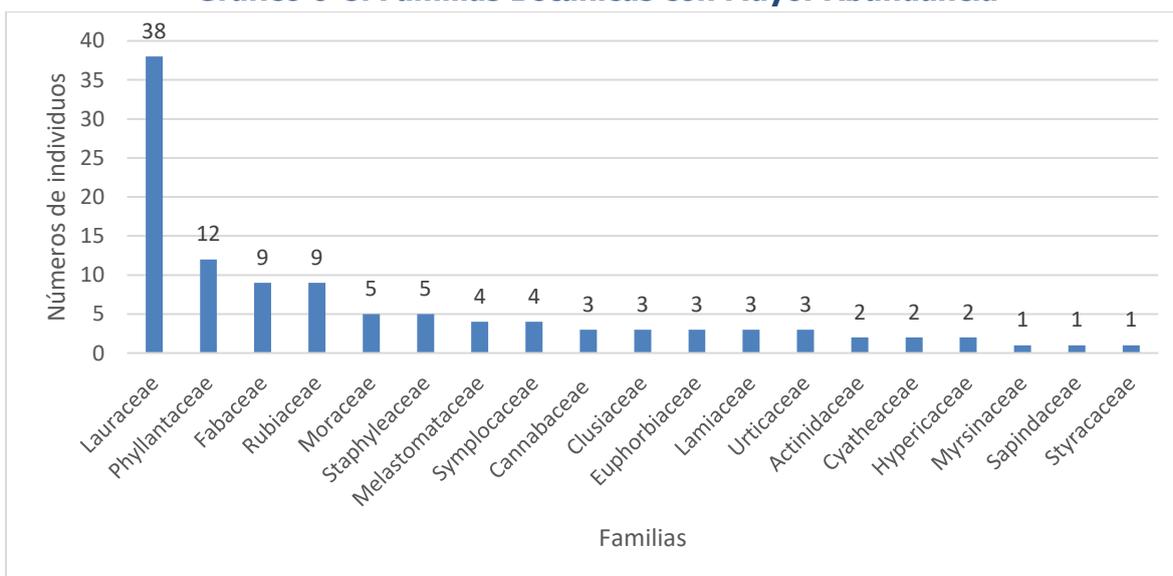
Gráfico 6-7. Riqueza y Abundancia Florística Registrada en el Área de Estudio de Mocoral



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Las familias con mayor abundancia de individuos fueron: Lauraceae con 38 individuos; Phyllanthaceae con 12 individuos; Fabaceae y Rubiaceae con nueve individuos respectivamente; Moraceae y Staphyleaceae con cinco individuos cada una; con cuatro familias cada una se encuentran las familias Melastomataceae, Symplocaceae; Cannabaceae, Euphorbiaceae Lamiaceae y Urticaceae con tres familias cada una respectivamente; y el resto de las familias (6) les corresponde menos de tres individuos.

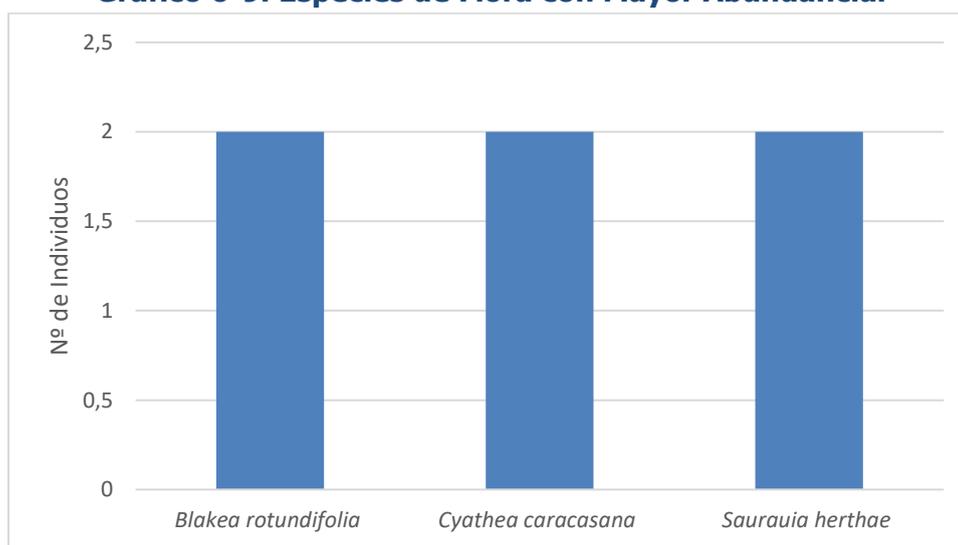
Gráfico 6-8. Familias Botánicas con Mayor Abundancia



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

La especie con mayor frecuencia fue: *Nectandra purpurea* (Lauraceae) con 21 individuos, le sigue *Nectandra subbullata* (Lauraceae) con 13 individuos, *Hieronyma duquei* (Phyllanthaceae) con 11 individuos, le sigue *Inga* aff. *oerstediana* (Fabaceae) y *Palicourea amethystina* (Rubiaceae) con nueve individuos, con cinco individuos *Turpinia occidentalis* (Moraceae) con cinco individuos. Mientras que el resto de las especies (21) les corresponde valores menores a cuatro individuos.

Gráfico 6-9. Especies de Flora con Mayor Abundancia.

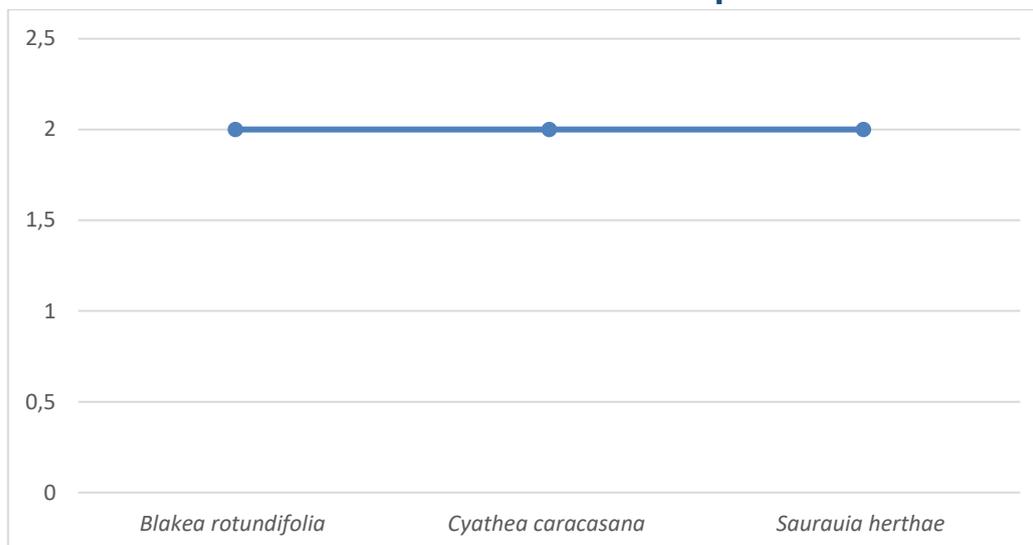


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Curva de Abundancia – Diversidad de Especies

En la curva de abundancia de especies de flora, se puede apreciar que las especies más abundantes o dominantes son: *Nectandra purpurea* (Lauraceae) con 21 individuos, le sigue *Nectandra subbullata* (Lauraceae) con 13 individuos, *Hieronyma duquei* (Phyllanthaceae) con 11 individuos, le sigue *Inga* aff. *oerstediana* (Fabaceae) y *Palicourea amethystina* (Rubiaceae) con nueve individuos, las demás especies (24) presentaron registros menores a cinco individuos formando un grupo de cinco especies consideradas como relativamente abundantes, luego un grupo de 15 especies consideradas como escasas y un último grupo de ocho especies consideradas como raras (con un solo individuo cada una).

Gráfico 6-10. Curva de Abundancia de Especies de Flora.



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Área Basal (AB)

El área basal total de individuos arbóreos en los transectos (0,1 Ha) es de 8,064 m²; la especie con mayor AB es *Ficus dulciaria* (Moraceae) con 2,057 m², le sigue *Nectandra purpurea* (Lauraceae) con 1,656 m²; seguida por; *Inga aff. oerstediana* (Fabaceae) con 0,57 m², *Hieronyma duquei* (Phyllanthaceae) con 0,54 m², entre las principales.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De acuerdo con el IVI las especies más importantes en los transectos son: *Nectandra purpurea* (Lauraceae) con 19,8%; *Ficus dulciaria* (Moraceae) con 14,5%; *Hieronyma duquei* (Phyllanthaceae) con 8,36%; *Nectandra subbullata* (Lauraceae) con 7,75%; *Inga aff. Oerstediana* (Fabaceae) con 7,65; *Palicourea amethystina* (Rubiaceae) con 5,69% *Lozanella enantiophylla* (Cannabaceae) con 4,68% y *Symplocos* sp 1. (Symplocaceae) con 4,09%.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla, donde se detallan las especies vegetales encontradas en los transectos de 50 X 4 m. X 5 (0.1 ha.).

Tabla 6-53. Especies Vegetales Registradas en los Transectos y Ordenadas de acuerdo con el IVI

Familia	Especie	FR	DAP	AB	DmR	DnR	IVI	IVI %
Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	21	614,2	1,6569	20,546	19,091	39,637	19,818
Moraceae	<i>Ficus dulciaria</i> Dugand	4	220,2	2,0571	25,508	3,636	29,144	14,572
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec.	11	229,9	0,5424	6,726	10,000	16,726	8,363
Lauraceae	<i>Nectandra subbullata</i> Rohwer	13	208,1	0,2970	3,683	11,818	15,501	7,751

Familia	Especie	FR	DAP	AB	DmR	DnR	IVI	IVI %
Fabaceae	<i>Inga aff. oerstediana Benth. ex Seem.</i>	9	237,0	0,5744	7,122	8,182	15,304	7,652
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.</i>	9	156,7	0,2580	3,200	8,182	11,382	5,691
Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla (Donn. Sm.) Killip & C.V. Morton</i>	3	142,0	0,5351	6,635	2,727	9,362	4,681
Symplocaceae	<i>Symplocos sp. 1</i>	4	125,2	0,3662	4,541	3,636	8,177	4,089
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don</i>	5	95,2	0,1621	2,010	4,545	6,555	3,278
Lamiaceae	<i>Aegiphila ferruginea Hayek & Spruce.</i>	3	84,8	0,1938	2,403	2,727	5,131	2,565
Lauraceae	<i>Persea mutisii Kunth</i>	4	69,4	0,1001	1,241	3,636	4,877	2,439
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera (L.) Triana & Planch.</i>	2	75,4	0,2241	2,779	1,818	4,597	2,299
Moraceae	<i>Morus insignis Bureau</i>	1	59,0	0,2729	3,384	0,909	4,294	2,147
Clusiaceae	<i>Clusia thurifera Planch. & Triana</i>	3	67,2	0,1193	1,479	2,727	4,206	2,103
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia Trécul</i>	2	65,5	0,1708	2,118	1,818	3,936	1,968
Actinidaceae	<i>Saurauia herthae Sleumer</i>	2	45,7	0,0839	1,040	1,818	2,859	1,429
Urticaceae	<i>Cecropia maxima Sneathl.</i>	1	43,7	0,1500	1,860	0,909	2,769	1,385
Euphorbiaceae	<i>Sapium stylare Müll. Arg.</i>	2	40,5	0,0706	0,876	1,818	2,694	1,347
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin</i>	2	32,7	0,0443	0,549	1,818	2,367	1,184
Melastomataceae	<i>Blakea rotundifolia D. Don</i>	2	30,5	0,0366	0,454	1,818	2,272	1,136
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus (Triana & Planch.) Radlk.</i>	1	26,2	0,0540	0,670	0,909	1,579	0,790
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa (Cogn.) Wurdack</i>	1	19,3	0,0291	0,361	0,909	1,270	0,635
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.</i>	1	14,8	0,0171	0,212	0,909	1,122	0,561
Melastomataceae	<i>Meriania maxima Markgr.</i>	1	13,2	0,0136	0,169	0,909	1,078	0,539
Styracaceae	<i>Styrax aff. cordatus</i>	1	13,1	0,0134	0,166	0,909	1,075	0,537
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium euryphyllum Standl.</i>	1	12,1	0,0115	0,142	0,909	1,052	0,526
Phyllantaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	11,3	0,0100	0,124	0,909	1,033	0,517

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Índice de Diversidad de Shannon (H')

El índice de diversidad de Shannon (H'), en los transectos es de 2,82 que, en función de las 27 especies registradas, indica que la diversidad para la zona muestreada es media.

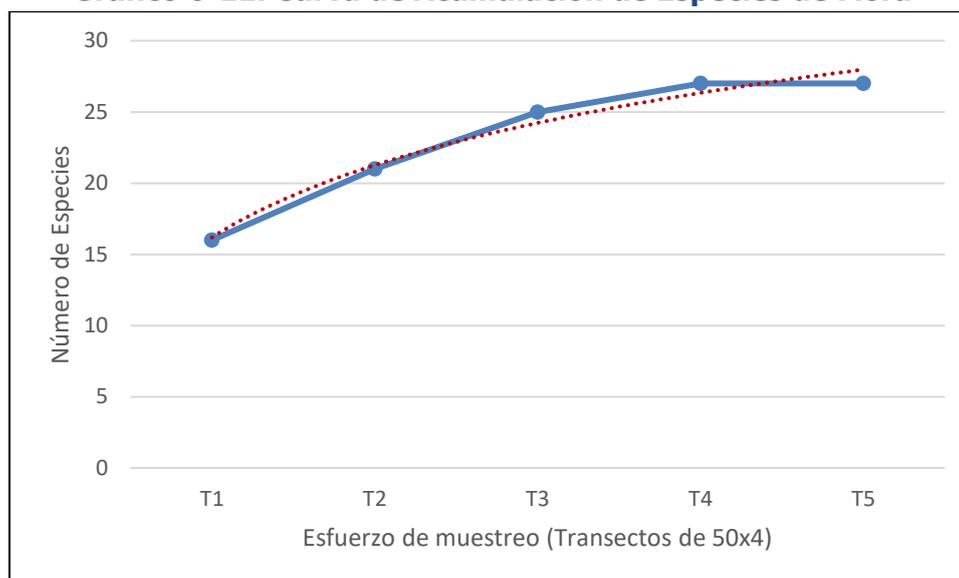
Índice de Diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson, en los transectos es de 0,91 que, en función de las 27 especies registradas, indica que la diversidad para la zona muestreada es alta.

Curva de Acumulación de Especies

La curva tiende a seguir en aumento, este evento, desafortunadamente, suele ser común al trabajar en ambientes naturales y seminaturales: la biodiversidad aumenta siempre que se aumente el área de interés u observación, casi nunca se estabiliza por completo, excepto en ambientes muy simplificados u homogéneos.

Gráfico 6-11. Curva de Acumulación de Especies de Flora



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Índice Chao 1

En base a los registros de campo, el índice de Chao permitió estimar que el número de especies esperado para los transectos es de 33 especies. Durante el estudio se registró 27 especies es decir el 81%, del total de especies estimadas por el índice, esto muestra únicamente faltan dos especies para cumplir con el estimador de Chao 1, ya que se re registraron todas las especies para el sector de estudio en la muestra (1000 m2).

Tabla 6-54. Índice de Chao 1

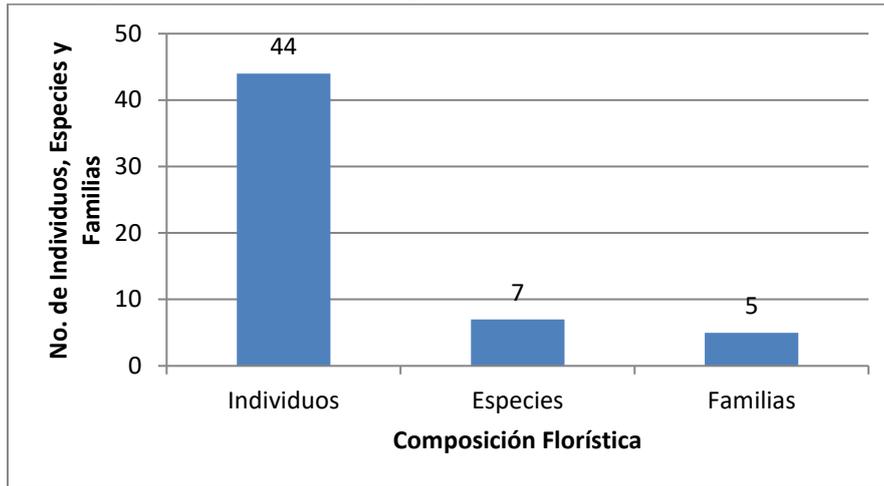
Índice de Chao 1	
Número total de especies S	27
Número de especies con un individuo a	9
Número de especies con dos individuos b	6
Chao 1	33,7

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Sitio de Muestreo PMF2 (Área de futura escombrera)

Se registraron 44 individuos, agrupados en 7 especies y 5 familias botánicas. Las especies más frecuentes fueron: *Vernonanthura patens* (Linchig) con 17 individuos, seguido de *Baccharis trinervis* (Chilca) con 8 individuos, *Psidium guajava* (Guayaba) y *Roupala obovata* (Roble) con 6 individuos cada una.

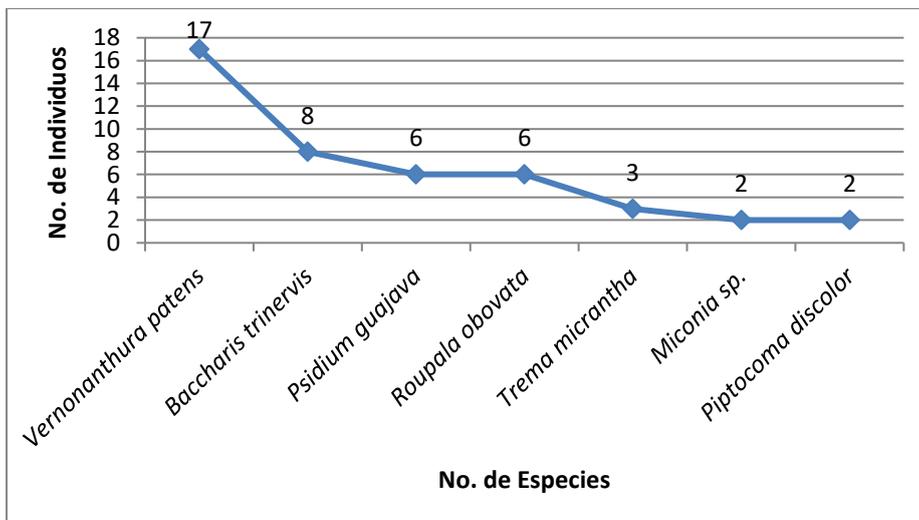
Gráfico 6-12. Composición Florística registrada en la Escombrera de la Mina Mocal



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Las especies *Vernonanthura patens* (Linchig), *Baccharis trinervis* (Chilca) y *Psidium guajava* (Guayaba) son pioneras es decir indicadoras de áreas intervenidas, cabe destacar que la especie guayaba es cultivada con fines alimenticios, dichas especies son de crecimiento rápido y su madera es suave, de acuerdo a (Zanne et al., 2009) de la densidad de la madera de estas especies es de 0,54; 0,48 y 0,71 g/cm³, respectivamente.

Gráfico 6-13. Curva de Abundancia – Diversidad de Especies Registradas en el Área de la Escombrera de Mocal

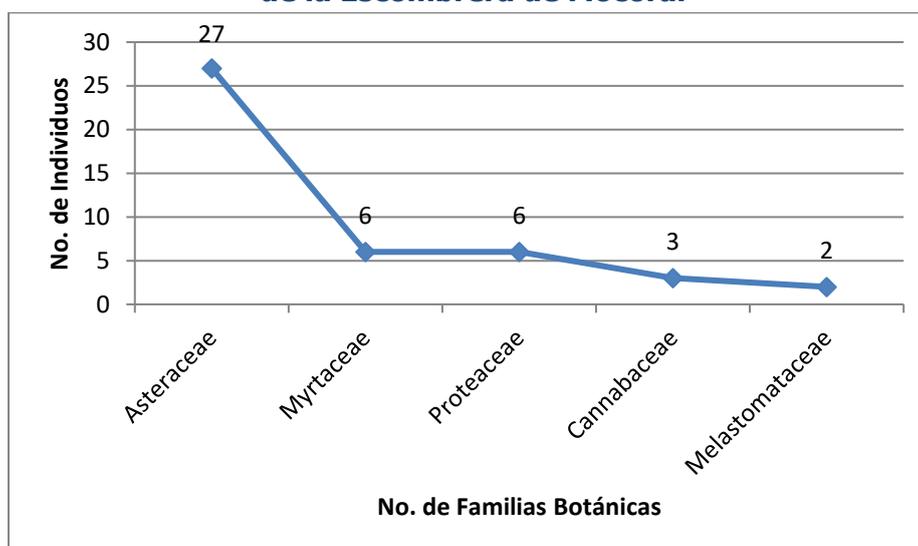


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Las familias botánicas dominantes de acuerdo a la abundancia fueron Asteraceae con 27 individuos, Myrtaceae con 6 individuos y Proteaceae con 6 individuos, las demás familias reportaron menos de 3 individuos cada una.

La familia Asteraceae es indicadora de áreas intervenidas, mientras que la familia Proteaceae es indicadora de bosque maduro.

Gráfico 6-14. Curva de Abundancia – Diversidad de Familias Registradas en el Área de la Escombrera de Mocoral



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En 0,1 ha muestreadas se obtuvo el área basal (AB) igual a 0,68 m²; de acuerdo al índice de valor de importancia (IVI), la especie con mayor representatividad por su frecuencia y/o el diámetro del fuste fue: Linchig (*Vernonanthura patens*) con 70,53 de IVI, seguida de Roble (*Roupala obovata*) con 33,27 de IVI, Chilca (*Baccharis trinervis*) con 30,71 de IVI, Guayaba (*Psidium guajaba*) con 29,58 de IVI y Sapán (*Trema micrantha*) con 19,85 de IVI.

Cabe recalcar que dichas especies presentaron alta abundancia con: 17, 6, 8, 6 y 3 individuos respectivamente, las especies: "Linchig, Chilca y Sapán" son pioneras es decir indicadoras de bosque secundario, la especie "Roble" es indicadora de bosque maduro cuya densidad de la madera es de 0,83 g/cm³ (Zanne et al. 2009) mientras que la especie "Guayaba" es cultivada con fines alimenticios.

Tabla 6-55. Valores del IVI

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Frec.	AB m2	DnR	DmR	IVI
1	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	Linchig	17	0,22	38,64	31,90	70,53
2	Proteaceae	<i>Roupala obovata</i> Kunth	Roble	6	0,13	13,64	19,63	33,27
3	Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	Chilca	8	0,09	18,18	12,53	30,71
4	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	6	0,11	13,64	15,94	29,58
5	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (Britton ex Small) Standl. & Steyererm	Sapán	3	0,09	6,82	13,03	19,85
6	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Payas	2	0,03	4,55	4,28	8,82
7	Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Pigue	2	0,02	4,55	2,68	7,23
Total				44	0,68	100	100	200

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

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Índice de Diversidad de Shannon (H')

El índice de diversidad de Shannon (H'), corresponde a: $H' = 1,7$ bits que representa Diversidad Media (Magurran, 1987), dicho índice sugiere que para valores inferiores a 1,5 se considerará como diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3,4 se los considerará como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3,5 son considerados como diversidad alta. Analizando la diversidad de cada transecto se puede notar que presentaron Diversidad Baja cuyo valor oscila entre 0,5 – 1,2 bits.

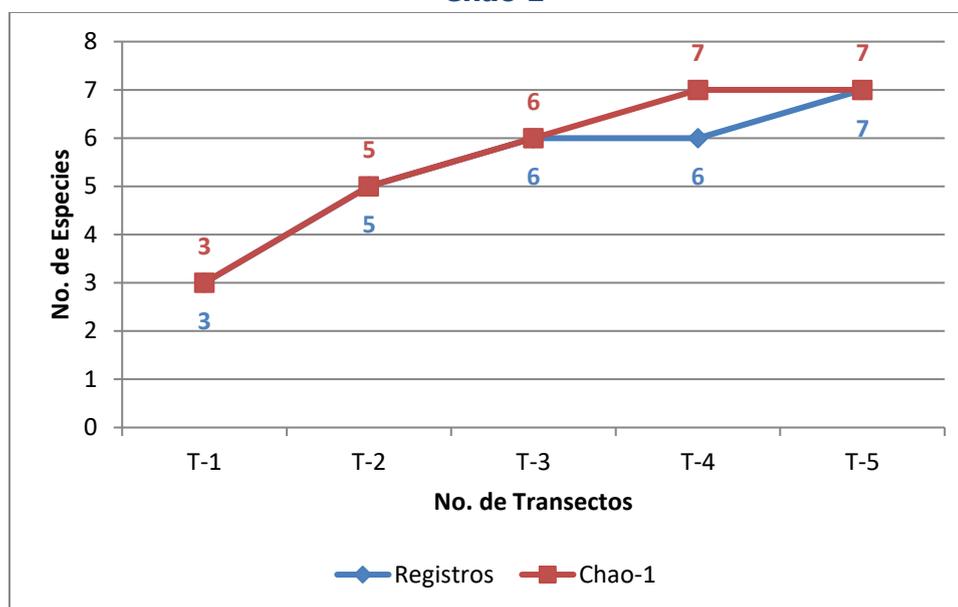
Índice de Diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson, en el sitio de muestreo PMF2, se obtuvo un valor de 0,8 que representa Diversidad Alta, dicho índice valora con la escala de 0 a 1, demostrando que a pesar de ser un área con altos signos de intervención la diversidad es representativa, cabe destacar que este índice da mucha importancia a la abundancia. Analizando cada una de las muestras se tiene una diversidad que oscila entre 0,2 a 0,7 que representa Diversidad Baja y media.

Curva de Acumulación de Especies

Con los datos obtenidos en los cinco transectos muestreados en la escombrera de Mocoral, se elaboró la curva de acumulación de especies, el siguiente gráfico, muestra que el vector resultante presenta la tendencia a estabilizarse, lo que demuestra que el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para establecer la composición florística del área de estudio, cabe recalcar que la zona presenta signos altos de intervención humana.

Gráfico 6-15. Curva de Abundancia de Especies y Estimación de la Riqueza Según Chao 1



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Índice Chao 1

En base a los registros de campo, el índice de Chao permitió estimar que el número de especies esperado para los transectos es de siete especies. Durante el estudio se registró siete especies es decir el 100%, del total de especies estimadas por el índice, esto muestra que con el estimador de Chao 1, ya se registraron todas las especies para el sector de estudio en la muestra (1000 m²).

Tabla 6-56. Índice de Chao 1

Índice de Chao 1	
Número total de especies S	7
Chao 1	7

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

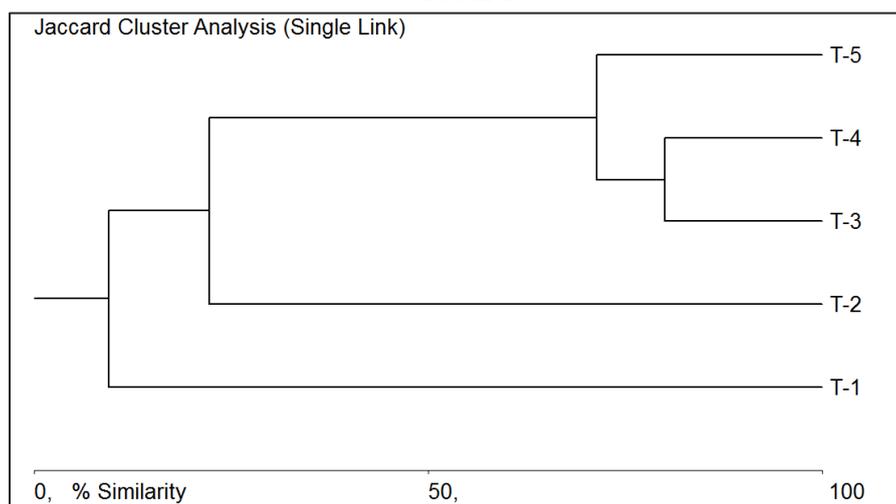
Con la finalidad de establecer una proyección de los posibles registros que se podría obtener en base a los datos obtenidos en el muestreo, se calculó el índice Chao 1, y mediante el programa Estimates Win-910, nótese que según Chao-1 en el área de estudio se podría registrar 7 especies, es decir el mismo valor que las registradas.

Similitud

Con la finalidad de determinar la similitud en cuanto a composición florística se refiere se elaboró un diagrama (Cluster análisis) basado en el índice de Similitud de **Jaccard (Ij)**, de los 5 transectos realizados, en la siguiente figura se puede apreciar que existen tres grupos bien

marcados, el más homogéneo corresponde a los transectos T-3 y T-4 con el 75% de similitud, el segundo grupo lo integra el transecto T-5 con el 71% de similitud, finalmente los transectos T-2 y T-1 presentan una similitud del 22%, lo que demuestra que existe entre alta y media homogeneidad de la composición de la flora.

Gráfico 6-16. Dendrograma de Cluster, Análisis Basado en el Índice de Similitud de Jaccard



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Aspectos Ecológicos

Especies Indicadoras y Sensibles

De manera general se presentan aquellas especies caracterización de bosque nativo con poca intervención: *Nectandra purpurea*, *Miconia* sp.1, *Inga* sp. entre las principales, esto debido a la dinámica del bosque u otros factores externos.

Tabla 6-57. Especies Indicadoras de Flora

Familia	Especie	Especies Indicadoras	Estatus
Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Suelos con nutrientes	Nativa
Moraceae	<i>Ficus dulciaria</i> Dugand	Especies Pioneras	Nativa
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec.	Suelos con nutrientes	Nativa
Lauraceae	<i>Nectandra subbullata</i> Rohwer	Suelos con nutrientes	Nativa
Fabaceae	<i>Inga</i> aff. <i>oerstediana</i> Benth. ex Seem.	Suelos con nutrientes	Nativa
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Especies Endémica	Nativa
Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i> (Donn. Sm.) Killip & C.V. Morton	Especies Pioneras	Nativa
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp. 1	Especies Pioneras	Nativa
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	Suelos nitrificados	Nativa
Lauraceae	<i>Persea mutisii</i> Kunth	Suelos con nutrientes	Nativa

Familia	Especie	Especies Indicadoras	Estatus
Moraceae	Morus insignis Bureau	Suelos con nutrientes	Nativa
Clusiaceae	Clusia thurifera Planch. & Triana	Suelos con nutrientes	Nativa
Verbenaceae	Aegiphila sp. 1	Suelos con nutrientes	Nativa
Hypericaceae	Vismia baccifera (L.) Triana & Planch.	Especies Cosmopolita	Nativa
Urticaceae	Cecropia angustifolia Trécul	Especies Pioneras	Endémica
Urticaceae	Cecropia maxima Sneathl.	Especies Pioneras	Nativa
Actinidaceae	Saurauia herthae Sleumer	Especies Pioneras	Nativa
Cyatheaceae	Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin	Suelos con nutrientes	Nativa
Melastomataceae	Blakea rotundifolia D. Don	Suelos con nutrientes	Nativa
Euphorbiaceae	Sapium stylare Müll. Arg.	Suelos con nutrientes	Nativa
Sapindaceae	Allophylus excelsus (Triana & Planch.) Radlk.	Suelos con nutrientes	Endémica
Melastomataceae	Meriania tomentosa (Cogn.) Wurdack	Suelos con nutrientes	Nativa
Clusiaceae	Chrysochlamys colombiana (Cuatrec.) Cuatrec.	Especies Pioneras	Nativa
Myrsinaceae	Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Especies Pioneras	Nativa
Melastomataceae	Meriania maxima Markgr.	Especies Pioneras	Nativa
Euphorbiaceae	Tetrorchidium euryphyllum Standl.	Especies Endémica	Nativa
Phyllanthaceae	Hieronyma macrocarpa	Especies Pioneras	Nativa

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Estado de Conservación de la Flora, Endemismo

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 dos (2) especie endémicas ubicada en el punto cuantitativo: *Saurauia herthae* (Actinidaceae) cuya categoría es LC - Least Concern - Global/Libro Rojo Pl. Endémica Ecuador 2011 y *Blakea rotundifolia* (Melastomataceae) Con NT – Casi amenazada, y una especie en el Apéndice II de la lista de CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas).

En el área de la escombrera no se registraron especies endémicas.

Tabla 6-58. Estado de Conservación Registradas en el Área de Estudio

Nº	Familia	Especie	Estado de Conservación	Sitio de Muestreo
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia herthae</i> Sleumer	LC: Preocupación menor	PMF1
2	Melastomataceae	<i>Blakea rotundifolia</i> D. Don	NT: Casi amenazada	PMF1
3	Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	CITES Appendix II	PMF1

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Especies Importantes

Se ha considerado como especies de importancia económica a las especies de uso maderable, registradas en el muestreo, que corresponde a una especie: "Roble" (*Roupala obovata*).

Uso del Recurso

La mayoría de los árboles en la zona suelen ser utilizados para la obtención de madera para construcción de viviendas, cercas de pastizales, entre otras. En la siguiente tabla se detallan las especies principales y los usos locales que se registraron:

Tabla 6-59. Usos de la Especies Registradas en la Zona de Estudio

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO
Lauraceae	<i>Nectandra purpurea</i>	Aguacatillo	Maderable
Moraceae	<i>Ficus dulciaria</i>	Lecherillo	Maderable
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma duquei</i>	Motilón	Maderable
Lauraceae	<i>Nectandra subbullata</i>	Canelo	Maderable
Fabaceae	<i>Inga aff. oerstediana</i>	Maderable	Maderable
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	Sin determinar	Materiales, medicinal
Cannabaceae	<i>Lozanella enantiophylla</i>	Cundla	Avi-uso
Symplocaceae	<i>Symplocos sp. 1</i>	Porotillo	Maderable
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	Cedrillo	Maderable
Lauraceae	<i>Persea mutisii</i>	Aguacatillo rojo	Colorante
Moraceae	<i>Morus insignis</i>	Lecherillo	Maderable
Clusiaceae	<i>Clusia thurifera</i>	Guandera	Maderable
Verbenaceae	<i>Aegiphila sp. 1</i>	Sin determinar	Maderable
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Achotillo	Carbon
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>	Guarumo	Maderable
Urticaceae	<i>Cecropia maxima</i>	Guarumo	Materiales, maderable
Actinidaceae	<i>Saurauia herthae</i>	Moquillo	Alimento de vertebrados
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho arbóreo	Alimenticio, alimento de vertebrados
Melastomataceae	<i>Blakea rotundifolia</i>	Sin determinar	Maderable
Euphorbiaceae	<i>Sapium stylare</i>	Cuchin	Maderable
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i>	Sin determinar	Maderable
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i>	Sin determinar	Maderable
Clusiaceae	<i>Chrysochlamys colombiana</i>	Sin determinar	Vivienda
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Caimitillo	Leña
Melastomataceae	<i>Meriania maxima</i>		Maderable
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium euryphyllum</i>	Motilón	Alimento de vertebrados, materiales
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Sin determinar	Alimento de vertebrados, materiales

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.4.5 Conclusiones

- Se registró una diversidad alta, en los transectos establecidos, se evidenció bosque maduro alterado, áreas reforestadas y zonas de pastizales, al comparar la diversidad entre los bosques en las estribaciones de los Andes, el flanco oriental es más diverso, así, muchas especies pueden ser endémicas en relativamente pequeñas áreas (León & Yáñez, 2011).
- La densidad en los transectos fue de 110 individuos, además de que, las especies en los bosques fueron representados por uno (1) y dos (2) individuos en los muestreos, lo cual indica una gran fragilidad de estos bosques, Esto sugiere la heterogeneidad que tienen estos bosques analizándoles por dentro, por lo tanto, su preservación y estudio para mejor utilización de estos es importante.
- La especie más frecuente fue *Nectandra purpurea* de la Familia Lauraceae, al igual que su predominio como especie de mayor valor de importancia con el 20% del total de las especies. Este resultado demuestra la alta heterogeneidad del área en la que se realizó el estudio.
- En el Libro Rojo de Plantas endémicas del Ecuador (León-Yáñez, 2011) se reportaron dos (2): *Saurauria herthae* (Actinidaceae) cuya categoría es LC - Least Concern - Global/Libro Rojo Pl. Endémica Ecuador 2011 y *Blakea rotundifolia* (Melastomataceae) Con NT – Casi amenazada, y una especie en el Apéndice II de la lista de CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas).
- Debido a que la zona ha sido intervenida en los alrededores del bosque maduro intervenido, se presentan especies pioneras, colonizadoras de ambientes disturbados y especies cosmopolitas. Se registraron especies maderables, de buena altura y con un considerable DAP.

6.2.5 Fauna

6.2.5.1 Zoogeografía

Según Albuja (2012) el área de estudio pertenece al Piso Subtropical Occidental, o declives externos de la cordillera Occidental de los Andes, ubicados entre los 1.000 y 2000 msnm. Abarca una superficie de 15.579 km². Quienes han tratado de caracterizarlo concuerdan en lo relativo a los límites altitudinales y las condiciones climáticas. Comprende las estribaciones externas de la Cordillera Occidental; Según Cabrera y Willink (1980) las estribaciones occidentales pertenecen a la Provincia Pacífica. La temperatura media anual varía entre 16,1 y 21,8°C, la pluviosidad media anual se halla entre 410,4 y 2300 mm; y la humedad relativa media anual, entre el 74 y 93%.

Según la clasificación citada por Ridgely, *et al.*, (1998) el área se encuentra en las laderas occidentales de Los Andes, abarca la zona de vida Subtropical – comprende las vertientes bajas de Los Andes entre aproximadamente los 1000-1200 msnm y los 2300- 2500 msnm; originalmente cubiertos de bosque en su mayoría, especialmente hacia el norte, pero ahora modificados por actividades humanas, principalmente hacia el sur.

6.2.5.2 Mastofauna (Mamíferos)

La presente evaluación tiene como objetivo principal, realizar un muestreo de la mastofauna dentro de un remanente de vegetación cercana al área de actividad minera de la concesión Mocoral.

Tabla 6-60. Sitio de Muestreo

MUESTRA	Transecto	COORDENADAS		ALTURA msnm	LOCALIDAD	HÁBITAT
		x	y			
PMM1	Inicio transecto	772048	0028349	1859	Mina Mocoral	Remanente, vegetación de bosque nativo intervenido
	Fin transecto	771778	0028031	1897	Mina Mocoral	Remanente, vegetación de bosque nativo intervenido
	Redes de neblina					
	Trampas					
PMM2	Inicio transecto	771846	0029329	1440	Mina Mocoral	Remanente de vegetación secundaria, pastizal
	Fin transecto	772212	0028899	1440	Mina Mocoral	Remanente de vegetación secundaria, pastizal
	Redes de neblina					
	Trampas					

Fuente: Información de Campo, marzo 2019

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

6.2.5.2.1 Aspectos Metodológicos

La metodología aplicada para la evaluación de la mastofauna se basó en algunos criterios establecidos en las metodologías de Evaluación Ecológica Rápida (Sayre *et al.* 2002) y otros: Albuja (1983), Rodríguez-Tarrés (1987), Suárez y Mena (1994), adaptadas al tiempo y áreas de muestreo.

Se ejecutaron las siguientes fases de trabajo:

- Campo,
- Gabinete
- > **Fase de campo**
- > Se realizaron muestreos cuantitativos:

Muestreos Cuantitativos

Mamíferos pequeños voladores (Murciélagos) - Se instalaron cinco redes de neblina (12 x 2.5m), las que se ubicaron a lo largo de un transecto, en sitios considerados apropiados para el cruce de quirópteros (Kunz *et al*, 1996). Las redes permanecieron abiertas entre las 18h00 y las 22h00 (cuatro horas red/noche) durante dos noches en lo posible en cada sitio de muestreo establecido para el estudio.

Mamíferos pequeños no voladores (roedores y pequeños marsupiales) - Se ubicaron 30 trampas caja de captura "en vivo" (Tipo Sherman). Con 10 m de separación una de otra. También se colocaron 10 trampas tipo Tomahawk para captura viva de mamíferos medianos. Estas trampas estuvieron activadas 24 horas diarias durante tres días en cada sitio de muestreo cuantitativo. El cebo que se utilizó fue mantequilla de maní, avena, plátano, esencia de vainilla, aceite de bacalao.

Mamíferos Grandes y medianos - Transecto de Observación Directa - Se estableció un transecto de 500 a 1km aproximadamente de longitud en el área de estudio, para realizar recorridos de observación de mamíferos grandes. En este se registró todas las evidencias posibles de la presencia de alguna especie de mamífero grande. También este transecto sirvió para registrar mamíferos pequeños y medianos. Los recorridos de observación se realizaron durante los horarios de 06h00 a 09h00 por la mañana y en la noche entre 19h00 a 21h00, tres días en cada sitio de muestreo (PMM1, PMM2).

Muestreos Cualitativos

Los recorridos por el transecto se realizaron mediante observaciones directas, registros auditivos, identificación de huellas y otros rastros, obtenidos en los recorridos de observación por el área de estudio, tratando de incluir todos los ambientes. Además, se incluyó información obtenida por medio de entrevistas a pobladores del área y una revisión bibliográfica.

Las técnicas utilizadas se describen a continuación:

Identificación de Huellas y Otros Rastros –Esta técnica pretendió buscar e identificar huellas (pisadas) y otros rastros (madrigueras, comederos, saladeros, huesos, heces fecales, marcas de orina) que determinen la presencia de una especie de mamífero, así como la identificación de sonidos y vocalizaciones.

Entrevistas – De manera adicional a las técnicas descritas, se realizaron entrevistas informales a los habitantes del área de estudio. Esta actividad tuvo como finalidad, completar e identificar ciertas especies de mamíferos no registradas durante el trabajo de campo, así como conocer el uso e importancia de las especies de fauna conocidas por los pobladores. Se utilizaron libros especializados con láminas a color y/o fotografías (Emmons y Feer, 1999; Tirira, 2017) que facilitarán la identificación de las especies de mamíferos.

Esfuerzo de Muestreo de la Mastofauna

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

Tabla 6-61. Esfuerzo de Muestreo para la Mastofauna

METODOLOGÍA	HORAS / DÍA	HORAS / TOTAL
Capturas con redes	4 horas / noche - 5 redes: 20 horas / día	120 horas / 5 redes / 6 días
Captura mediante trampas vivas tipo (Sherman)	24 horas / día – 30 trampas	4320 horas / 30 trampas / 6 días
Captura mediante trampas vivas tipo (Tomahawk)	24 horas / día – 10 trampas	1440 horas / 10 trampas / 6 días
Recorridos de observación	4 horas / día	24 horas / 6 días

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Fase de Gabinete

Antes de iniciar los trabajos de campo, se revisaron mapas relacionados a la unidad de estudio ubicado en el área de influencia del proyecto. Una vez obtenidos los datos de campo y revisión de información, se procedió al análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos, referente a los diferentes grupos de mastofauna.

6.2.5.2 Análisis de Información

El procesamiento de la información, se realizó a través del análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de los mamíferos del área de estudio.

Estimación de la Abundancia Relativa - Éstas se categorizaron en cinco grupos, de acuerdo a la abundancia biogeográfica en la que puede ser encontrada una determinada especie en la localidad dada (Tirira, 2007). Las categorías utilizadas son:

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

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

No Común (NC): Especie encontrada con poca frecuencia, aunque en la mayoría de los casos será posible ver o registrar al menos un individuo.

Rara (R): Especie muy difícil de encontrar y ausente en muchas localidades, o con menos de cinco registros en todo el Ecuador.

Desconocida (D): Cuando no existe información que permita conocer o especular la abundancia relativa de una especie.

La sensibilidad - De las especies de mamíferos se determinó según el impacto que produce la transformación del hábitat en su presencia, de la siguiente manera:

La sensibilidad de especies y su uso como indicadores biológicos trata de determinar las especies que son consideradas vulnerables a perturbaciones en el ambiente. El grado de sensibilidad puede ser considerado según las especies que demuestran un buen nivel de conservación del hábitat y las que indican una degradación del ecosistema. La presencia de especies de sensibilidad alta en una determinada zona es un indicador de una buena salud del ecosistema y podrían ser empleadas a futuro como una herramienta de control sobre la calidad ambiental.

Para tomar en consideración a una especie como sensible o no, se utilizó como información principal los criterios presentados en, Tirira (2007, 2017). Y para la categorización se utiliza los parámetros descritos por Stotz et al. (1996), en la cual se utiliza tres niveles: alta, media y baja, esta categorización a pesar de estar diseñada para las aves, se considera que es perfectamente ajustable a los mamíferos.

Especies de sensibilidad alta. Son aquellas especies que se encuentran en bosques en buen estado de conservación y que no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades antropogénicas; por lo tanto, la mayoría de estas especies no pueden vivir en hábitats alterados, tienden a desaparecer de las zonas en donde habitan cuando se presentan perturbaciones o migran a otros sitios más estables, de ser el caso.

Especies de sensibilidad media. Son aquellas especies que a pesar de que pueden encontrarse en áreas de bosque bien conservados, también se las registran en zonas poco alteradas y bordes de bosque. Estas especies pueden presentar cierto nivel de sensibilidad a actividades antropogénicas y a cambios en su ecosistema, pero pueden soportar algún grado de afectación dentro de su hábitat (como por ejemplo una tala selectiva del bosque), lo que las mantiene en el hábitat con un cierto límite de tolerancia.

Especies de sensibilidad baja. Son aquellas especies colonizadoras que pueden soportar cambios y alteraciones en el ambiente y que se han adaptado a las actividades antropogénicas.

Para evaluar la 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.

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

Donde;

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

Σ = sumatoria
 p_i = proporción de la muestra (n_i/n)
 \ln = logaritmo natural

Estado de Conservación – El estado de conservación de las especies de mamíferos registrados se detalló de acuerdo a información de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN (2018), la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (2018), Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) y criterios del estado de conservación de los mamíferos del Ecuador (Albuja, 2002; 2007, 2017).

Listados de Especies Registradas de Mamíferos – En el Anexo 5. COMPONENTE BIÓTICO / 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, 2007, 2017) y la Lista de Mamíferos del Ecuador (Albuja, 2011; 2012).

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, 2011).

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).

6.2.5.2.3 Resultados

Riqueza General

El área de estudio reportó un total de 11 especies pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes. Este número corresponde al 2,6% del total de especies que habitan en el Ecuador ($n=431$ spp, Tirira, 2017) y el 9,8% en relación con el número de especies que habitan el Piso Zoogeográfico Subtropical Occidental ($n=112$ spp, Albuja, 2012).

Las 11 especies de mamíferos registrados corresponden a una (1) especie pertenece al orden Didelphimorphia, ocho (8) especies de Chirópteros, una (1) especie de Cingulado y una (1) especie de Rodentia.

El orden más representativo fue Chiroptera con el 72,7 % (8 especies) correspondientes a la familia Phyllostomidae. El resto de familias reportadas estuvieron representadas con menor número de especies.

Abundancia

En cuanto a la abundancia zoogeográfica; cuatro especies (44,4%), se evaluaron en la categoría Común de acuerdo a la abundancia en la que puede ser encontrada una determinada especie en una localidad dada (Tirira, 2017); y las otras categorías: Frecuente a No común (44,4%), No Común (18,2%) y Raro (9,1%) presentan menor número de especies.

Diversidad

El valor del Índice de Diversidad de Shannon para el área de estudio fue de 2,6 bits y fue interpretado como diversidad Media.

Resultados por Sitio de Muestreo

Sitio de Muestreo PMM1

Riqueza de Especies

El área de estudio reportó un total de nueve especies pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes. Este número corresponde al 2,1% del total de especies que habitan en el Ecuador (n= 431 spp, Tirira, 2017) y el 8, 04% en relación con el número de especies que habitan el Piso Zoogeográfico Subtropical Occidental (n= 112 spp, Albuja, 2012). Las especies registradas corresponden a registros directos en el área de estudio.

De las nueve especies de mamíferos registrados en el área de estudio, la familia más representativa fue: Phyllostomidae con seis especies, las cuales representan el 66,7% del total de las especies registradas en el área. El resto de familias reportadas estuvieron representadas con menor número de especies.

A nivel de orden, todos los grupos están representados por una familia y con referencia a número de especies el orden con mayor representatividad fue Chiroptera con seis especies de mamíferos registrados en el área de estudio. Ver Anexo 5. COMPONENTE BIÓTICO / Tablas Bióticas.

Tabla 6-62. Diversidad de Especies a Nivel de Orden

ORDENES	No. de ESPECIES	PORCENTAJE %
DEDELPHIMORPHIA	1	11,1
CHIROPTERA	6	66,67
CINGULATA	1	11,11
RODENTIA	1	11,11
TOTAL	9	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

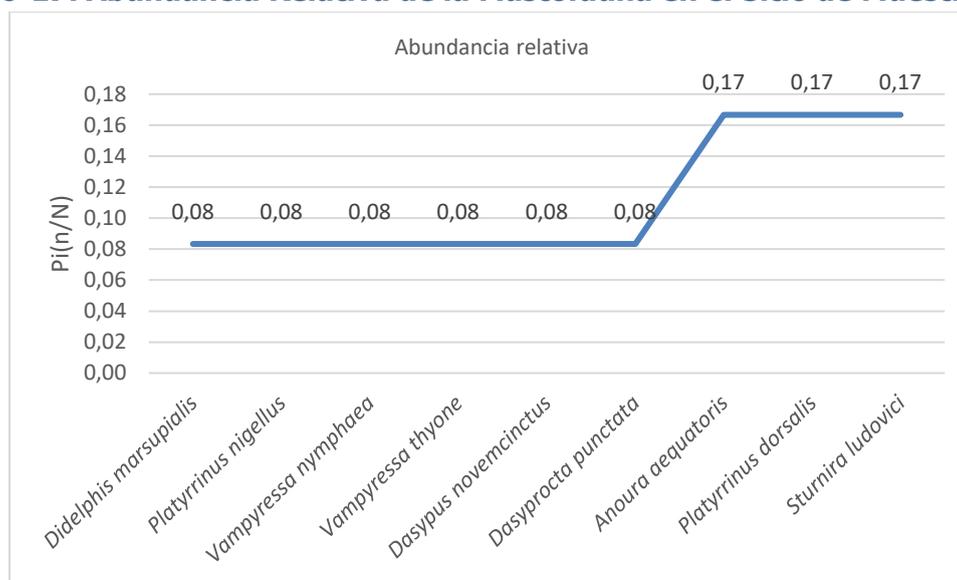
En cuanto a la abundancia zoogeográfica; cuatro especies (44,4%), se evaluaron en la categoría Común de acuerdo a la abundancia en la que puede ser encontrada una determinada especie en una localidad dada (Tirira, 2017); y las otras categorías: Frecuente a No común, No Común y Raro presentan menor número de especies.

Análisis Cuantitativo (Registros directos)

Abundancia Relativa

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies registradas de forma directa (n=9) del sitio de muestreo PMM1.

Gráfico 6-17. Abundancia Relativa de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PMM1



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

La abundancia relativa de las especies en el sitio de estudio, demuestra que existe una marcada dominancia de las especies *Anoura aequatoris*, *Sturnira ludovici*, *Platyrrinus dorsalis*, con ($P_i = 0,17$) cada una, y las otras especies con menor proporción de individuos (P_i).

Sitio de Muestreo PMM2

Riqueza de Especies

El área de estudio reportó un total de tres especies pertenecientes a dos familias y dos órdenes. Este número corresponde al 0,7% del total de especies que habitan en el Ecuador (n= 431 spp, Tirira, 2017) y el 2,7% en relación con el número de especies que habitan el Piso Zoogeográfico Subtropical Occidental (n= 112 spp, Albuja, 2012). Las especies registradas corresponden a registros directos en el área de estudio.

De las tres especies de mamíferos registrados en el área de estudio, la familia más representativa fue: Phyllostomidae con dos especies, las cuales representan el 66,7% del total de las especies registradas en el área. El resto de familias reportadas estuvieron representadas con menor número de especies.

A nivel de orden, todos los grupos están representados por una familia y con referencia a número de especies el orden con mayor representatividad fue Chiroptera con dos especies de mamíferos registrados en el área de estudio. Ver Anexo 5. COMPONENTE BIÓTICO / Tablas Bióticas.

Tabla 6-63. Diversidad de Especies a Nivel de Orden

ORDENES	No. de ESPECIES	PORCENTAJE %
DEDELPHIMORPHIA	1	33,3
CHIROPTERA	2	66,7
TOTAL	3	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

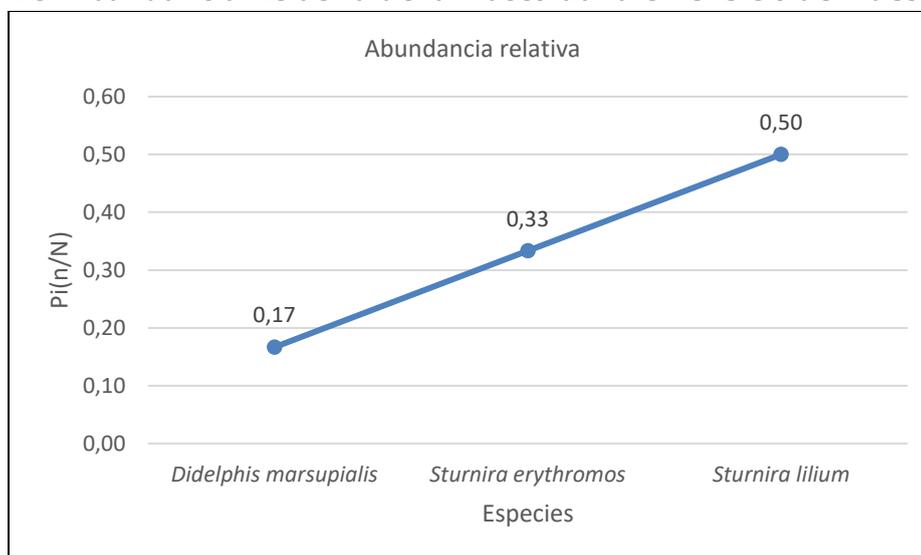
En cuanto a la abundancia zoogeográfica; una especie (*Didelphis marsupialis*) con el 33,3%, se evaluaron en la categoría Común de acuerdo a la abundancia en la que puede ser encontrada una determinada especie en una localidad dada (Tirira, 2017); y la otra categoría fue Frecuente a No común con dos especies (*Sturnira erythromos*, *Sturnira lilium*) con el 66,7%.

Análisis Cuantitativo (Registros directos)

Abundancia Relativa

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies registradas de forma directa (n=3) del sitio de muestreo PMM2.

Gráfico 6-18. Abundancia Relativa de la Mastofauna en el Sitio de Muestreo PMM2



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

La abundancia relativa de las especies en el sitio de estudio, demuestra que existe una marcada dominancia de la especie *Sturnira lilium*, con ($P_i = 0,50$), y las otras especies con menor proporción de individuos (P_i).

Índice de Diversidad

La Tabla siguiente indica el valor obtenido mediante la abundancia de especies y son poco sensibles al tamaño de la muestra y su cálculo fue en base a información de registros directos y capturas.

Tabla 6-64. Índice de Diversidad

Sitios de Muestreo	NÚMERO DE ESPECIES	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INDICE DE SHANNON	INTERPRETACION
PMM1	9	12	2,13	Diversidad Media
PMM2	3	6	1,01	Diversidad Baja

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

El valor del Índice de Diversidad de Shannon para los mamíferos en el área de muestreo PMM1 fue interpretado como diversidad Media y PMM2 como diversidad Baja, esto se debe a las condiciones paisajísticas presentes, en la primera presenta una vegetación de bosque nativo intervenido y en la otra (PMM2) que tiene una diversidad baja presenta una vegetación secundaria, pastizal y algunas especies dispersas cultivadas.

Índice de Chao 1

En base a los registros de campo, el índice de Chao 1 permitió estimar que el número de especies esperado para los sitios de muestreo PMM1 es de 12,8 especies y para PMM2 es de 3 especies. Durante el estudio se registró nueve especies es decir el 70,3%, del total de especies estimadas por el índice para la muestra PMM1 y para PMM2 el 100%, esto muestra que con el estimador de Chao 1, ya se registraron todas las especies para este último sitio de muestreo.

Tabla 6-65. Índice de Chao 1

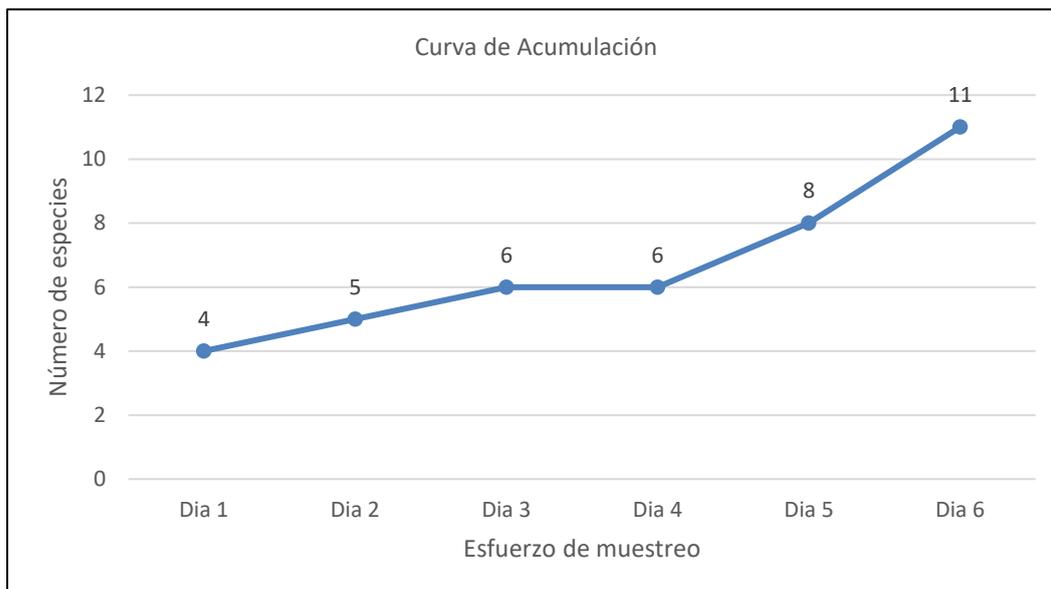
Índice de Chao 1			
	PMM1	PMM2	Riqueza Total
Número total de especies S	9	3	11
Chao 1	12,8	3	12,57

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Curva de Acumulación

Para la curva de acumulación se utilizó los registros en base a los días de muestreo en el área de estudio.

Gráfico 6-19. Curva de Acumulación de especies de Mastofauna

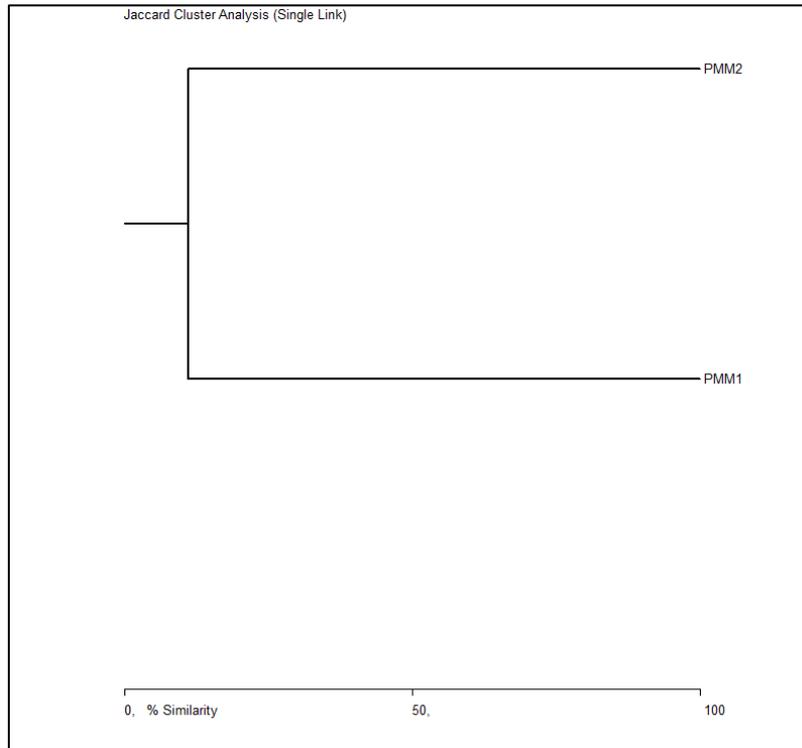


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Análisis de Similitud

Se aplicó el índice de similitud de Jaccard, a fin de establecer la similitud entre los dos puntos cuantitativos de muestreo. El índice mencionado fue calculado con el software especializado BioDiversity Pro. Los resultados indicaron un valor de 11,11 (%), porcentaje que representa una similitud menor al 50% entre los ensamblajes correspondientes al sitio PMM1 y el sitio PMM2 que comparten una especie.

Gráfico 6-20. Dendrograma de Cluster en base a Jaccard



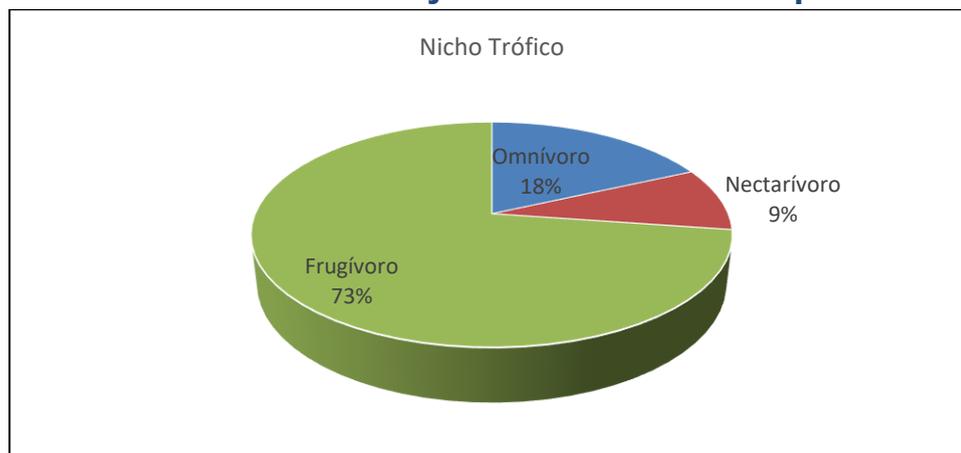
Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Aspectos Ecológicos

Nicho Trófico

El siguiente gráfico detalla las preferencias alimenticias de los mamíferos registrados en el área de estudio.

Gráfico 6-21. Porcentaje de Nicho Trófico de Especies



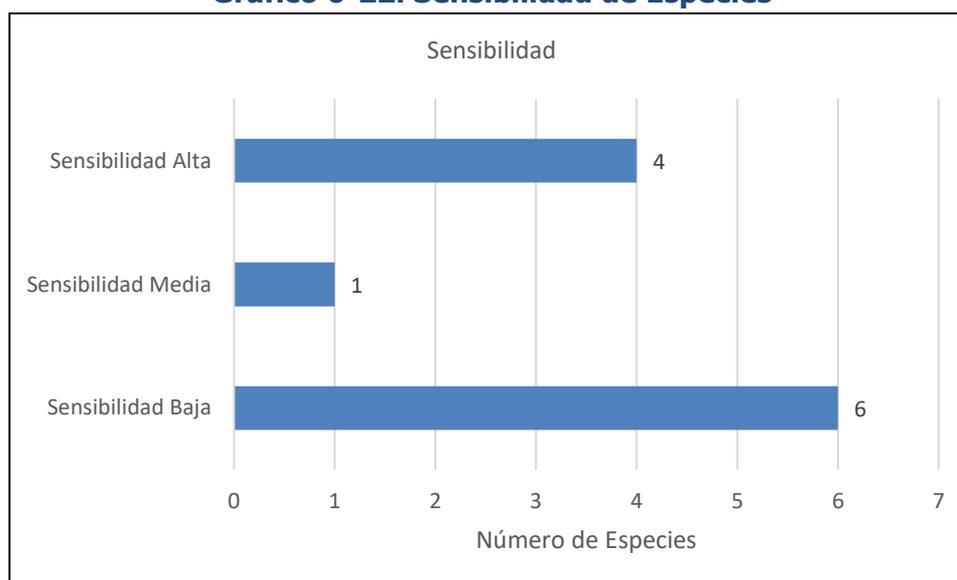
Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Se registró tres gremios alimenticios: frugívoro, nectarívoro y omnívoro. El nicho trófico dominante es el grupo de los frugívoros (*Platyrrinus dorsalis*, *Platyrrinus nigellus*, *Sturnira ludovici*, *Sturnira erythromos*, *Sturnira lilium*, *Vampyressa nymphaea*, *Vampyressa thyone*, *Dasyprocta punctata*) con el 73%, seguido de los omnívoros (*Didelphis marsupialis*, *Dasyprocta novemcinctus*) con (18%) y los nectarívoros (*Anoura aequatoris*) con el 9 %, del total de especies registradas en el área de estudio.

Especies Sensibles e Indicadoras

Los mamíferos considerados potenciales indicadores del buen estado de conservación de los bosques son principalmente las especies grandes, comunes y sensibles a las alteraciones del bosque. En el presente estudio se registró especies indicadoras en base a registros de campo e información receptada de las entrevistas informales a los habitantes locales. Estas especies se encuentran habitando principalmente los remanentes boscosos que se encuentran alejados de las actividades mineras. El Gráfico, presenta los resultados de sensibilidad de las especies registradas.

Gráfico 6-22. Sensibilidad de Especies



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

El gráfico anterior indica que, en el área de estudio, dominan ampliamente las especies de baja sensibilidad (*Didelphis marsupialis*, *Sturnira ludovici*, *Sturnira erythromos*, *Sturnira lilium*, *Dasyprocta novemcinctus*, *Dasyprocta punctata*) y son muy escasas las especies de alta sensibilidad (*Anoura aequatoris*, *Sturnira ludovici*, *Sturnira erythromos*) y media sensibilidad (*Vampyressa thyone*). La mayoría de especies corresponden a especies de hábitos generalistas, los cuales se han adaptado a ocupar los escasos remanentes de vegetación existente en la zona.

Estado Conservación y Endemismo

Según la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN 2018) se registró la mayoría de especies en la categoría de Preocupación menor (LC). De acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES 2018) se registró una especie en el apéndice III. Mientras que, para el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador, según (Tirira, 2011), se registró dos especies en la categoría de Vulnerable (VU) y una especie en Casi Amenazada (NT). La Tabla 6-66 indica el estado de conservación de los mamíferos registrados en el área de estudio. Estas especies son vulnerables a extinciones locales, debido a procesos de cambio que podrían darse a futuro en esta zona.

Tabla 6-66. Categorías de Conservación

Especie	Nombre común	UICN (2018)	CITES (2018)	Lista Roja Ecuador (Tirira, 2011)
<i>Platyrrinus dorsalis</i>	Murciélago de nariz ancha de Thomas	LC	--	VU
<i>Platyrrinus nigellus</i>	Murciélago peruano de nariz ancha	LC	--	NT
<i>Vampyressa nymphaea</i>	Murciélago de orejas amarillas rayadas	LC	--	VU
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	LC	III	--

Simbología de las categorías:
UICN, 2018 / Lista Roja de Ecuador, (Tirira, 2011): VU = Vulnerable; NT = Casi amenazada; LC = Preocupación menor; DD = Datos insuficientes
CITES, 2018: Apéndice I, Apéndice II, Apéndice III

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

El presente estudio no registró ninguna especie endémica. No se descarta que posiblemente con estudios puntuales y a largo plazo se puedan localizar otras especies endémicas en los remantes de vegetación del área estudiada.

Sociabilidad

Con respecto a la sociabilidad de los mamíferos registrados en el estudio actual, se identificó que ocho especies presentan costumbres gregarias representando el 72,7% de la diversidad total entre las que se encuentran: *Platyrrinus nigellus*, *Sturnira ludovici*, *Sturnira erythromos*, *Sturnira lillium*, *Vampyressa nymphaea*, *Vampyressa thylene*, *Dasyprocta novemcinctus*, *Dasyprocta punctata*.

La categoría solitaria, fue reportada con tres especies y representa el 27,3% de la diversidad total registrada, entre las que se encuentran: *Didelphis marsupialis*, *Dasyprocta novemcinctus* y *Dasyprocta punctata*.

Patrón de actividades

Según el patrón de actividad de mamíferos registrados, una especie representa el 9,1% del total de los registros posee hábitos diurnos, dentro de estas especies tenemos a: *Dasyprocta punctata*.

Las especies con el hábito nocturno fueron las más numerosas con nueve registros representando el 81,8% del total de especies de mamíferos registrados; entre las especies con estos hábitos tenemos a: *Didelphis marsupialis*, *Anoura aequatoris*, *Platyrrhinus dorsalis*, *Platyrrhinus nigellus*, *Sturnira ludovici*, *Sturnira erythromos*, *Sturnira lilium*, *Vampyressa nymphaea* y *Vampyressa thyone*.

Una especie posee hábitos nocturnos – diurno representando el 9,1% del total de registros de mamíferos, dentro de estas especies tenemos a: *Dasyprocta punctata*.

Uso del hábitat

Las especies registradas pertenecen a los estratos terrestres y aéreos. Las especies de estrato aéreo representan el 72,7% de los registros, las ocho especies registradas en este estrato pertenecen en su totalidad al orden Chiroptera (Murciélagos).

Las especies del estrato terrestre representan el 27,3% de los registros con tres especies entre las que se encuentran: *Didelphis marsupialis*, *Dasyprocta punctata* y *Dasyprocta punctata*.

Usos de la mastofauna

Según información local, hay poca importancia por la mastofauna nativa debido a que es escasa la presencia de animales de uso alimenticio (casería de subsistencia).

6.2.5.2.4 Conclusiones

- Se reportó un total de nueve especies pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes. Este número corresponde al 2,1% del total de especies que habitan en el Ecuador y el 8,04 % en relación con el número de especies que habitan el Piso Zoogeográfico Subtropical Occidental.
- El mayor número de especies registradas, se catalogaron en la categoría de Común (C) de acuerdo a la abundancia relativa, lo cual indica que en toda el área de estudio prevalecen las especies generalistas, estos resultados también fueron registrados en el anterior monitoreo.
- El índice de diversidad (Shannon), aplicados en la presente unidad determinó un valor de 2, 1 bits, interpretándose como diversidad media.
- Se registró tres gremios alimenticios: frugívoro, omnívoro y nectarívoro. El gremio con mayor porcentaje fue el grupo de los frugívoros (67%), seguido de los omnívoros con 22%, del total de especies registradas en el área de estudio.
- No se reportaron especies endémicas locales o regionales en el presente estudio.

6.2.5.3 Avifauna (Aves)

La presente evaluación tiene como objetivo principal, realizar un monitoreo de la avifauna dentro de un remanente de vegetación cercana al área de actividad minera de la concesión Mocoral.

6.2.5.3.1 Sitio de Muestreo

El área de estudio se encuentra localizado en el área de influencia de la Concesión Minera Mocoral ubicada en la Provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, parroquia Selva Alegre, en el sector denominado Selva Alegre.

De acuerdo a clasificación dada por Albuja *et al.*, 2012, la zona de estudio corresponde al Piso Subtropical Occidental, que se encuentra ubicado en las laderas de la cordillera occidental, entre los 1000 y 2000 msnm. Se ubica en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical de acuerdo a (Cañadas, 1983); con respecto a la formación vegetal, la zona de influencia corresponde al Bosque siempre verde de tierras bajas (Sierra *et al.* 1999). En la Tabla 6-67, se indica el sitio de monitoreo de la avifauna.

Tabla 6-67. Sitio de Muestreo de la Avifauna

MUESTRA	Transecto	COORDENADAS		ALTURA msnm	LOCALIDAD	HÁBITAT
		x	y			
PMA1	Inicio transecto	772048	0028349	1859	Mina Mocoral	Remanente, vegetación de bosque maduro intervenido
	Fin transecto	771778	0028031	1897	Mina Mocoral	Remanente, vegetación de bosque maduro intervenido
	Redes de neblina					
	Trampas					
PMA2	Inicio transecto	771846	0029329	1440	Mina Mocoral	Pastizal y matorral
	Fin transecto	772212	0028899		Mina Mocoral	Pastizal y matorral
	Redes de neblina					
	Trampas					

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.5.3.2 Aspectos Metodológicos

Los procedimientos utilizados en el trabajo de campo se basaron en los criterios de las metodologías establecidas de Evaluación Ecológica Rápida (Sayre, *et al* 2002), la misma que permite obtener la información mediante observaciones directas, capturas con redes de neblina, registros auditivos de las vocalizaciones de las aves y entrevistas a los habitantes del área.

Dentro del área de influencia del proyecto, se ubicaron dos sitios de muestreo; el primero se ubica en la parte alta de la Concesión, donde todavía se mantiene una cobertura vegetal de

bosque maduro intervenido y el segundo hacia la parte baja de la concesión caracterizado por un área intervenida donde predomina pastizal, vegetación arbustiva y sistemas agrícolas, se estableció un transecto o sendero de 500 a 1 km aproximadamente en cada sitio de muestreo, esto debido a que la topografía y la cobertura vegetal lo permite, utilizando senderos existentes, con el fin de no abrir más senderos y no alterar el área. El período de trabajo inició a las 06h00 hasta las 10:00 de la mañana, en la tarde inició el registro entre las 16:00 y 18:00 horas, en razón de que existe mayor actividad de aves.

Método Cuantitativo

Registros Mediante Captura

Los registros mediante captura en el sitio de muestreo se realizaron en base a la instalación de cinco redes de neblina de 12 m de longitud por 2,50 m de ancho y con un tamaño de ojo de 18 mm, ubicados en sitios estratégicos una a continuación de la otra formando una hilera, cuando la topografía lo permitió, tratando de ocupar el mayor número de hábitats, cubriendo aproximadamente una longitud de 100 m.

Las redes permanecieron abiertas desde las 06:00 hasta las 10:00 y de 16:00 hasta las 18:00 horas siendo visitadas cada media hora durante un periodo de tres días en cada sitio de muestreo. Las especies capturadas fueron identificadas en el campo, fotografiadas e inmediatamente liberadas en el mismo sitio de captura, se marcaron los individuos capturados cortando la punta de una de las plumas timoneras, con la finalidad de no contabilizar al mismo individuo en las recapturas.

Para la identificación de las aves se utilizó libros especializados de aves (Ridgely y Greenfield, 2006; Krabbe y Nilsson, 2003).

Registros Mediante Observaciones

El registro de aves se realizó mediante recorridos de observación por la trocha existente en el área de muestreo en la parte más alta de la concesión. La técnica consiste en registrar las aves encontradas, mientras se está caminando a lo largo del transecto ya establecido y también desviándose hacia las aves en dirección a los cantos o pequeños movimientos que se escuchan.

Se iniciaron a las 06h00 y finalizaron a las 18h00 durante tres días en cada sitio de muestreo. Para observar a las aves se usaron binoculares (10 x 40). Adicionalmente se realizaron observaciones generales relacionadas con el estado del bosque, alteraciones naturales y antropogénicas.

Método Cualitativo

Registros Mediante Vocalizaciones

El registro de los cantos (vocalizaciones) de las aves, se realizaron en base a recorridos, utilizando el mismo transecto que fue empleado para los registros visuales, utilizando una grabadora Olympus VN-701PC. Las grabaciones se realizaron en la mañana a partir de las 05:45 con una

duración de una hora durante tres días. Adicionalmente se realizaron grabaciones esporádicas durante el transcurso del día.

Registros Mediante Entrevistas

Se efectuaron entrevistas informales con el propósito de conocer la presencia de las aves de la zona y que no fueron registrados con los otros métodos. Como ayuda para la identificación de las aves se usó varios textos especializados (Ridgely y Greenfield, 2006). Además, se averiguó sobre la importancia económica de las aves (alimento y como fuente de ingresos económicos), mascotas y el uso de sus partes para elaboración de artesanías.

6.2.5.3.3 Análisis de Información

Abundancia

La información fue analizada desde el punto de vista de la riqueza y la abundancia. Para determinar la abundancia relativa se asignaron categorías de abundancia según Ridgely, Greenfield & Guerrero (1998):

C: Común – especie que se encuentra en esa región y zona altitudinal en gran número y puede ser registrada con frecuencia por observadores razonablemente experimentados, por lo menos en base a su canto.

U: Poco Común – especie que tiene lugar en esa región y zona altitudinal en poco número, pero que puede ser registrada con cierta regularidad por observadores razonablemente experimentados, por lo menos en base a su canto.

R: Rara - especie que se halla en esa región y zona altitudinal (y a menudo también es muy local), y por lo tanto sólo se registrará con poca frecuencia, incluso por parte de observadores experimentados.

Para el análisis de la diversidad se calculó el índice de diversidad de Shannon.

El gremio alimenticio (dieta) de las aves fue establecido mediante categorías de acuerdo a las observaciones de campo e información bibliográfica (Ridgely y Greenfield, 2006). Para esto se establecieron los siguientes gremios: Fr-S = frutos y/o semillas, In = insectívoro; N = néctar e insectos; Cr = carnívoros; Ñ = carroñero.

La sensibilidad de las especies se basó en Stoltz, *et al.* (1996). De acuerdo a este autor, algunas especies de aves son considerablemente más vulnerables a las perturbaciones humanas que otras, para lo cual asignó variables cualitativas que se explican a continuación:

Especies Altamente Sensibles (H) - Son aquellas que se encuentran en bosques en buen estado de conservación, que no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades antropogénicas, la mayoría de estas especies no pueden vivir en hábitats alterados, tienden a desaparecer de sus hábitats migrando a otros sitios más estables.

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

Especies de Baja Sensibilidad (L) - son aquellas especies colonizadoras que si pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente y que se han adaptado a las actividades antropogénicas.

Endemismo, se define como endémica a la especie cuya distribución se halla restringida a un espacio geográfico definido. Puede haber endemismo regional, nacional, birregional, etc. (Granizo, *et al.*, 2002). En este estudio serán consideradas aquellas especies que tiene un rango restringido y compartido con los países vecinos de Colombia y Perú (Ridgely, *et al.*, 1998).

Categorías de Conservación - se determinó de acuerdo a las categorías de amenaza a nivel nacional según el Libro Rojo del Ecuador (Granizo, *et al.* 2002), el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN (2018) y la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (2018).

La nomenclatura taxonómica se basó en la publicación de Ridgely, *et al.* (2006) y South American Classification Committee (SACC, 2018).

Esfuerzo de Muestreo de la Avifauna

La siguiente tabla indica el esfuerzo de muestreo de la avifauna durante el monitoreo.

Tabla 6-68. Esfuerzo de Muestreo de Avifauna

METODOLOGÍA	HORAS/DÍA	HORAS/TOTAL
Captura con redes de neblina en los dos sitios de muestreo (PMA1 y PMA2)	6 horas	6 días – 36 horas
Recorridos de observación en los dos sitios de muestreo (PMA1 y PMA2)	6 horas	6 días – 36 horas
Registros auditivos en los dos sitios de muestreo (PMA1 y PMA2)	1 hora	3 días – 6 horas

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

6.2.5.3.4 Resultados

Riqueza de especies

Se registró un total de 32 especies de aves distribuidas en 21 familias y ocho órdenes. Esta diversidad representa aproximadamente al 5,86 % de la avifauna registrada para el Piso Subtropical Occidental del Ecuador (n= 546 sp, Montalvo y Cáceres, 2012), y al 2 % en relación al total de aves registradas para el Ecuador Continental (n= 1600 sp, Montalvo y Cáceres 2012).

En el Anexo 5. COMPONENTE BIÓTICO / Tablas Bióticas, se presenta el listado total de las especies de aves registradas en el presente monitoreo, con los nombres científicos, nombre en español y aspectos ecológicos

El orden más representativo del área constituye los Passeriformes (aves de pequeño tamaño) con el 68,75% del total de especies de aves registradas en el área de estudio. En este orden se encuentran 22 especies de aves, pertenecientes a 12 familias.

Las familias más representativas son: Furnariidae con cuatro especies y Thraupidae con tres especies, los miembros de estas familias son especies adaptadas a los espacios abiertos, buscan alimento en árboles (frutos e insectos) lo cual refleja un área altamente disturbada y relacionada a sistemas agrícolas con pocos remanentes de bosque natural.

Tabla 6-69. Órdenes, Familias, Especies y Porcentaje de Aves

Órdenes	Familias	No. Especies	(%)
ACCIPITRIFORMES	1	1	3,125
APODIFORMES	1	1	3,125
COLUMBIFORMES	1	2	6,25
CUCULIFORMES	1	1	3,125
FALCONIFORMES	1	1	3,125
GALLIFORMES	1	1	3,125
PASSERIFORMES	12	22	68,75
PICIFORMES	3	3	9,375
Total	21	32	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Las especies catalogadas como Comunes representan al 34,38 % (11 especies) del total de aves registradas en el área de estudio, como golondrina azul y blanca (*Pygochelidon cyanoleuca*) la Paloma (*Patagioenas fasciata*); el Colaespina de Azara (*Synallaxis azarae*); la Candelita Goliplomisa (*Myioborus miniatus*); el Solitario andino (*Myadestes ralloides*); Soterrey Criollo Sureño (*Troglodytes aedon*); Sotorrey Montes Pechigris (*Henicorhina leucophys*). Estas especies se registraron en ambientes de bordes de bosque, vegetación arbustiva, claros y pastizales.

Las especies de aves categorizadas como poco comunes, representan aproximadamente al 59,38 %, con 19 especies, entre las más características se señalan a: Gorrión (*Zonotrichia chapensis*); la Paloma Plumisa (*Patagioenas plumbea*); el Mirlo Grande (*Turdus fuscater*); la Tangara Azuleja (*Thraupis episcopus*); el Cuco Ardilla (*Piaya cayana*); y el Carpintero olivadorado (*Colaptes rubiginosus*). Estas especies en su mayoría, se han registrado en bordes de bosque y bosque secundario en la parte alta de la concesión.

Con respecto a la abundancia de las especies Raras, se registró un 6,25% (2 especies) del total de los registros en el área de estudio, entre otras se pueden mencionar a: Trepamusgos gorrilistado (*Thripadectes variegaticeps*) y Mosquerito Olivirrayado (*Mionectes olivaceus*).

Tabla 6-70. Abundancia de Aves

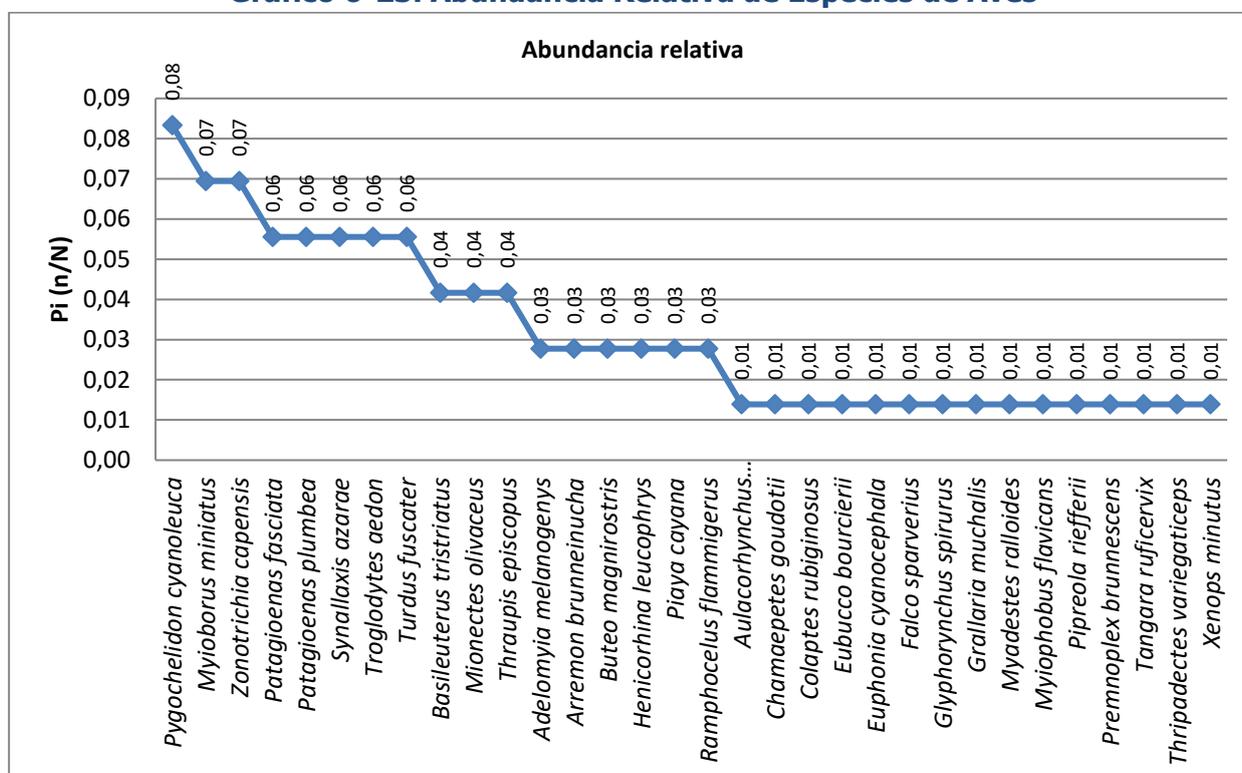
Categoría	Especies	Porcentaje (%)
Raras (R)	2	6,25
Poco Comunes (U)	19	59,38
Comunes (C)	11	34,38
Total	32	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Abundancia Relativa

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies de aves registradas de forma directa (n=32) del sitio de muestreo.

Gráfico 6-23. Abundancia Relativa de Especies de Aves



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

La abundancia relativa de las especies en el sitio de estudio, demuestra que existe una marcada dominancia de las especies *Pygochelidon cyanoleuca* con $P_i = 0,08$; *Myioborus miniatus* y *Zonotrichia capensis* con $P_i = 0,07$ cada una, seguida de *Patagioenas fasciata*, *Patagioenas plúmbea*, *Synallaxis azarae*, *Troglodytes aedon* y *Turdus fuscater* con $P_i = 0,06$ cada una respectivamente y las otras especies con menor proporción de individuos.

Resultados Individuales para Cada Punto de Muestreo de Aves

Sitio de Muestreo PMA1

Riqueza de especies

Se registró un total de 28 especies de aves distribuidas en 18 familias y ocho órdenes. Esta diversidad representa aproximadamente al 5,1 % de la avifauna registrada para el Piso Subtropical Occidental del Ecuador (n= 546 sp, Montalvo y Cáceres, 2012), y al 1,75 % en relación al total de aves registradas para el Ecuador Continental (n= 1600 sp, Montalvo y Cáceres 2012).

El orden más representativo del área constituye los Passeriformes (aves de pequeño tamaño) con el 67,9 % del total de especies de aves registradas en PAM1. En este orden se encuentran 19 especies de aves, pertenecientes a 11 familias.

Las familias más representativas son: Furnariidae con cuatro especies y las otras familias con menor número de especies.

Tabla 6-71. Órdenes, Familias, Especies y Porcentaje de Aves

Órdenes	Familias	No. Especies	(%)
Accipitriformes	1	1	3,6
Galliformes	1	1	3,6
Piciformes	2	2	7,1
Falconiformes	1	1	3,6
Columbiformes	2	2	7,1
Cuculiformes	1	1	3,6
Apodiformes	1	1	3,6
Passeriformes	10	19	67,9
Total	18	28	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Las especies catalogadas como Comunes representan al 28,6 % (8 especies) del total de aves registradas en el área de estudio, como la Paloma (*Patagioenas fasciata*); el colibrí jaspeado (*Adelomyia melanogenys*); el Colaespina de Azara (*Synallaxis azarae*); el Solitario andino (*Myadestes ralloides*); Soterrey Criollo Sureño (*Troglodytes aedon*); Soterrey Montes Pechigris (*Henicorhina leucophys*) y la Candelita Goliplomisa (*Myioborus miniatus*). Estas especies se registraron en ambientes de bordes de bosque y vegetación arbustiva.

Las especies de aves categorizadas como poco comunes, representan aproximadamente al 64,3 %, con 18 especies, entre las más características se señalan a: la Pava Ala de Hoz (*Chamaepetes goudotii*); la Paloma Plomisa (*Patagioenas plumbea*); el Mirlo Grande (*Turdus fuscater*); la Tangara Azuleja (*Thraupis episcopus*); el Cuco Ardilla (*Piaya cayana*); y el Tucanete Lomirrojo (*Aulacorhynchus haematopygus*). Estas especies en su mayoría, se han registrado en bordes de bosque y bosque secundario en la parte alta de la concesión.

Con respecto a la abundancia de las especies Raras, se registró un 7,1% (2 especies) del total de los registros en el área de estudio, entre otras se pueden mencionar a: Trepamusgos gorriestado (*Thripadectes variegaticeps*) y Mosquerito Olivirrayado (*Mionectes olivaceus*).

Tabla 6-72. Abundancia de Aves

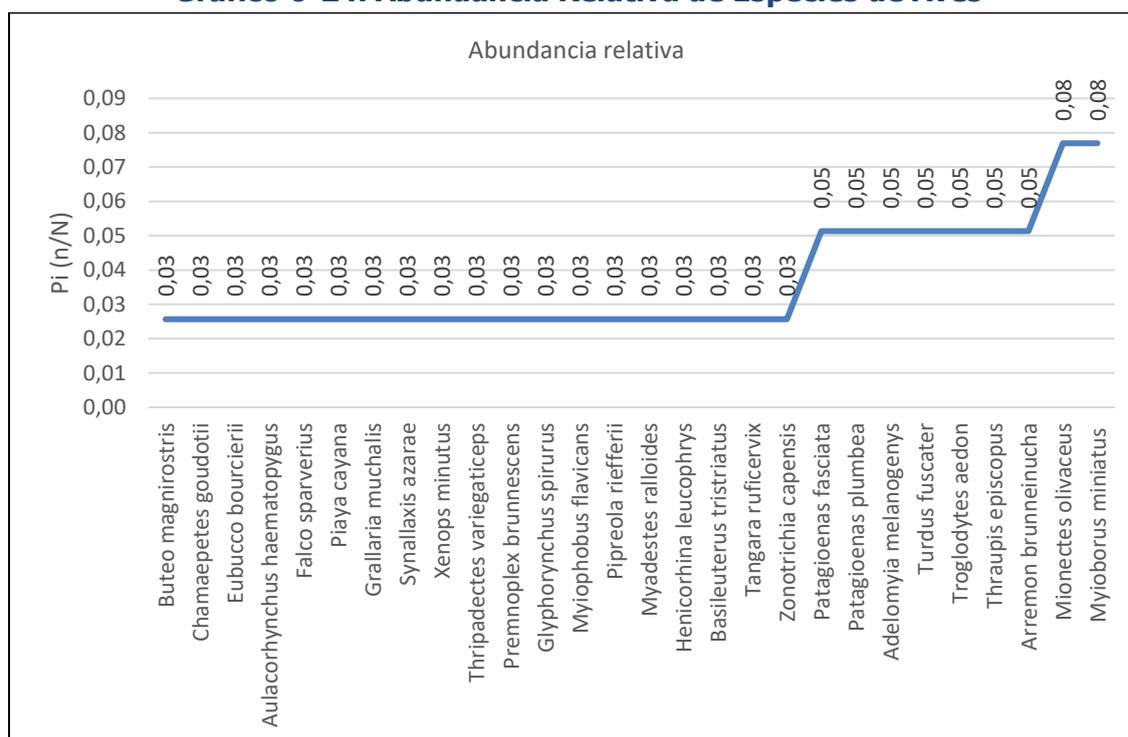
Categoría	Especies	Porcentaje (%)
Raras (R)	2	7,1
Poco Comunes (U)	18	64,3
Comunes (C)	8	28,6
Total	28	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Abundancia Relativa

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies de aves registradas de forma directa (n=28) del sitio de muestreo PMA1.

Gráfico 6-24. Abundancia Relativa de Especies de Aves



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

La abundancia relativa de las especies en el sitio de estudio, demuestra que existe una marcada dominancia de las especies *Myioborus miniatus*, *Mionectes olivaceus* con ($P_i = 0,08$) cada una, seguida de *Arremon brunneinucha*, *Thraupis episcopus*, *Troglodytes aedon*, *Turdus fuscater*,

Adelomyia melanogenys, *Patagioenas plúmbea* y *Patagioenas fasciata* con ($P_i = 0,05$) cada una respectivamente y las otras especies con menor proporción de individuos (P_i).

Sitio de Muestreo PMA2

Riqueza de especies

Se registró un total de 16 especies de aves distribuidas en 11 familias y cinco órdenes. Esta diversidad representa aproximadamente al 2,93 % de la avifauna registrada para el Piso Subtropical Occidental del Ecuador ($n = 546$ sp, Montalvo y Cáceres, 2012), y al 1 % en relación al total de aves registradas para el Ecuador Continental ($n = 1600$ sp, Montalvo y Cáceres 2012).

El orden más representativo del área constituye los Passeriformes (aves de pequeño tamaño) con el 68,75% del total de especies de aves registradas en PMA2. En este orden se encuentran 11 especies de aves, pertenecientes a 7 familias.

La familia más representativa fue: Thraupidae con tres especies mientras que el resto de familias presentaron menor número de especies.

Tabla 6-73. Órdenes, Familias, Especies y Porcentaje de Aves

Ordenes	Familias	No. Especies	(%)
Accipitriformes	1	1	6,25
Columbiformes	1	2	12,5
Cuculiformes	1	1	6,25
Passeriformes	7	11	68,75
Piciformes	1	1	6,25
Total	11	16	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Las especies catalogadas como Comunes representan al 43,75 % con siete especies del total de aves registradas en el área de estudio, como la Paloma Collareja (*Patagioenas fasciata*), Colaespina Azara (*Synallaxis azarae*); la Golondrina Azul y Blanca (*Pygochelidon cyanoleuca*); el Soterrey Montes Pechigris (*Henicorhina leucophrys*); Soterrey Criollo Sureño (*Troglodytes aedon*); la Candelita Goliplomiza (*Myioborus miniatus*) y la Tangara Lomiamarilla (*Ramphocelus flammigerus*). Estas especies son características de vegetación arbustiva y áreas abiertas.

Las especies de aves categorizadas como Poco Comunes, representan aproximadamente al 56,25 %, con nueve especies, entre las más características se señalan a: el Gavilán Caminero (*Buteo magirostris*); la Paloma Plomiza (*Patagioenas plubea*); el Cuco Ardilla (*Piaya cayana*); el Carpiontero Olividorado (*Colaptes rubiginosus*); el Mirlo Grande (*Turdus fuscater*); la Reinita Cabecilistada (*Basileuterus tristriatus*); la Tangara Azuleja (*Thraupis episcopus*); la Eufonia Lomidorada (*Euphonia cyanocephala*) y el Chingolo (*Zonotrichia capensis*). Las especies poco comunes se registraron en bordes de bosque secundario y zonas semi despeadas.

Tabla 6-74. Abundancia de Aves

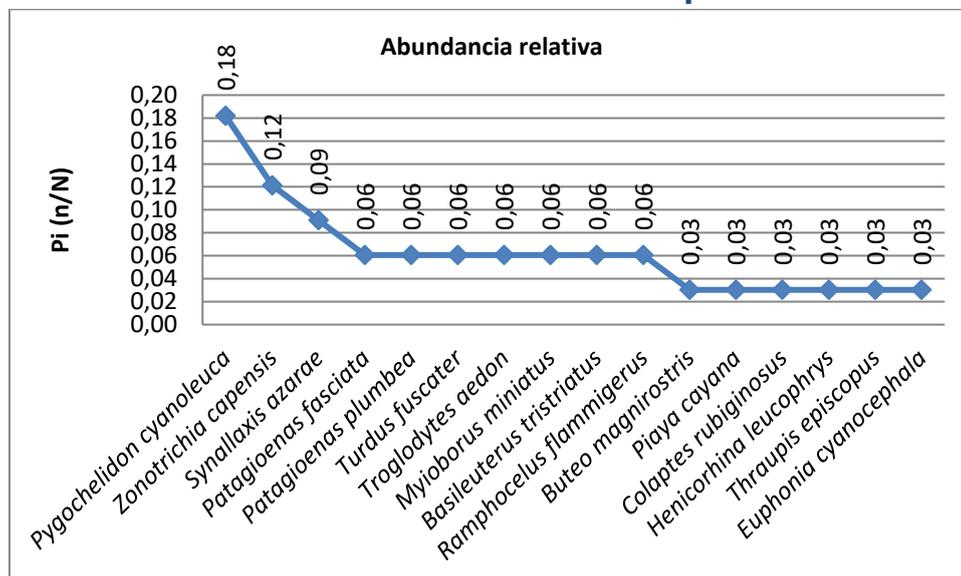
Categoría	Especies	Porcentaje (%)
Poco Comunes (U)	7	43,75
Comunes (C)	9	56,25
Total	16	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Abundancia Relativa

El siguiente gráfico presenta la abundancia relativa de las especies de aves registradas de forma directa (n=16) del sitio de muestreo PMA2.

Gráfico 6-25. Abundancia Relativa de Especies de Aves



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

La abundancia relativa de las especies en el sitio de estudio, demuestra que existe una marcada dominancia de las especies *Pygochelidon cyanoleuca* con un $P_i = 0,18$, *Zonotrichia capensis* con $P_i = 0,12$, seguida de *Synallaxis azarae* $P_i = 0,09$ mientras que el resto de especies presentaron menor proporción de individuos (P_i).

Índice de diversidad

En la siguiente tabla, se presenta el índice de Diversidad de Shannon Wiener en la presente evaluación. Este índice pone énfasis en la abundancia de especies y son poco sensibles al tamaño de la muestra y su cálculo fue en base a información de registros mediante captura, observaciones y vocalizaciones.

Tabla 6-75. Índice de Diversidad – Aves

SITIO DE MUESTREO	NÚMERO DE ESPECIES	NÚMERO DE INDIVIDUOS	INDICE DE SHANNON	INTERPRETACION
PMA1	28	39	3,2	Diversidad Media
PMA2	16	33	2,6	Diversidad Media
En el área de estudio	32	72	3,5	Diversidad Alta

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

El valor del Índice de Diversidad de Shannon para la avifauna para el presente estudio en el área de muestreo fue interpretado como diversidad Alta y Media para los dos sitios de muestreo en el área de estudio; esto se debe a que en el área hay pocos remanentes de bosque y áreas de vegetación intervenidos, sin embargo, los sistemas agrícolas brindan a las especies una fuente de alimento que complementa a lo que pueden obtener del bosque.

La superficie de la concesión es pequeña por lo que el área muestreada también es reducida; considerando la existencia de un pequeño remanente boscoso, la reducida superficie del área, el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, es lógico entender que la diversidad refleje índices medios para las zonas muestreadas.

Índice de Chao 1

En base a los registros de campo, el índice de Chao 1 permitió estimar que el número de especies para el área total de estudio fue de 47 de especies esperadas de estas se han reportado el 68,1% de acuerdo a los muestreos realizados en el área de estudio. Para los sitios de muestreo PMA1 es de 49 especies y para PMA2 es de 18 especies esperadas. Durante el estudio se registró 28 especies para PMA1, es decir, el 57,14%, del total de especies estimadas por el índice Chao 1 y para PMA2 se registraron 16 especies que representan el 88,9% de las especies estimadas, esto muestra que de acuerdo al estimador Chao 1, ya se registraron más del 50% de especies de aves para los sitios de muestreo siendo más representativo en la muestra PMA2.

Tabla 6-76. Índice de Chao 1

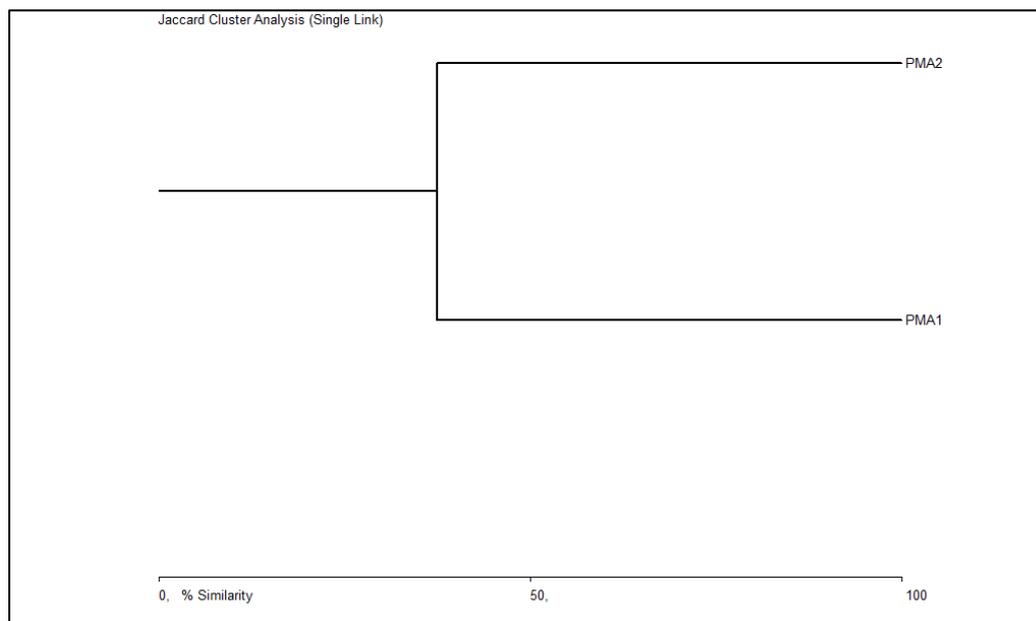
Índice de Chao 1			
	PMA1	PMA2	En el área de estudio
Número total de especies S	28	16	32
Chao 1	49,38	17,88	46,79

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Análisis de Similitud

Se aplicó el índice de similitud de Jaccard, a fin de establecer la similitud entre los dos puntos cuantitativos de muestreo. El índice mencionado fue calculado con el software especializado BioDiversity Pro. Los resultados indicaron un valor de 37,5 (%) porcentaje que representa una similitud menor al 50% entre los ensamblajes correspondientes al sitio PMA1 y el sitio PMA2 que comparten 12 especies.

Gráfico 6-26. Dendrograma de Cluster en base a Jaccard



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
 Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Aspectos Ecológicos

Dieta

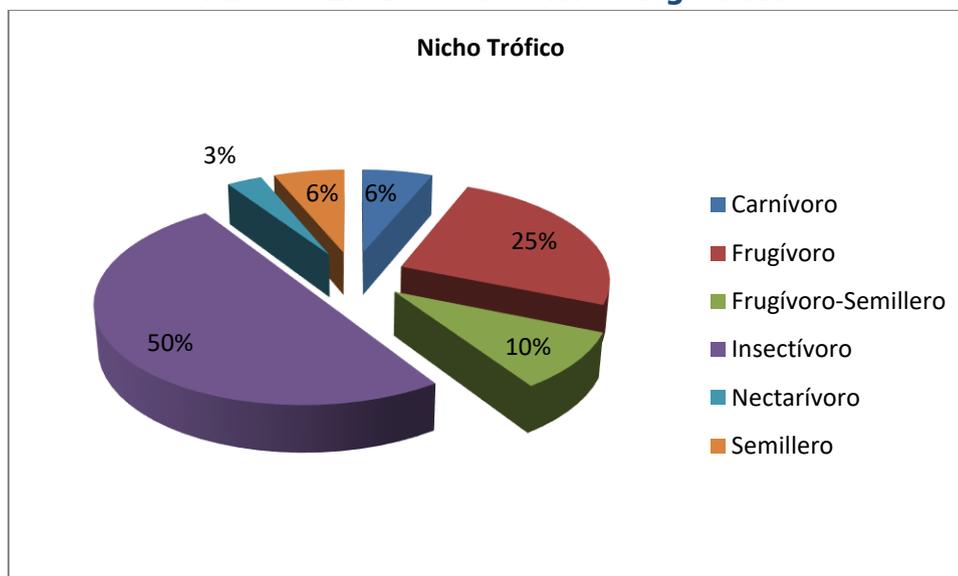
Según los datos de campo, las preferencias alimenticias de las aves registradas en el área de estudio, fueron las siguientes: frugívoros y/o semilleros (Fr-S); insectívoros (In); aves que combinan su dieta con néctar y artrópodos (N); y carnívoras (Cr).

Las especies que tienen como preferencia alimenticia únicamente frutos fueron de un 25% del total registrado, las especies que consumen únicamente semillas alcanzaron el 6% y las especies que consumen frutos y semillas fue de un 10% del total de aves registradas. En estas categorías se encuentran 13 especies pertenecientes a las familias: Cotingidae (Fruteros); Thraupidae (Tangaras); Columbidae (Palomas); Emberizidae (Semilleros). Esto indica que el área de estudio mantiene una favorable provisión de alimento para la avifauna que habitan en el sitio especialmente debido a la presencia de cultivos y el pequeño parche de vegetación secundaria hacia la parte alta de la concesión.

Las especies de aves que tiene preferencia alimenticia los insectos, representan el 50% del total de avifauna registrada en el presente estudio; en este grupo se encuentran 16 especies de las familias: Furnariidae (Furnáridos); Tyrannidae (Mosquiteros); Cuculidae (Garrapateros y cucos); Picidae (carpinteros) Troglodytidae (Sotorrey); y Parulidae. La supremacía de estas especies indica la disponibilidad de invertebrados que alberga el remanente de bosque. Al ver que los invertebrados no resisten fuertes alteraciones en la estructura del bosque, se puede advertir que la cantidad de especies de aves vulnerables es alta, en el caso de perturbaciones del hábitat en la zona.

Otro grupo menos representativo corresponde a aquellas especies carnívoras alcanzando un 6% del total de las especies registradas y una menor incidencia de especies nectarívoras con un 3% de especies con esta preferencia.

Gráfico 6-27. Dieta de la Aves Registradas



Fuente: Información de Campo, mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

La siguiente tabla indica las especies de aves agrupadas en cada gremio alimenticio.

Tabla 6-77. Dieta Alimenticia de Cada Especie de Ave Registrada

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Dieta
CUCULIFORMES	CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	Insectívoro
PICIFORMES	CAPITONIDAE	<i>Eubucco bourcierii</i>	Barbado Cabecirrojo	Insectívoro
PICIFORMES	PICIDAE	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Olividorado	Insectívoro
PASSERIFORMES	GRALLARIIDAE	<i>Grallaria nuchalis</i>	Gralaria Nuquicastaña	Insectívoro
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Synallaxis azarae</i>	Colaespina de Azara	Insectívoro
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Xenops minutus</i>	Xenops Dorsillano	Insectívoro
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Thripadectes variegaticeps</i>	Trepamusgos gorrillado	Insectívoro
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Premnoplex brunescens</i>	Subepalo Moteado	Insectívoro
PASSERIFORMES	DENDROCOLAPTIDAE	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Trepatroncos Piquicuña	Insectívoro
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito Olivirrayado	Insectívoro
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Myiophobus flavicans</i>	Mosquerito flavecente	Insectívoro
PASSERIFORMES	HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	Insectívoro
PASSERIFORMES	TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey Criollo Sureño	Insectívoro
PASSERIFORMES	TROGLODYTIDAE	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Soterrey Montes Pechigris	Insectívoro
PASSERIFORMES	PARULIDAE	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza	Insectívoro
PASSERIFORMES	PARULIDAE	<i>Basileuterus tristriatus</i>	Reinita Cabecillada	Insectívoro

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Dieta
PICIFORMES	RAMPHASTIDAE	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucanete Lomirrojo	Frugívoro
PASSERIFORMES	COTINGIDAE	<i>Pipreola riefferii</i>	Cotinga Frutero Verdinegro	Frugívoro
PASSERIFORMES	TURDIDAE	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario Andino	Frugívoro
PASSERIFORMES	TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo Grande	Frugívoro
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Tangara ruficervix</i>	Tangara Nuquidorada	Frugívoro
PASSERIFORMES	FRINGILLIDAE	<i>Euphonia cyanocephala</i>	Eufonia Lomidorada	Frugívoro
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Tangara Lomiamarilla	Frugívoro
GALLIFORMES	CRACIDAE	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava Ala de Hoz	Frugívoro
PASSERIFORMES	THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	Frugívoro-Semillero
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma Collareja	Frugívoro-Semillero
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza	Frugívoro-Semillero
PASSERIFORMES	EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	Semillero
PASSERIFORMES	EMBERIZIDAE	<i>Arremon brunneinucha</i>	MatorraleroAliblanco	Semillero
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilan Caminero	Carnívoro
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	CernicaloAmericano	Carnívoro
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí Jaspeado	Nectarívoro

Fuente: Información de Campo, mazo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Sensibilidad y Especies Indicadoras

De acuerdo a Stotz, *et al.*, (1996), algunas especies de aves son considerablemente más vulnerables a perturbaciones humanas que otras. Stotz asignó variables cualitativas basadas en observaciones y en notas de campo no publicadas. Especies altamente vulnerables a perturbaciones humanas son buenas indicadoras de la salud del medio ambiente. Las variables usadas fueron: alta, media y baja.

Especies Altamente Sensibles (A). - Son aquellas que se encuentran en bosques en buen estado de conservación, que no pueden soportar alteraciones en su ambiente a causa de actividades antropogénicas, la mayoría de estas especies no pueden vivir en hábitats alterados, tienden a desaparecer de sus hábitats migrando a otros sitios más estables.

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

Especies de Baja Sensibilidad (L). - Son aquellas especies colonizadoras que si pueden soportar cambios y alteraciones en su ambiente y que se han adaptado a las actividades antropogénicas.

Tabla 6-78. Sensibilidad de las Aves

Categorías	Especies	Porcentaje (%)
Alta Sensibilidad	4	12,5
Mediana Sensibilidad	13	40,62
Baja Sensibilidad	15	46,87
Total	32	100

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

De las 32 especies registradas el 12,5% se encuentran dentro de la categoría denominada de alta sensibilidad (Tabla 22). En general estas especies son susceptibles a los cambios en el ambiente, pueden ser consideradas en monitoreos como indicadores de la calidad del ambiente. Dentro de esta categoría se tiene a: *Patagioenas plumbea*, *Grallaria muchalis*, *Thripadectes variegaticeps* y *Premnoplex brunnescens*. La permanencia y estabilidad de estas especies depende a futuro de la conservación de los hábitats de la zona de estudio.

El 40,62% corresponden a las especies catalogadas de mediana sensibilidad, aquí se encuentran; *Chamaepetes goudotii*, *Patagioenas fasciata*, *Adelomyia melanogenys*, *Eubucco bourcierii*, *Aulacorhynchus haematopygus*, *Xenops minutus*, *Glyphorhynchus spirurus*, *Mionectes olivaceus*, *Myiophobus flavicans*, *Myadestes ralloides*, *Pipreola riefferii*, *Basileuterus tristriatus* y *Henicorhina leucophrys*.

El mayor porcentaje registrado fue el de las especies catalogadas como de baja sensibilidad con el 46,87% siendo esto un indicativo de las condiciones de intervención de la zona muestreada. Dentro de esta categoría se puede mencionar a: *Rupornis magnirostris*, *Falco sparverius*, *Piaya cayana*, *Colaptes rubiginosus*, *Synallaxis azarae*, *Turdus fuscater*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Troglodytes aedon*, *Myioborus miniatus*, *Tangara ruficervix*, *Thraupis episcopus*, *Euphonia cyanocephala*, *Ramphocelus flammigerus*, *Zonotrichia capensis* y *Arremon brunneinucha*.

Especies Endémicas

Relativamente pocas aves son verdaderamente endémicas para el Ecuador, en parte debido a su reducido tamaño, así como a su posición geográfica con relación a sus países vecinos (Ridgely, *et al.*, 1998).

Durante el estudio realizado no se registró especies endémicas.

Especies Migratorias

En el presente estudio no se registró especies migratorias; sin embargo, no se descarta la posibilidad de registros de otras especies a través de muestreos a largo plazo.

Estado de Conservación

De acuerdo a la "Lista Roja de las Aves del Ecuador" (Freile *et al.*, 2019), durante el trabajo de campo en el sitio de muestreo se registró una especie (*Grallaria nuchalis*) dentro de la categoría Casí Amenazada (NT) y las otras especies dentro de la categoría de Preocupación Menor (LC).

Según la UICN (2018), las especies registradas en el área de estudio se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC). Ver Anexo 5. Componente Biótico.

Según la CITES (2018), se registró tres especies en el Apéndice II, que se refiere a especies no amenazadas, pero que podrían serlo si su comercio no es controlado, o para especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente. En el Anexo 5 Componente biótico, se presenta el listado general de las especies de aves registradas en el área de estudio con su respectiva categoría de amenaza.

Tabla 6-79. Categoría de Conservación de las Especies

Especies	Nombre Español	CITES (2018)
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán Caminero	II
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	II
<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí Jaspeado	II

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Uso del Recurso

De acuerdo a información local se conoce que la población no utiliza a la avifauna como un recurso dentro de sus actividades antrópicas.

6.2.5.3.5 Conclusiones

- Se registró un total de 32 especies de aves distribuidas en 21 familias y ocho órdenes. Esta diversidad representa aproximadamente al 5,86 % de la avifauna registrada para el Piso Subtropical Occidental del Ecuador, y al 2 % en relación al total de aves registradas para el Ecuador Continental.
- Las familias más abundantes registradas para el área fueron Furnariidae y Thraupidae lo cual denota un área disturbada y relacionada a sistemas agrícolas con pocos remanentes de bosque natural.
- La abundancia relativa indica que las especies más abundantes son aquellas características de áreas abiertas y por lo tanto generalistas adaptadas a áreas intervenidas.
- Por la reducida superficie del área y sus condiciones disturbadas el índice de diversidad reflejó una diversidad media para ambos sitios de muestreo.
- Según el índice de similitud de Jaccard nos indica que las unidades muestrales tienen un 37,5% de similitud.

- El nicho trófico preponderante de las especies de ornitofauna registradas durante el presente estudio fue el insectívoro con un 50%.
- En cuanto a la sensibilidad de especies el mayor porcentaje fue el de las especies de sensibilidad baja con un 46,87% seguido de las especies de mediana sensibilidad con un 40,62%.
- En el área de estudio, aún se registran especies sensibles (*Patagioenas plumbea*, *Grallaria muchalis*, *Thripadectes variegaticeps* y *Premnoplex brunnescens*), lo cual indica que a pesar de lo disturbada del área aún se puede encontrar microhábitats que permiten el desarrollo de ciertas especies que podrían considerarse indicadoras y es necesario tomar medidas que aporten con la recuperación del bosque.
- Durante el estudio se registraron tres especies en la categoría del Apéndice II de la CITES (2018); y según la UICN (2018), las especies registradas en el área de estudio se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC).
- No se registraron especies migratorias, endémicas o usos de especies durante el estudio.

6.2.5.4 Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Los paisajes presentan la cualidad de permitir el desplazamiento de determinadas especies, manteniendo los procesos vitales como alimento y refugio, considerados importantes para las especies, por tanto, la pérdida de conectividad Ecológica (Gurrutzaga & Lozano, 2006) como la fragmentación de hábitats podría afectar la continuidad de los procesos bióticos.

Clasificación Biogeográfica

El área que corresponde al proyecto se encuentra en el piso Zoogeográfico Subtropical Occidental (Albuja, 2012), su formación vegetal corresponde al bosque siempre verde montano bajo (Cañadas 1983) y al bosque siempre verde montano bajo de la cordillera Occidental de los Andes (BsBn04) (MAE, 2013).

6.2.5.4.1 Sitio de Muestreo

El estudio se realizó en el área de monitoreo anterior conjuntamente con los demás componentes bióticos.

Tabla 6-80. Sitios de Muestreo de Herpetofauna

Sitio de Muestreo	Fecha de Muestreo	Coordenadas WGS 84		Metodología Utilizada	Tipo de Vegetación
		Este (m)	Norte (m)		
PMH-01	21,22,23/03/2019	771895	28006	Muestreos cuantitativos en transectos de registros de encuentros visuales (400x4), transectos de franjas auditivas	Remanente de vegetación de bosque nativo intervenido
		771890	28128		

Sitio de Muestreo	Fecha de Muestreo	Coordenadas WGS 84		Metodología Utilizada	Tipo de Vegetación
		Este (m)	Norte (m)		
PMH-02	24,25,26/03/2019	772090	29286	Muestreos cuantitativos en transectos de registros de encuentros visuales (400x4), transectos de franjas auditivas	Vegetación secundaria, pastizal con árboles relictos
		772212	28899		

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.5.4.2 Aspectos Metodológicos

El trabajo de campo realizado para los muestreos de la zona pertenece a técnicas de muestreo detalladas por Heyer et al. (1994), y estandarizadas en el Manual para Coordinar Esfuerzos para el Monitoreo de Anfibios en América Latina (Lipas K, Rehacer J, Young E. 1999-.2001).

Transectos de registros de observaciones directas - La metodología aplicada incluyó capturas diurnas y nocturnas de anfibios y reptiles en transectos lineales de 400 m de longitud por una banda de muestreo de 4 m que coinciden con los transectos para aves y mamíferos. Los transectos fueron ubicados en forma continua a través de los puntos de muestreo cuantitativo. El horario de registro fue en la mañana de 8h00 – 10h00 y en la noche desde las 19h00 horas hasta las 22h00 horas durante tres días en cada sitio de muestreo.

Transecto para registros auditivos – en los transectos de registro visuales, se complementó con los registros de cantos, el cual se basa en la detección de las vocalizaciones de anuros machos en los horarios de 8h00 – 10h00 y 19h00 hasta las 22h00 horas durante tres días en cada sitio de muestreo. La identificación de los cantos fue realizada de acuerdo a la experiencia del investigador y la utilización de cintas de grabaciones de referencia de anfibios del occidente del Ecuador (Frogs of Mindo, Morley Read 2001).

Para complementar la caracterización en las áreas del proyecto se realizaron caminatas libres en un horario de 14h30 – 17h30 durante tres días, aprovechando los registros para los otros grupos lo que permite registrar a otras especies.

Los especímenes capturados fueron identificados in situ, mediante la experiencia del investigador y mediante el uso de claves de libros especializados (Torres-Carvajal 2007; Ron, 2016; Ron S. R.-V., 2018; 2001, 2000; Pérez-Santos 1991, PUCE/Center for Biological Information Technology (CBIT) de la University of Queensland, Australia), y posteriormente fueron liberados en áreas aledañas a los sitios de estudio.

La taxonomía de las especies fue actualizada revisando las listas de especies de la Universidad Católica del Ecuador (Coloma, L. A (ed). 2008–2009, disponible en: www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados).

Esfuerzo de Muestreo

La tabla siguiente presenta el esfuerzo de muestreo realizado para la evaluación de línea base de la herpetofauna.

Tabla 6-81. Esfuerzo de Muestreo de Herpetofauna

Métodos	Horario	Días	Horas Total
Transectos lineales y registros auditivos. PMH-01, 400x4 m	8h00 – 10h00 19h00 – 22h00	3	15
Transectos lineales y registros auditivos. PMH-02, 400x4 m	8h00 – 10h00, 19h00 – 22h00	3	15
Caminatas libres	14h30 – 17h30	3	9

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.5.4.3 Análisis de Datos

Se describe cada criterio de análisis utilizado de manera general para el componente biótico herpetofauna.

Riqueza

El término riqueza se refiere al número de especies presentes dentro de una comunidad; es decir, se estima utilizando el número de especies dividido por el número de registros encontrados.

Abundancia

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

Abundancia relativa

Para efectuar el cálculo de la abundancia relativa, se tomó en cuenta el criterio utilizado en la línea base, en el que se utilizan cuatro categorías, así: un registro se consideró Raro, de dos a cuatro Poco Comunes, de cinco a nueve Comunes y de diez en adelante Abundantes.

Curva de abundancia-diversidad de especies

La abundancia hace referencia al número de individuos por especie (Melo & Vargas, 2003).

Comprenden gráficos representativos de las especies más frecuentes dentro de la parcela permitiendo identificar rápidamente los grupos dominantes y las especies raras.

Diversidad

Índice de Diversidad de Shannon (H')

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

Donde:

p_i : Proporción con que cada especie aporta al total de individuos

Este índice refleja igualdad, mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad, mayor es el valor. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). 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 (Magurran, 1988) (Moreno, 2001).

La interpretación de este índice se la hizo en base a lo sugerido por Yáñez (2014), quien indica que los valores menores a 1,5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3 es considerada como diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,1 son considerados como una diversidad alta.

La siguiente tabla indica el valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. Un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

Es necesario mencionar que, los valores obtenidos al aplicar este índice, no deberían utilizarse como criterio único y definido para expresar la biodiversidad de un área determinada, pues las escalas utilizadas en estos índices reducen el amplio espectro real de riqueza de los componentes bióticos.

Tabla 6-82. Interpretación del Índice de Shannon

Valores	Interpretación
0-1,5	Diversidad Baja
1,6-3,0	Diversidad Media
3,1-4,5	Diversidad Alta

Fuente: Yáñez, 2014

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 can Belle, 1984). 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*) (Corwell, 1997 y Coddington, 1994, en Moreno, 2001).

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

Dónde:

S: Número de especies de la muestra.

a: Número de especies que están representadas sólo por un único individuo en la muestra.

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

Curva de acumulación de especies

También se conoce como curva especies-área y se constituye a partir de la relación entre el número de especies observadas en forma acumulada sobre la unidad mínima de muestreo.

Aspectos ecológicos

Los aspectos ecológicos estuvieron basados de acuerdo a lo indicado por Méndez 2001.

- Nicho trófico: Basándose principalmente en las actividades alimenticias de la herpetofauna.
- Hábito: Se tomó en cuenta los patrones de actividad, diurna o nocturna.
- Distribución Vertical: Para determinar la distribución vertical de la herpetofauna registrada en este estudio, se tomó en cuenta dos niveles: terrestre y sotobosque.
- Especies de Interés: Las especies de interés fueron determinadas tomando en cuenta aspectos ecológicos, geográficos y de conservación.
- Áreas Sensibles: Para determinar las áreas sensibles se tomó en cuenta principalmente la existencia de áreas empleadas como zona reproductiva o refugio por parte de la herpetofauna.
- Sensibilidad de las Especies: Se usaron los parámetros de especies endémicas y grado de conservación (nacional e internacional).
- Estrategias Reproductivas
Una manera de repartir los recursos en comunidades de anuros es a través de diferencias es 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, de los cuales en el presente estudio se registró el Modo 2 y 9.
 - Modo 2 - Los huevos son depositados en la cavidad del árbol sobre el suelo, las larvas acuáticas nadan libremente.
 - Modo 9 - Los huevos son llevados en depresiones en el dorso de la hembra acuática, 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).

6.2.5.4.4 Resultados

Riqueza General

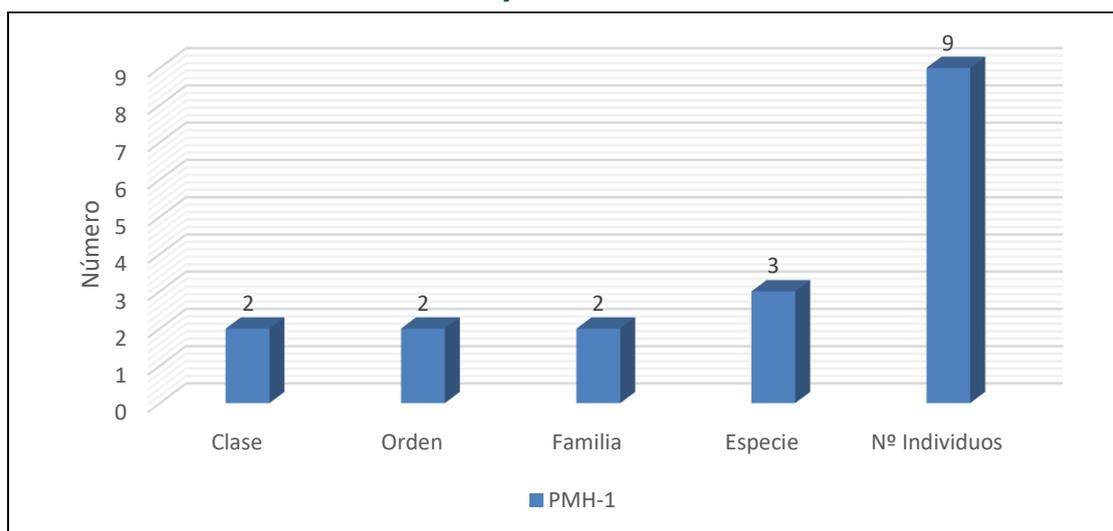
En el área de estudio se registró 19 individuos, pertenecientes a dos (2) órdenes, dos (2) familias, cuatro (4) especies, distribuidos para los Puntos de muestreo PMH-1 y PMH-2.

Sitio de Muestreo PMH-1

Riqueza de Especies

En el área de estudio se registró nueve individuos, pertenecientes a dos (2) órdenes, dos (2) familias, tres (3) especies, distribuidos para el Punto de muestreo PMH-1

Gráfico 6-28. Riqueza del Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

La riqueza evidenciada en PMH-01, se expresa con (2) órdenes (2) familias y tres (3) especies, con un total de nueve individuos.

Tabla 6-83. Especies Registradas en PMH-01

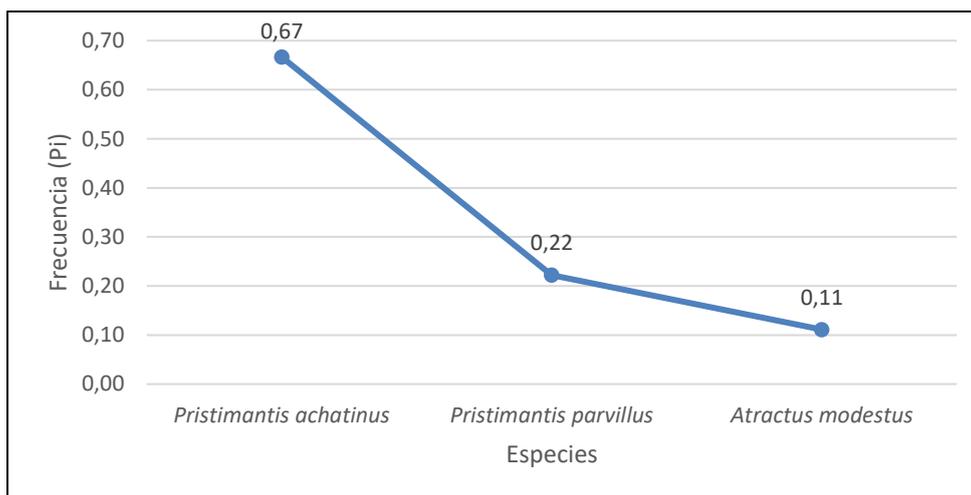
Orden	Familia	Especie	Frecuencia
Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	6
		<i>Pristimantis parvillus</i>	2
Squamata: Serpentes	Colubridae: Dipsadinae	<i>Atractus modestus</i>	1

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Dominancia

En el gráfico anterior se evidencia que la especie *Pristimatis Achatinus*, es la más dominante con un $P_i = 0,67$ (6 individuos) que representa el 66,7% del total de individuos registrados para el sitio de muestreo PMH-01, seguido de la especie, *Pristimantis parvillus* con $P_i = 0,22$ (2 individuos) que corresponde al 22,2% y *Atractus modestus* con $P_i = 0,11$ (1 individuo) con el 11,1%.

Gráfico 6-29. Curva de Dominancia PMH-01



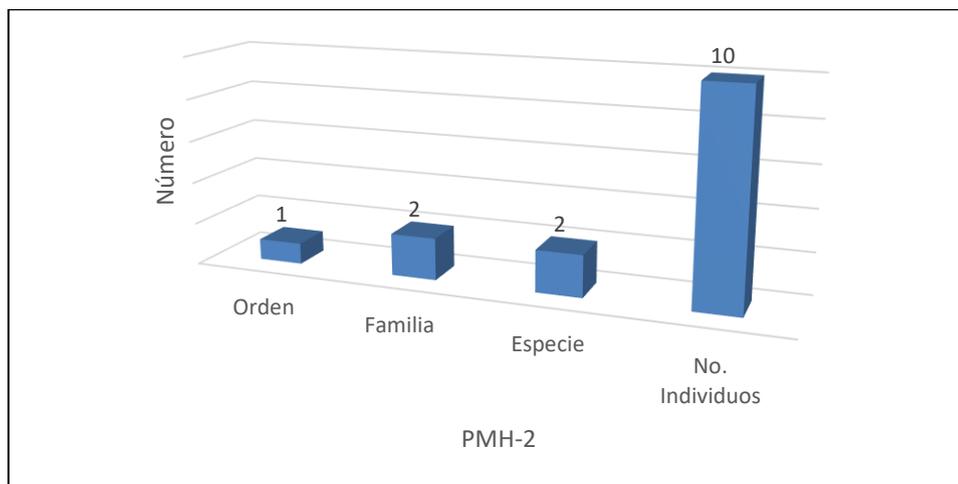
Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Sitio de Muestreo PMH-2

Riqueza de Especies

En el área de estudio se registró 10 individuos, pertenecientes a un (1) orden, dos (2) familias, dos (2) especies, distribuidos para el Punto de muestreo PMH-2.

Gráfico 6-30. Riqueza del Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

La riqueza evidenciada en PMH-02, se expresa con (1) orden (2) familias y dos (2) especies, con un total de 10 individuos.

Tabla 6-84. Especies Registradas en PMH-02

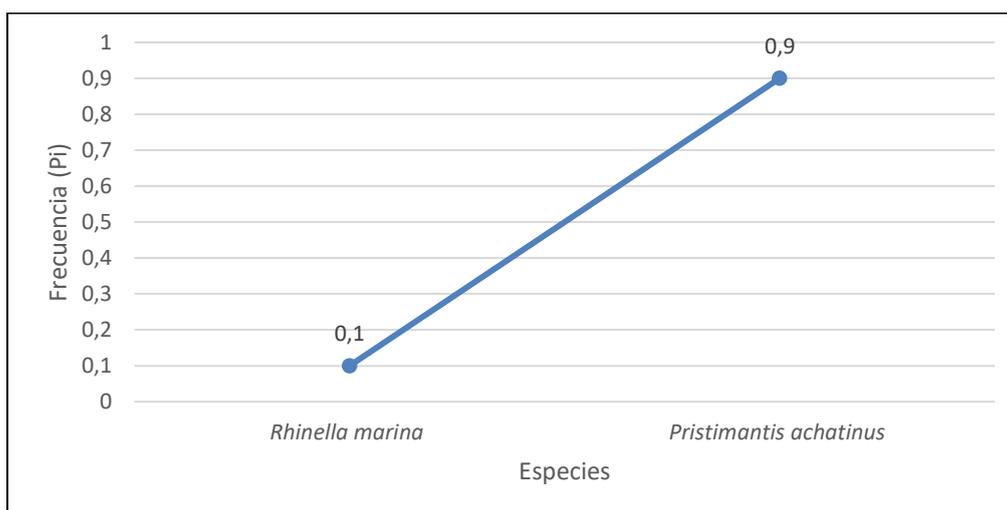
Orden	Familia	Especie	Frecuencia
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella bella</i>	1
Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis achatinus</i>	9

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Dominancia

En el gráfico anterior se evidencia que la especie *Pristimantis Achatinus*, es la más dominante con un $P_i = 0,9$ (9 individuos) que representa el 90% del total de individuos registrados en PMH-02, seguido de la especie, *Rhinella bella* con $P_i = 0,1$ (1 Individuo) y representa el 10% del total de individuos.

Gráfico 6-31. Curva de Dominancia PMH-02



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Diversidad y Abundancia

Los valores del Índice de Diversidad de Shannon para la herpetofauna de las áreas de estudio fueron de diversidad baja (Hammer et al, 2017) Estos valores se encuentran sobre la base de lo sugerido por (Magurran, 1988) que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores suelen estar entre 1,5 a 3,5 (Marrugan, 1983).

De igual manera para Simpson, la dominancia de una especie es baja, siendo reciproca con la baja diversidad existente (Marrugan, 1983).

La abundancia relativa del sector, la familia Strabomantidae, se define como comunes y una especie de la familia Colubridae: Dipsadinae como rara.

Tabla 6-85. Índice de Diversidad

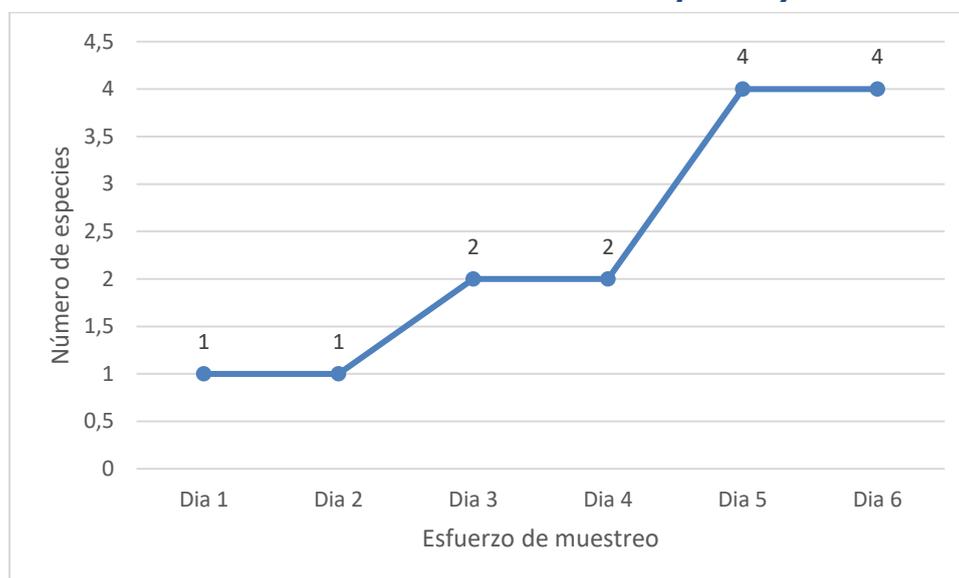
Código	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Shannon-Wiener (H)	Simpson (D)	Interpretación
PMH-01	3	9	0,85	0,49	Baja Diversidad
PMH-02	2	10	0,33	0,18	Baja Diversidad
Área de estudio	4	19	0,81	0,38	Baja Diversidad

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Curva de Acumulación de Especies

Los valores individuales, permite una interpretación ideal de los resultados (Robert K. Colwell & Johanna E. Elsensohn, 2014), como se evidencia con la curva de acumulación diaria.

Gráfico 6-32. Curva de Acumulación de Especies y Chao 1



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

De las cuatro (4) especies acumuladas en los días de muestreo, la recurrencia de identificar especies nuevas es baja, esto debido a la fragmentación de los bosques, y la dominancia paisajística de pastizales evidenciados en el área estudio.

Índice de Chao 1

En base a los registros de campo, el índice de Chao 1 permitió estimar que el número de especies esperado para los sitios de muestreo PMH-01 es de tres especies y para PMH-02 es de dos especies. Durante el estudio se registró el 100% de las especies estimadas, estos resultados se deben a la estructura paisajística y estado de conservación de los sitios de muestreo, los cuales corresponden a remanentes de bosque intervenido y áreas de pastizales.

Tabla 6-86. Índice de Chao 1

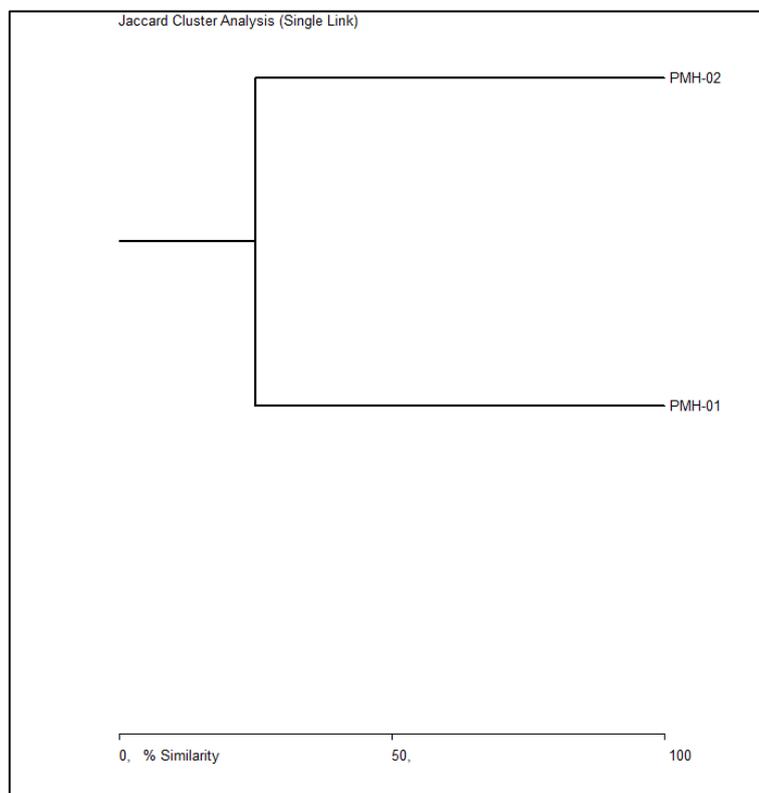
Índice de Chao 1		
	PMH-01	PMH-02
Número total de especies S	3	2
Chao 1	3	2

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Análisis de Similitud

Los análisis de conglomerados establecen grupos de correlación en base a los valores adoptados de cada variable es decir busca los individuos que se encuentren dentro de un cierto grado de homogeneidad (Vargas, 2002).

Gráfico 6-33. Análisis Cluster y Similitud de Jaccard



Fuente: Información de Campo, marzo 2019, Jaccard, Past Software (Hammer et al, 2017)
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

El índice mencionado fue calculado con el software especializado BioDiversity Pro. Los resultados indicaron un valor de 25 (%), porcentaje que representa una similitud menor al 50% entre los ensamblajes correspondientes al sitio PMH-01 y el sitio PMH-02 que comparten una especie.

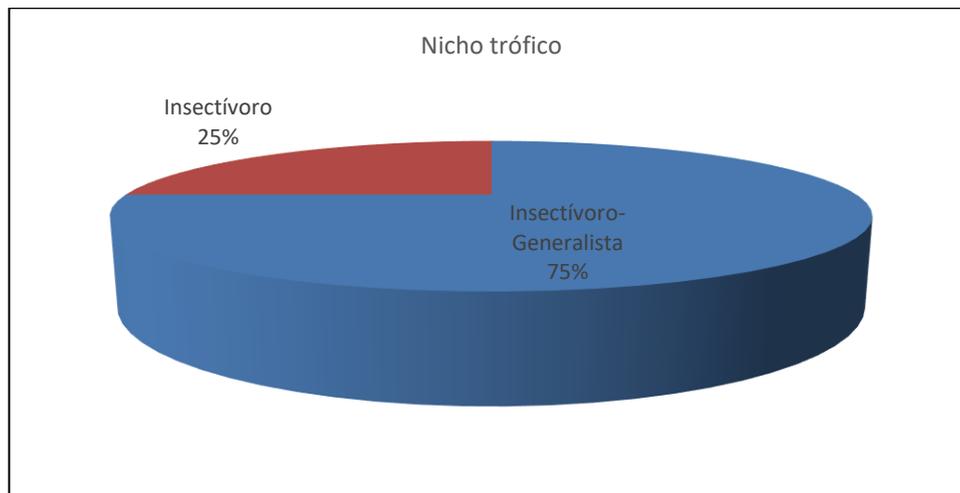
Aspectos Ecológicos

La relación de la fauna con los ecosistemas está sujeta a una serie de procesos vitales como el alimento, refugio, reproducción y dispersión (Gurrutzaga & Lozano, 2006), por esta razón presumiblemente se deduciría que todo tipo de perturbación a uno de los elementos de este sistema conllevaría a deterioro de su complemento, es importante mencionar que las áreas de estudio se evidencian expansión del pastizal para ganadería y minería.

Nicho Trófico

El siguiente gráfico indica que en el sector de estudio se evidencia el dominio del gremio trófico insectívoro - generalista con 75% y dentro de este gremio se encuentran las especies *Rhinella bella*, *Pristimantis achatinus*, *Pristimantis parvillus*. El gremio de los insectívoros con 25% con la especie *Atractus modestus*.

Gráfico 6-34. Nicho Trófico Presentes en el Área de Estudio

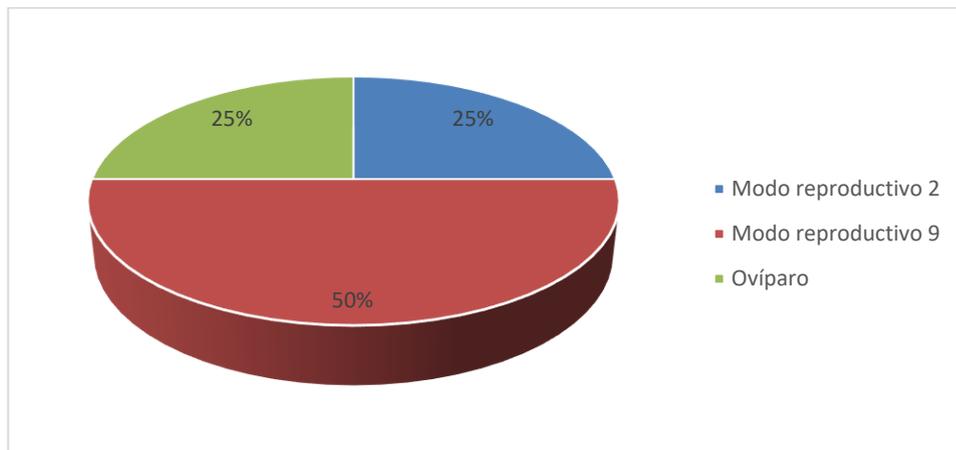


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Modos Reproductivos

Para los 11 modos reproductivos (Duellman, 1978), se reconocen dos para los anuros (modo 2 (25%) y 9 (25%)). En el siguiente gráfico se indican los porcentajes de los modos reproductivos de los anfibios y de igual manera para el orden Reptilia: Colubridae, registrado.

Gráfico 6-35. Modos Reproductivos Presentes en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Modo2: Los huevos son depositados en la cavidad del árbol sobre el suelo, las larvas acuáticas nadan libremente. En este modo se ubica la especie *Rhinella bella*.

Modo 9: Los huevos son llevados en depresiones en el dorso de la hembra acuática, con desarrollo directo. En este modo se ubican las especies *Pristimantis achatinus* y *Pristimantis parvillus*.

Ovíparo: Producen huevos, pero permanecen dentro del cuerpo de la hembra hasta que el embrión está completamente desarrollado (Valencia et al., 2009). En este tipo de reproducción se encuentra la especie de reptil *Atractus modestus*.

Especies de Interés

Los anfibios como los reptiles son usados como indicadores de calidad de los ecosistemas, debido a que son sensibles ante las condiciones ambientales, y dependen de fuentes de agua para la reproducción y desarrollo de los embriones. (Muñoz, et al 2011), (MECN-INB, 2015) de igual manera la tolerancia de los huevos de los anuros está relacionada con la membrana protectora que los cubre (Duellman & Trueb, 1994).

En resumen, la presencia de familia Colubridae: Dipsadinae con un (1) individuo *Atractus modestus*, de abundancia relativa rara o sensible, Vulnerable (VU), endémico (Cisneros & Heredia, 2017) y es indicadora de buena calidad de hábitats, sin embargo, los pocos registros también podrían indicar posibles factores antropicos que influyen el bosque, criterio que se complementa por presencia de pasto y desbroce de vegetación por parte de los finqueros, de las áreas aledañas.

Estatus de Conservación

Los estados de conservación de una especie registrada son consultados en la Lista Roja de los Reptiles del Ecuador (Carrillo et al., 2005) y la Lista Roja de las Especies (IUCN, 2023).

Tabla 6-87. Categorías de Conservación

Especie	IUCN	Lista Roja Ecuador	CITES
<i>Rhinella bella</i>	NE	LC	Ninguno
<i>Pristimantis achatinus</i>	LC	LC	Ninguno
<i>Pristimantis parvillus</i>	VU	EN	Ninguno
<i>Atractus modestus</i>	VU	DD	Ninguno

Simbología: EN= EN Peligro; NT= Casi Amenazado; LC= Preocupación Menor; NE= No Evaluado; DD= Datos Insuficientes

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Las especies ubicadas en la categoría de Datos Insuficientes (DD) no presentan información adecuada para hacer una evaluación directa o indirecta de su riesgo de extinción en base a su distribución o estado poblacional. (NT) Especies que dependen de medidas de conservación para prevenir que entren a alguna de las categorías que denotan amenaza (Jambatu, 2017) (IUCN, 2018) (Carrillo, 2005), y si registros para la Convención Internacional de Tráfico de Especies (CITES 2018).

Endemismo

La especie de Culebra tierra modesta (*Atractus modestus*) fue reportada como endémica para el área de estudio.

Distribución vertical

La especie *Rhinella bella* se encuentra ocupando el estrato Terrestre/hojarasca; las especies *Pristimantis achatinus*, *Pristimantis parvillus* el estrato arborícola/herbacea y la especie *Atractus modestus* el estrato terrestre/hojarasca.

El estrato bajo es la preferencia de la familia Strabomantidae se distribuye en los estratos arbustivos y del suelo y son de vida nocturna, y en el caso de *Pristimantis Achatinus*, existen reportes de registros diurnos (Camacho et al, 2018). La serpiente de la familia Dipsadidae ocupan los estratos: arbustivos, hojarasca, suelo y hábitos fosoriales (Cravajal & Rodrigues , 2013).

Hábitos

En cuanto a la actividad, se registraron cuatro especies de hábitos nocturnos: *Rhinella bella*, *Pristimantis achatinus*, *Pristimantis parvillus* y *Atractus modestus*.

Uso del Recurso

Ninguna de las especies registradas en el área del proyecto es tomada en cuenta como alimento u actividad económica.

6.2.5.4.5 Conclusiones

- Las áreas donde se realizó el levantamiento de información están alteradas previamente, los remanentes de vegetación corresponden a vegetación de bosque secundario, áreas cultivo y pastizales aledañas a la concesión Mocoral.
- La abundancia y la riqueza registradas en el transecto, evidencian una baja diversidad, con poca abundancia, el indicador no paramétrico Chao-1 describe que, de aumentarse el esfuerzo de muestreo, la riqueza podría aumentar.
- Desde el punto vista ecológico las especies de media y baja sensibilidad, presentes en el sector indican el estado de conservación de la vegetación, posiblemente por continuidad de alimento y refugio ideales, que hacen que se sientan cómodos, y sumado al aislamiento, con factores limitantes antropicos son propicios para los anfibios registrados en el estudio.
- Se registró una especie endémica como es el caso de la especie de reptil *Atractus modestus*.

6.2.5.5 Entomofauna

Los coleópteros de la subfamilia Scarabaeinae son considerados como los verdaderos escarabajos coprófagos. Este grupo de insectos es importante en el desarrollo y estabilidad de los ecosistemas como instrumentos claves en la ecología de un lugar, ya que revelan en alto grado el estado de conservación por estar ligados a otras taxa (Escobar, 1994; Lopera, 1996). Son utilizados como herramienta en la caracterización biológica y como grupo indicador para determinar diferencias o similitudes entre unidades de paisaje (Pulido-Herrera et al., 2003). Los coleópteros coprófagos utilizan los excrementos de mamíferos omnívoros y herbívoros de tamaño grande y mediano, como la fuente principal de alimento para sus larvas y adultos, y también como sustrato para ovopositar. Esta actividad hace que contribuyan al reciclaje de nutrientes, a la dispersión de semillas y al control de posibles vectores de parásitos y enfermedades (Hanski y Cambefort, 1991).

Poseen un comportamiento definido pero variable dentro del grupo, exhiben cuidado parental, lo cual los califican como organismos subsociales (Halffter y Matthews, 1966). Estas características, junto con su dependencia de vertebrados, los hacen sensibles a cambios en el hábitat, viéndose afectados por las variaciones climáticas como vientos, radiación solar y humedad (Lopera, 1996).

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar la composición y estado de conservación de los escarabajos coprófagos de la Familia Scarabaeidae: Scarabaeinae.

6.2.5.5.1 Sitios de Muestreo

En la Concesión Mocoral, se realizó el estudio de la entomofauna terrestre. Para lo cual se establecieron (2) puntos cuantitativos y se detallan en la tabla a continuación.

Tabla 6-88. Sitios de Muestreo de Entomofauna Terrestre

Área de Muestreo	Fecha D/M/A	Coordenadas UTM			Descripción del Lugar	Altitud (m.s.n.m)	Metodología Utilizada	Horas/Total
		Transecto	WGS 84					
			X-In	Y-Fin				
PME-T1	21/3/2019	PI	772099	28111	Bosque Secundario	1952	Muestreo Cuantitativo. Trampas Pitfall	20 Trampas X 48 Horas (960)
		PF	772162	28160				
PME-T2	23/3/2019	PI	772188	29150	Pastizal con dispersión de arboles	1599	Muestreo Cuantitativo. Trampas Pitfall	20 Trampas X 48 Horas (960)
		PF	772205	29051				

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.5.5.2 Aspectos Metodológicos

Fase de campo

Muestreo Cuantitativo (Trampas Pitfall)

Se utilizó un método pasivo mediante trampas “vivas” pitfall para escarabajos copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) que consistieron en tarrinas de plástico de 120 mm de diámetro por 140 mm de profundidad, se usó aproximadamente 20 gr de cebo, en este caso excremento humano y carroña (carne de res en proceso de descomposición). Se realizó un transecto lineal de 200m de longitud, ubicado en la zona de bosque secundario y Pastizal dentro de las áreas de estudio propuestas. En el transecto se colocaron 10 trampas dispuestas cada 20 metros. En el mismo transecto se colocó 10 trampas “vivas” pitfall cebadas con excremento humano y separadas de las trampas de carroña por 4 m y entre cada trampa por 25 m. La actividad de las trampas en el transecto fue de 48 horas, luego de lo cual se recolectaron, identificaron y registraron los individuos, ninguna especie o individuo fue colectado o sacrificado. Se utilizó bibliografía específica (Medina & Lopera, 2000) para la identificación del material en el área de estudio.

Esfuerzo de Muestreo

En la siguiente tabla se detalla el esfuerzo de muestreo empleado en cada uno de los sitios descritos.

Tabla 6-89 Esfuerzo de Muestreo de Entomofauna Terrestre

Área de Muestreo	Fecha	Método	Número de Trampas	Horas por día	Número de días	Total de Horas
PME-T1	21-22-23/09/2023	Cuantitativo Trampas piftall	20	24	3	1440 horas
PME-T2	21-22-23/09/2024	Cuantitativo Trampas piftall	20	24	3	1440 horas

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Fase de laboratorio

Los escarabajos coprófagos serán identificados in situ mediante el uso de claves e ilustraciones tales como: Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeinae) de Colombia (Medina y Lopera, 2000), Los subgéneros Calhyboma, Hybomidium y Telhyboma (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilum) en Colombia (González et al. 2009) y los escarabajos del género Eurysternus, 1824 (Coleóptera: Scarabaeidae) de Colombia (Camero, 2010).

6.2.5.5.3 Análisis ecológico y estadístico

La metodología y análisis manejados se hallan respaldados en el Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villarreal, et al 2004) y en la información propuesta para el desarrollo de inventarios de escarabajos en Costa Rica (Solís 2005).

Para el análisis de datos se tomará en consideración la riqueza, la abundancia y la dominancia; para determinar estados ecológicos y comparaciones se usará el índice de diversidad de Shannon, con la ayuda de programas estadísticos como "Bio Diversity Pro" y Past.

La diversidad α (Alpha) de insectos terrestres se evaluará de acuerdo a los siguientes conceptos:

Riqueza de especies

El término riqueza se refiere al número de especies presentes dentro de una comunidad; es decir, se estima utilizando el número de especies dividido por el número de registros encontrados.

Abundancia Total

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

Dominancia

La dominancia se produce cuando una o varias especies controlan las condiciones ambientales que influyen en las especies asociadas.

Diversidad

Para evaluar la diversidad, en el punto de muestreo cuantitativo de la familia (Scarabaeidae), 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". Este índice se obtiene aplicando la siguiente fórmula.

Índice de diversidad Shannon - Wiener (H') = $\sum p_i \log N p_i$, donde p_i es la proporción con que cada especie aporta al total de individuos. 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 (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

Índice de Chao1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en las muestras. 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).

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

Curva de acumulación de especies

También se conoce como curva especies-área y se constituye a partir de la relación entre el número de especies observadas en forma acumulada sobre la unidad mínima de muestreo.

Aspectos Ecológicos

Los insectos desarrollan un papel muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas, destacando que cada grupo cumple un rol esencial en el ciclo de nutrientes y del flujo energético en los ecosistemas (Speight et al., 1999). Además, presentan una estrecha relación con el resto de la fauna por poseer un amplio espectro de hábitos alimenticios. (Halffter & Edmonds, 1982; Halffter & Matthews, 1996).

Nicho Trófico

Para los escarabajos se analizaron sus nichos tróficos reconociendo tres clases, de acuerdo a su estado de nidificación y comportamiento: a) los cavadores o paracópidos, b) los rodadores o telecópidos y c) los moradores o endocópidos (Halffter y Edmonds, 1982).

Hábito

Para la comunidad de escarabajos copronecrófagos se analizaron las relaciones con el tipo de alimentación: especialistas a un tipo de alimento y generalistas que prefieren varios tipos de alimentos (Celi y Dávalos, 2001).

Distribución Vertical

Para determinar la distribución vertical de la entomofauna registrada en este estudio, se tomó en cuenta dos niveles: terrestre y sotobosque.

Estado de Conservación

Se determinó en función de la Lista Roja de la UICN y la CITES.

Especies Sugeridas para Posteriores Monitoreos

Son consideradas como especies indicadoras y de interés aquellas que sean raras o sensibles y endémicas.

Sensibilidad de las Especies

Se realizó un análisis de la estructura de individuos donde se clasifica a las especies en cuatro categorías: raras o sensibles de 1 a 3 individuos, comunes de 4 a 9 individuos, abundantes de 10 a 49 individuos y dominantes o tolerantes de 50 individuos en adelante (Araujo et al., 2005).

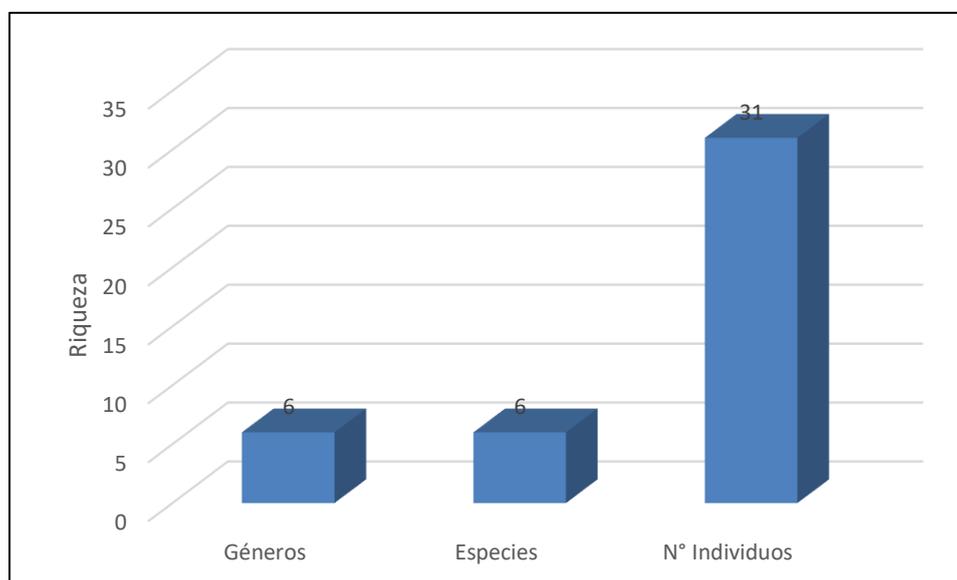
6.2.5.5.4 Resultados

Caracterización Cuantitativa-Análisis Global de la Concesión Mocoral

Riqueza y Composición

Para la Concesión Mocoral, se determinaron dos puntos cuantitativos, en el cual se registraron un total de 31 individuos, (6) especies y (6) géneros, la especie más representativa es *Deltochilum parile* con 18 individuos, seguido de la especie *Dichotomius satanas* con (6) individuos, el resto de las especies registran individuos entre (3) y (1) individuo.

Gráfico 6-36. Riqueza Global de Géneros, Especies e Individuos de Escarabajos Copronecrófagos (*Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae*)

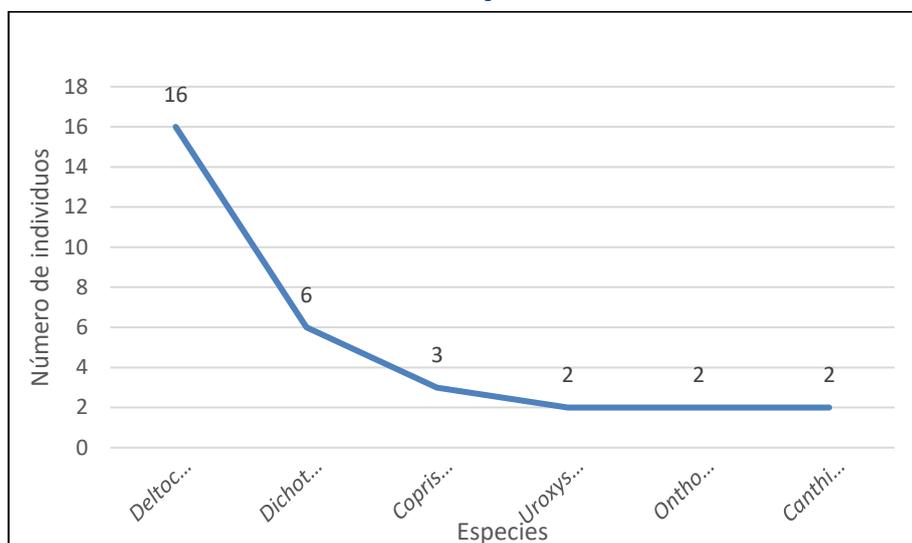


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Abundancia y dominancia

Abundancia Absoluta: Para el área de estudio se registraron un total de 31 individuos con un promedio de (6) especies en la unidad de muestreo.

Gráfico 6-37. Número de Individuos de Escarabajos Copronecrófagos (*Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae*) en la Concesión Mocoral



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Abundancia Relativa: Se registraron 31 individuos siendo los más abundantes *Deltochilum parile* con 16 individuos representando el 0,52%; seguido *Dichotomius satanas* con (6) individuos representando el 0,20%, *Copris sp1*, con (3) individuos que representa el 0,10%; el resto de especies como *Onthophagus sp 1*, *Canthidium sp1* y *Uroxys sp1* presentaron (2) individuos correspondientes al 0,06% cada uno respectivamente.

Tabla 6-90. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Escarabajos Copronecrófagos Registrados Mediante el Muestreo Cuantitativo

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de Registro	Abundancia Relativa (%)
Coleoptera	Scarabaeidae	Dichotomius	<i>Dichotomius satanas</i>	6	0,20
		Deltochilum	<i>Deltochilum parile</i>	16	0,52
		Copris	<i>Copris sp1</i>	3	0,10
		Onthophagus	<i>Onthophagus sp 1</i>	2	0,06
		Canthidium	<i>Canthidium sp1</i>	2	0,06
		Uroxys	<i>Uroxys sp1</i>	2	0,06
Tipo de Registro: Observación directa (Od); Captura (Cp). Abundancia Relativa: AB= Abundante 10 ind.					
C= Común 6 a10 ind.; PC= Poco común 2-5 ind.; R= Raro 1 ind.					

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Caracterización Cuantitativa Por Punto de muestreo de la Concesión Mocoral

Riqueza y Composición

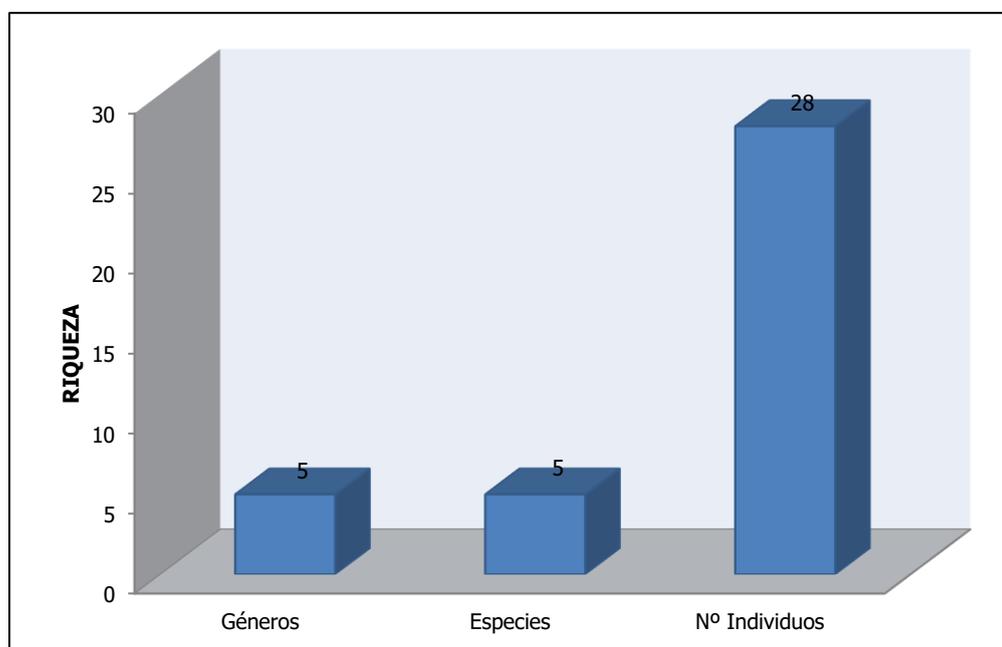
A continuación, se hace un análisis en cuanto a riqueza, abundancia y dominancia para cada uno de los puntos de muestreo.

Punto de muestreo PME-T1

Riqueza

Para el punto de muestreo PME-T1 se obtuvo un total de 28 registros distribuidos en: (5) géneros, (5) especies y 28 individuos respectivamente.

Gráfico 6-38. Riqueza de Géneros, Especies e Individuos de Escarabajos Copronecrófagos en el PME-T1

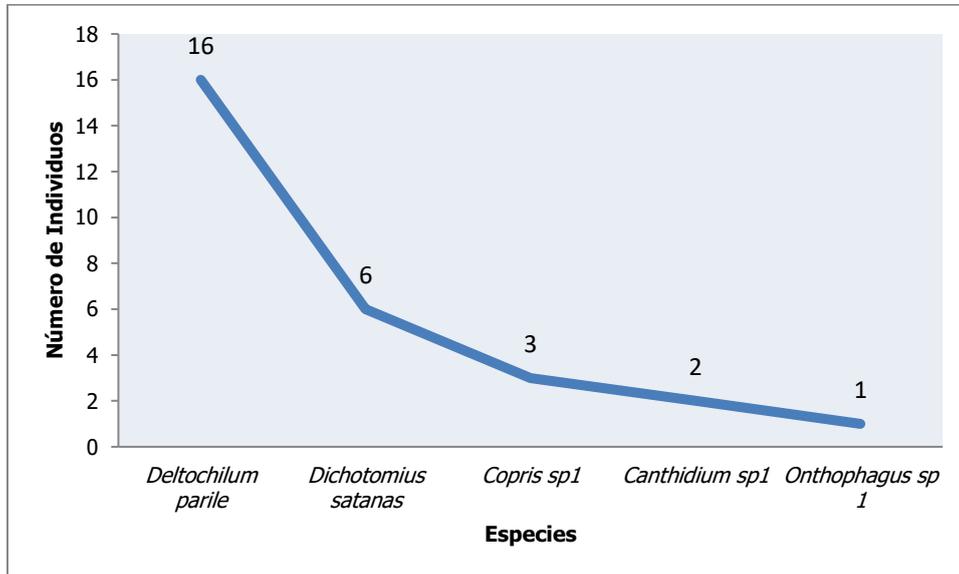


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Abundancia y dominancia

En el (análisis curvo de rango dominancia-diversidad) establece que la especie *Deltochilum parile* como la más abundante con 16 individuos representando 0,57%, seguido de la especie *Dichotomius satanas* con (6) individuos que representa el 0,21%, *Copris sp*, con (3) individuos representando el 0,11%, *Canthidim sp*, con (2) individuos que representan el 0,07%, mientras que por (1) especie está representando *Onthophagus sp*, con el 0,04%. El total de individuos registrados en el punto de muestreo fue de 28 individuos.

Gráfico 6-39. Riqueza de Curva de Rango Abundancia de Escarabajos Copronecrófagos Obtenidos en el PME-T1



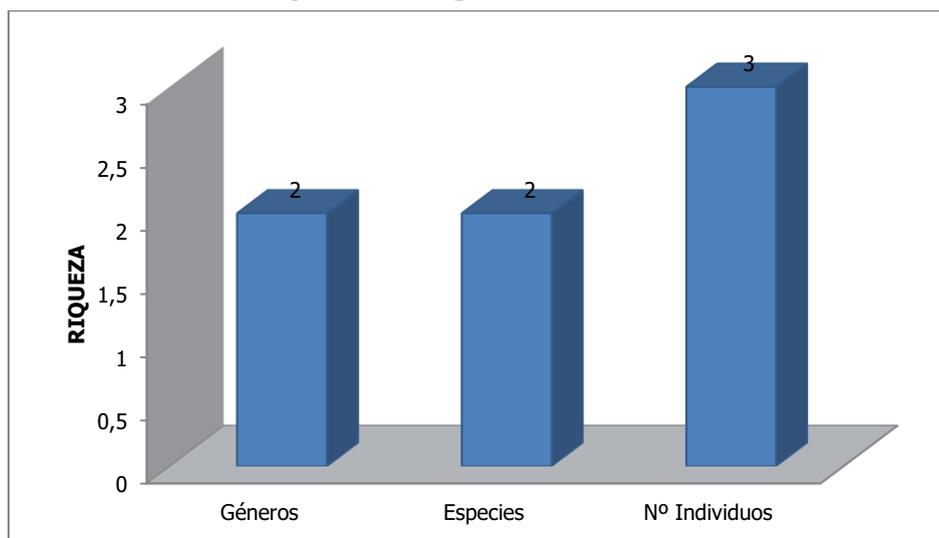
Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Punto de muestreo PME-T2

Riqueza

Para el punto de muestreo PME-T2 se obtuvo un total de (7) registros distribuidos en: (2) géneros, (2) especies y (3) individuos respectivamente.

Gráfico 6-40. Riqueza de Riqueza de Géneros, Especies e Individuos de Escarabajos Copronecrófagos en el PME-T2

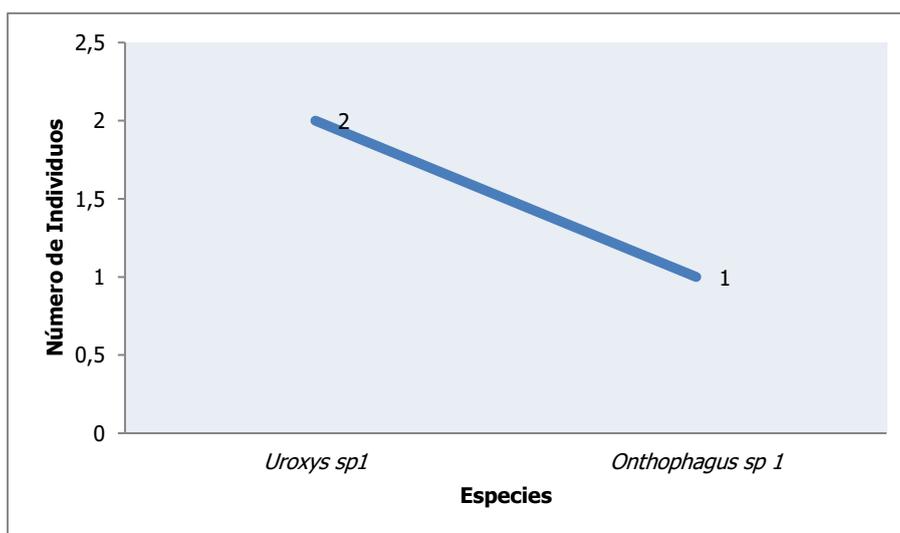


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Abundancia y dominancia

En el (análisis curvo de rango dominancia-diversidad) establece que las especie *Uroxys sp1*, es la más abundante con (2) individuos representando 0,67%, mientras que la especie *Onthophagus sp1*, es la que menos abundante con (1) individuos representando el 0,33%. El total de individuos registrados en el punto de muestreo fue de (3) individuos.

Gráfico 6-41. Curva de Rango Abundancia de Escarabajos Copronecrófagos en PME-T2



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Diversidad

Al analizar los indicadores de diversidad del área de estudio Concesión Mocoral, donde el número de especies registradas fue (6) y el índice de Shannon calculado fue de 1.37, se estableció que el área de estudio presenta una diversidad baja. Este resultado se debe posiblemente a que los organismos responden de manera diferente a los cambios en la vegetación, recursos, luz, temperatura, humedad, suelo y precipitación. Constituyendo este grupo una potencial herramienta de evaluación de la respuesta de las comunidades a los cambios que ocurren en los ecosistemas.

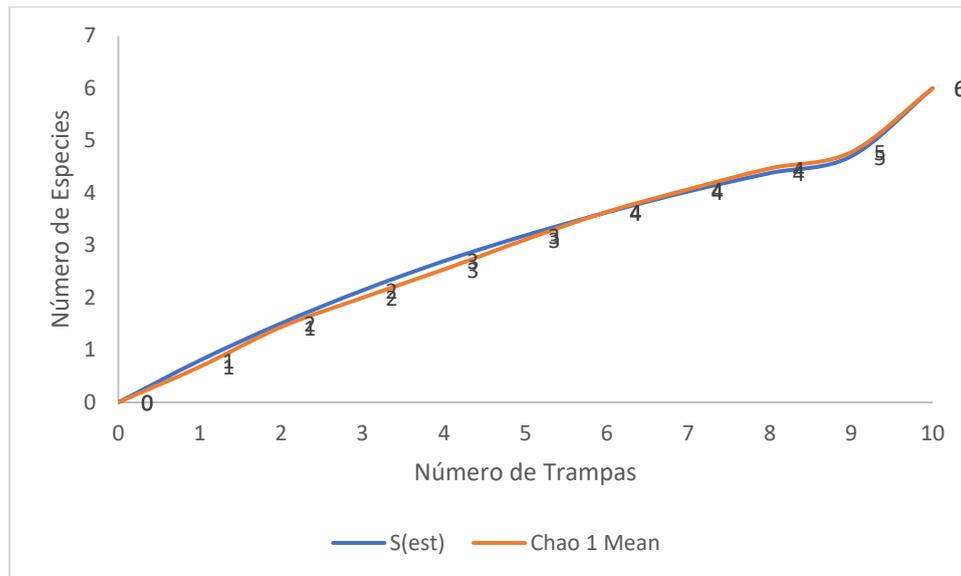
Tabla 6-91. Valores de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Shannon Wiener

Índice	Valor Calculado
Riqueza (S)	6
Abundancia (N)	33
Dominancia de Simpson (λ)	0,65
Shannon-Wiener (H')	1,37
Equidad (E)	0,76
Chao-1	6

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Curva de Acumulación de Especies: Al comparar el valor estimado con el valor observado registrado (6) especies se deduce que en el actual muestreo se registró el 100% de las especies potencialmente presentes, este resultado se obtiene en función al número de trampas (10) utilizadas en el estudio lo cual da un alto grado de confiabilidad al esfuerzo de muestreo. Como se puede observar la curva alcanzó la asíntota. (Ver Gráfico 6-42).

Gráfico 6-42. Curva de Acumulación de Especies de Escarabajos Copronecrófagos en el Área de Estudio



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

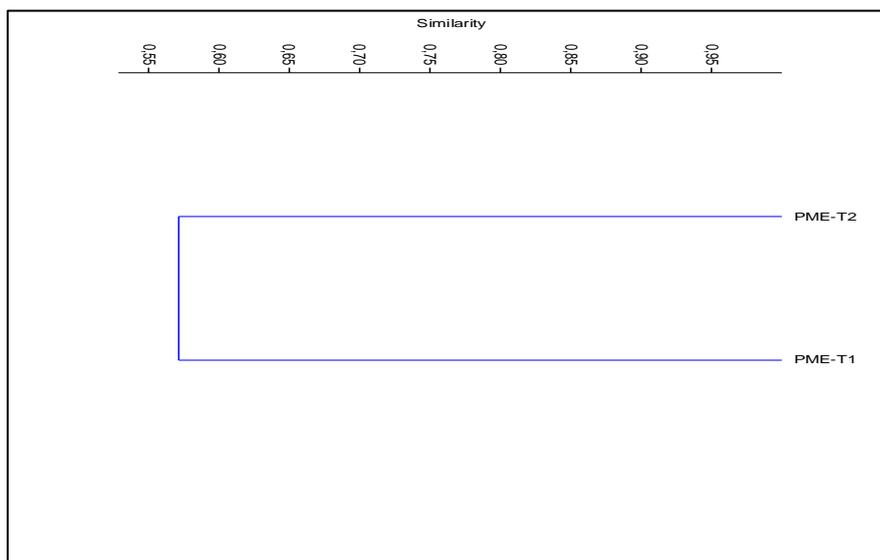
Índice de Chao-1

Para evaluar a los escarabajos de la familia Scarabaeidae potencialmente existentes en los puntos de muestreo, se calculó la fórmula Chao-1 en la cual se obtuvo un valor de (6) especies de escarabajos potencialmente existentes en el área estudiada.

Análisis de Similitud

Con el propósito de establecer el grado de similitud entre los puntos de muestreo cuantitativos de la entomofauna terrestre se elaboró el diagrama de similitud de Bray-Curtis, en la cual presenta el 0,57% de similitud entre puntos de muestreo (PME-T2) y (PME-T1), esto demuestra que la composición de la Familia Scarabaeidae es homogénea.

Gráfico 6-43. Cluster de Similitud de Bray-Curtis de los Sitios de Muestreo



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
 Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

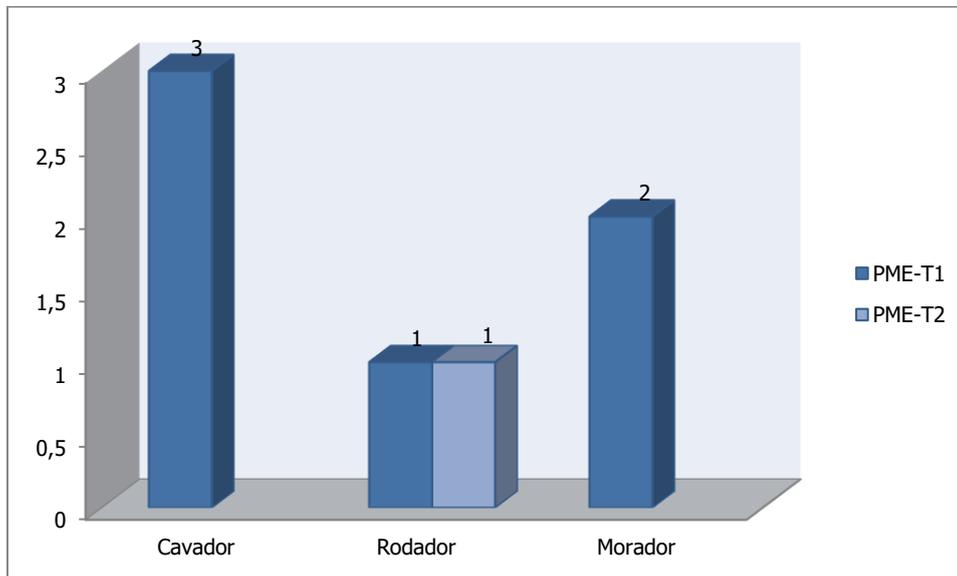
Aspectos Ecológicos

Los escarabajos coprófagos desempeñan gran importancia ya que radican en su determinante participación dentro de la cadena trófica; constituyendo la base fundamental de la dieta de muchas aves, mamíferos y reptiles, como una excelente fuente proteínica. (Carvajal, V.; Villamarín, S y Ortega; A. M. 2011.)

Grupo Funcional

En el área de estudio Concesión Mocoral, se registró mayor número de escarabajos cavadores representados por *Dichotomius satanas*, *Copris sp1*, *Onthophagus sp1*. Seguido de los escarabajos moradores, como: *Canthidium sp1*, *Uroxys sp1*, y con menor número de escarabajos rodadores fue representado por *Deltochilum parile*.

Gráfico 6-44. Grupo Funcional de los Escarabajos Copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae-Scarabaeinae)

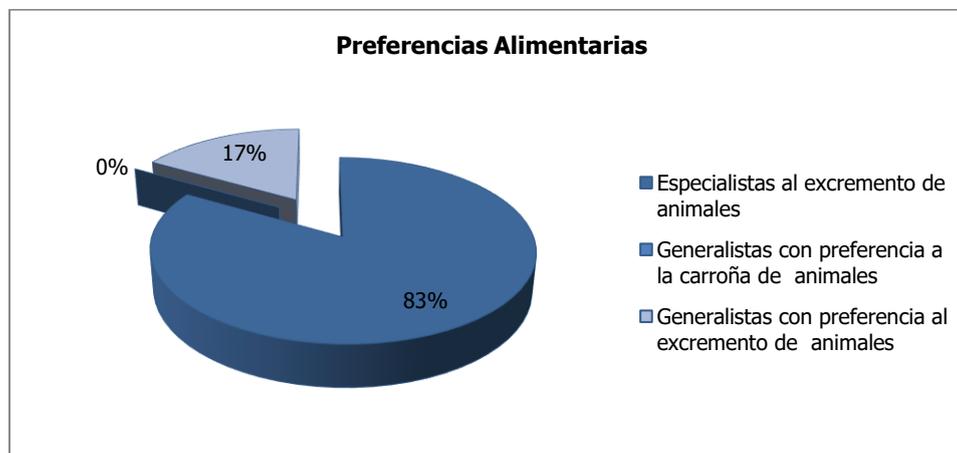


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Nicho trófico

Respecto al hábito alimenticio, en la Concesión Mocoral, dominan las especies de escarabajos especialistas al excremento de animales como, por ejemplo: *Deltochilum parile*, *Dichotomius satanas*, *Onthophagus sp1*, y *Canthidium sp1*, mismos que se encuentran representando el 83% del total de la unidad de estudio, mientras que las especies de escarabajos generalistas con preferencia a la carroña de animales como: *Canthidium sp1*, *Copris sp1*, registran valores menores es decir que están representando el 17%, respectivamente. En el siguiente grafico se detallan los porcentajes registrados en la unidad de estudio.

Gráfico 6-45. Distribución Porcentual de la Preferencia Alimentarias de los Escarabajos Copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae-Scarabaeinae)



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Hábitat de las especies

Para el área de estudio se consideró el 86% de especies registradas en bosque secundario representado por *Dichotomius satanas*, *Deltochilum parile*, *Copris sp1*, *Canthidium sp1*, *Uroxys sp1* entre otros; y el 14% son especies de pastizal como por ejemplo *Onthophagus sp1*.

Actividad

Para la unidad de estudio se registró el 100% de escarabajos que son activos por la noche, representados por *Dichotomius satanas*, *Deltochilum parile*, *Copris sp1*, *Canthidium sp1*, *Onthophagus sp1* y *Uroxys sp1*.

Modo reproductivo

El 50% de las especies construyen sus nidos en el suelo donde ponen sus huevos en las denominadas "bolas de cría", que corresponden a porciones de excremento moldeadas por los adultos antes de ser enterradas. Este tipo de reproducción lo presentan especies como: *Dichotomius satanas*, *Copris sp1* y *Canthidium sp1*.; representado por el 33% las especies que entierran el excremento extraído como: *Uroxys sp1* y *Onthophagus sp1*.; mientras por el 17% las especies que ponen sus huevos en las denominadas "masas de cría", las cuales son ubicadas a lo largo o al final de un túnel cavado en el suelo, este tipo de reproducción presentan las siguientes especies: *Deltochilum parile*.

Distribución Vertical

En el área de Concesión Mocoral, el 100% de los escarabajos copronecrófagos registrados corresponden al nivel terrestre.

Áreas Sensibles

En el área de estudio, durante la recopilación de información en el campo, se registró un total de (33) especies de escarabajos copronecrófagos registrados en la Concesión Mocoral, de las cuales (1) especie presenta una sensibilidad alta. Tomando en consideración estos resultados se puede concluir que el área de estudio cumple con los requerimientos óptimos para el desarrollo de la entomofauna y que es muy sensible a los cambios ambientales.

En el área de estudio, durante la recopilación de información en campo, se registró un total de (6) especies de escarabajos copronecrófagos, siendo el PME-T1 el que mayor número de registros obtuvo con (5) especies de las cuales tres especies son consideradas sensibles.

Tomando en consideración los resultados obtenidos y que un área sensible es un hábitat que posee una mayor sensibilidad debido principalmente a sus características ecológicas, se puede concluir que el PME-T1, cumple con dichas características por lo tanto si este es destruido o no se conserva podría repercutir definitivamente en el comportamiento normal de la entomofauna y la fauna en general del sector (Fabara: 1999)

Especies Sugeridas para Futuros Monitoreos

Se sugiere tener en cuenta para el grupo de escarabajos copronecrófagos, a las que se registran como raras *Copris sp1*, *Onthophagus sp*, *Canthidium sp1* y *Uroxys sp1*, por ser las especies que tuvieron una abundancia relativamente baja, para lo cual se podría tomar como base el presente estudio.

Estado De Conservación

Para el grupo de invertebrados de la familia Scarabaeidae ninguna de las especies registradas en el área de estudio se encuentra dentro de los listados de la UICN (UICN, 2016) o de CITES (www.cites.org).

Especies Endémicas

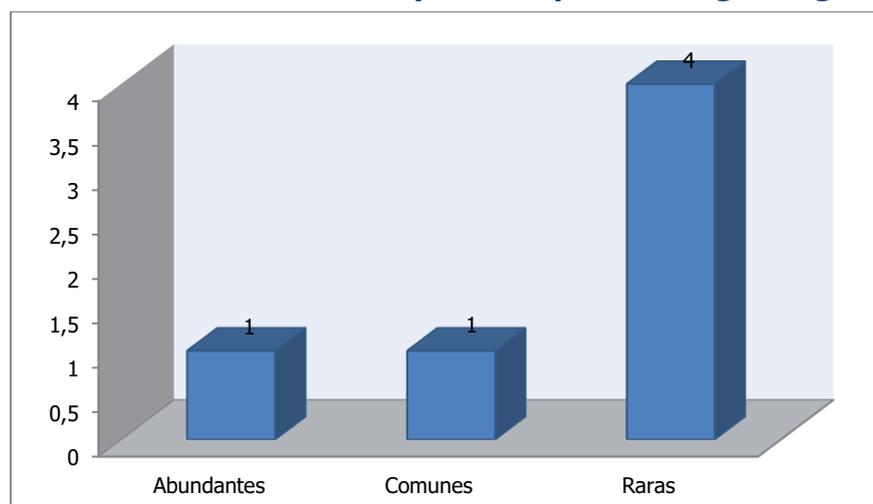
Para la unidad de estudio, no se registran especies endémicas de escarabajos copronecrófagos de la familia (Scarabaeidae).

Sensibilidad

Para medir la sensibilidad de los escarabajos copronecrófagos se realizó un análisis de la estructura de individuos registrados en el área de estudio. Según (Araujo et al., 2005), clasifica a las especies en cuatro categorías: raras o sensibles de 1 a 3 individuos, comunes de 4 a 9 individuos, abundantes de 10 a 49 individuos, dominantes o tolerantes de 50 individuos en adelante.

En el siguiente grafico se observa el número de especies catalogadas por su abundancia en los diferentes rangos de sensibilidad para el área de estudio.

Gráfico 6-46. Sensibilidad de Especies Copronecrófagos Registrados



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Del total de las especies presentes en los puntos de muestreo (4) especies son consideradas raras *Copris sp1*, *Onthophagus sp1*, *Canthidium sp1* y *Uroxys sp1*, (1) especie considerada como común *Dichotomius satanas*; y una especie fue considerada como abundante así tenemos a *Deltochilum parile*.

Uso Del Recurso

Ninguna de las especies registradas en la Concesión Mocoral es utilizada con algún fin económico.

6.2.5.5.5 Conclusiones

El área de estudio Concesión Mocoral; presentan bosques secundarios y pastizales con árboles dispersos por lo que se registraron especies indicadoras de sitios con estas características como es el caso de *Copris sp1* y *Onthophagus sp1* en bosques secundarios y *Canthidium sp1* en pastizales.

Para la unidad de estudio se puede considerar que la riqueza, abundancia, y diversidad de la familia (Scarabaeidae), presentan valores bajos; obteniéndose un total de 31 individuos, (6) géneros y (6) especies de escarabajos copronecrófagos.

En la Concesión Mocoral, registró dos ensamblajes tróficos, de los cuales el que mayor dominio presenta fueron las especies especialistas al excremento de animales. El tipo de alimentación utilizado por este grupo de escarabajos estaría proporcionado principalmente por los mamíferos y omnívoros existentes en el área de estudio.

En la unidad de estudio Concesión Mocoral, se levantó la información en dos puntos de muestreo cuantitativos, de los cuales en el PME-T1 se registraron especies sensibles, por lo que este punto de muestreo debería ser considerado como un área sensible.

6.2.5.6 Macroinvertebrados Acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente. Es un hecho que la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos; por ello, los métodos de evaluación basados en dichos organismos han sido ampliamente utilizados desde hace varias décadas como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua. Los países de la Unión Europea y Norte América han sido los líderes en este proceso (Gaufin y Tarzwell, 1952; Hynes, 1959; Resh et al. 1995).

Como objetivo principal de este estudio es comparar la riqueza, composición de la entomofauna acuática y la calidad de agua en los tres puntos de muestreo pertenecientes a la Concesión Mocoral.

6.2.5.6.1 Sitios de Monitoreo

El monitoreo se realizó en el área de influencia de la Concesión Minera Mocoral, en la cual se determinaron (3) cuerpos hídricos. La siguiente tabla muestra las coordenadas de ubicación y descripción de los puntos de muestreo cuantitativo para Macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 6-92. Sitios de Muestras de Macroinvertebrados

Áreas de Muestreo	Nombre del Cuerpo Hídrico	Fecha de Muestreo	Esfuerzo de Muestreo	Coordenadas WGS 84		Metodología Utilizada	Tipo de Vegetación	Descripción del Sitio
				Este (m)	Norte (m)			
PMB-01	Quebrada S/N	21/03/2019	2 Horas	771562	29325	Red Surber	Parque de Bosque (secundario)	Cuerpo de agua perteneciente a un sistema lotico, pedregoso, de aguas claras. De 1,50 cm de ancho y 0.40 cm de profundidad. Este recurso hídrico discurre por una ladera, en un área de parque de bosque aguas debajo de la explotación minera, la inclinación del terreno es aproximadamente 50° vegetación circundante al punto de muestreo arbórea.
PMB-02	Hilo de agua	21/03/2019	2 Horas	771943	28300	Red Surber	Área Abierta	Cuerpo de agua perteneciente a un sistema lotico, pedregoso, de aguas claras. De 0,10 cm de ancho. Este recurso hídrico discurre por una ladera, con una inclinación del terreno de aproximadamente 45°. El recurso hídrico se la utiliza para el campamento.
PMB-03	Quebrada S/N2	21/03/2019	2 Horas	771868	29382	Red Surber	Cuerpo de agua	Perteneciente a un sistema lotico, pedregoso, arenoso con abundante materia orgánica, de aguas claras. De 1,00 a 2,00m de ancho aproximadamente y 0.50 cm de

Áreas de Muestreo	Nombre del Cuerpo Hídrico	Fecha de Muestreo	Esfuerzo de Muestreo	Coordenadas WGS 84		Metodología Utilizada	Tipo de Vegetación	Descripción del Sitio
				Este (m)	Norte (m)			
								profundidad. Este recurso hídrico discurre por una ladera, en un área de parche de bosque aguas debajo de la explotación minera, la inclinación del terreno es aproximadamente 70° vegetación circundante al punto de muestreo arbórea.

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.5.6.2 Aspectos Metodológicos

Fase de campo

Muestreo Cuantitativo: Para la colecta de Macroinvertebrados en cada estación se tomó un tramo aproximado de 100 m longitudinales, donde aleatoriamente se muestrearon los diferentes microhábitats presentes (sustratos rocosos, orillas con vegetación, sedimento fino, macrófitos, detritus) durante una hora usando la red Surber, la que se colocó en el lecho del cuerpo de agua y se removió el sustrato, con este procedimiento se cubrieron los diferentes microhábitats. Se hicieron diez repeticiones en cada sitio de muestreo, para cubrir la mayor cantidad de microhábitats posibles y obtener una muestra de 1 m² (Roldan, 1988).

Con los datos obtenidos del muestreo cuantitativo de los Macroinvertebrados acuáticos se realizó todo el análisis de diversidad y aspectos ecológicos, ya que son datos representativos por la metodología y el esfuerzo de muestreo.

Fase de laboratorio

En el laboratorio se limpió las muestras y se extrajeron los organismos los mismos que fueron contados y clasificados a nivel de clase, orden, familia, género y morfoespecies, usando un estéreo-microscopio Olympus magnificación 1X a 3X. La identificación de los ejemplares se realizó a través de claves dicotómicas utilizadas para la entomofauna acuática (Merrit & Cummins. 1988; Roldan, 1988, 2003; Fernandez & Domínguez, 2009; Stehr, 1987). Para el presente estudio se contó con el permiso de investigación; la guía de movilización y el certificado de depósito.

Fase de gabinete

6.2.5.6.3 Análisis estadístico y ecológico

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia y la dominancia; para determinar estados ecológicos y comparaciones se usó el índice de diversidad de Shannon, con ayuda de programas estadísticos como "Bio Diversity Pro" con los datos obtenidos en base a la metodología establecida para la evaluación de la comunidad de Macroinvertebrados acuáticos del área de estudio.

Riqueza (S)

Es cantidad de especies en un área, o densidad de especies y se calcula de la siguiente manera.

$$d = (S - 1) / N^{1/2}$$

$$d = S / \log N$$

Dónde: S: representa el número de especies presentes
N: representa el número de individuos presentes

Abundancia Total = Se expresa en números de individuos por estación.
Abundancia relativa = Densidad absoluta x 100 / No. total de individuos de la muestra.
Dominancia = Grupos que por su abundancia son dominantes.

Índice de Diversidad de Shannon & Wiener

El índice de Shannon tiene como fórmula:

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

Donde p_i es la proporción con que cada especie aporta al total de individuos. Este índice refleja igualdad, mientras más uniforme es la distribución de las especies que componen la comunidad mayor es el valor (Roldán, 2003). Este índice sugiere que los valores menores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 es considerada como diversidad media y los valores iguales o mayores a 3.5 son considerados como una diversidad alta. (Magurran 1987).

Curvas 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 con red D-net. 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-Valverde & J. Hortal, 2003).

Estado de Conservación

Para evaluar el estado de conservación se usaron los siguientes parámetros:

Índice de Monitoreo Biológico – BMWP/ Col

Este índice permite evaluar la calidad del agua tomando en cuenta el nivel taxonómico de familias de macroinvertebrados acuáticos, asignando el mayor puntaje a las especies sensibles indicadoras de aguas limpias con un valor de 10, y el mínimo a las más tolerantes, indicadoras de mayor contaminación con el valor con un puntaje de uno.

Para el cálculo de este índice es necesario sumar el total de las puntuaciones obtenidas por la presencia de dichas especies, el valor asignado es desde menos 15 para aguas severamente contaminadas, hasta más de 150 donde se pueden encontrar familias indicadoras de aguas muy limpias.

Tabla 6-93. Escala de Valoración e Interpretación del Índice BMWP/COL

CLASE	CALIDAD	BMWP/COL	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150	Aguas Muy Limpias	Azul
		101-120	Aguas No Contaminadas o Poco Alteradas	
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: Zamora-Muñoz y Alba-Tercedor1996

EPT: Los individuos de los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera son distinguidos por su capacidad de sugerir la calidad o estado de conservación de los ecosistemas acuáticos; la suma de todos los taxos de estos tres órdenes forma el índice EPT (Plafkin et al 1989).

Aspectos Ecológicos

En base a la interpretación de los resultados obtenidos con el muestreo de Macroinvertebrados acuáticos, se evaluaron los siguientes aspectos ecológicos:

Nicho Trófico

Determinado por el papel que juega cada una de las especies de Macroinvertebrados acuáticos registrados, en la dinámica fluvial, además de las características de tipo alimenticio de los individuos (Roldán, 2003).

Especies de Interés

Especies de Macroinvertebrados acuáticos que por su Alta sensibilidad o por su inusual registro, son de interés para posteriores estudios (Roldán, 2003).

Distribución Vertical

En los ecosistemas acuáticos la estratificación depende de la luz y el agua. Los Macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí recibe los diferentes nombres:

Neuston: Se refiere a los organismos que viven sobre las superficies del agua, caminando, patinando o brincado. (Roldán, 2003).

Necton: Está conformado por lo organismos que nadan libremente en el agua. (Roldán, 2003).

Bentos: Son los organismos que viven en el fondo de los ríos, lagos, adheridos a piedras, troncos, restos de vegetación y sustratos similares. (Roldán, 2003).

Sensibilidad y Especies Indicadoras

Especies 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 siguiente tabla ilustra cada uno de los rangos:

Tabla 6-94. Valores de Sensibilidad Mediante BMWP

BMWPA	SENSIBILIDAD
101 – 150	Alta
36 – 100	Media
≤15 – 35	Baja

*Fuente: Domínguez, 1996

Índice de Chao1

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).

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

Dónde:

S= Número de especies en una muestra

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

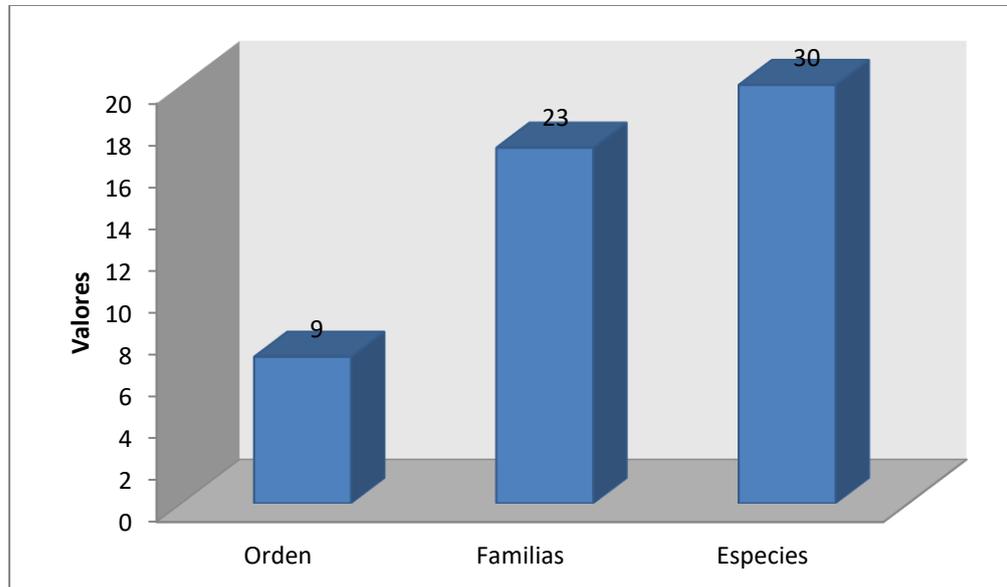
b= Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (Colwell, 1997 y Coddington, 1994).

6.2.5.6.4 Resultados Generales

Riqueza, Abundancia Relativa y Dominancia

En la Concesión Minera Mocoral se determinaron (3) cuerpos de agua, en los cuales se registraron un total de 141 individuos pertenecientes a: (9) órdenes, (23) familias y 30 especies.

Gráfico 6-47 Distribución porcentual de especies de Macroinvertebrados Acuáticos obtenidos en la Concesión Mocoral

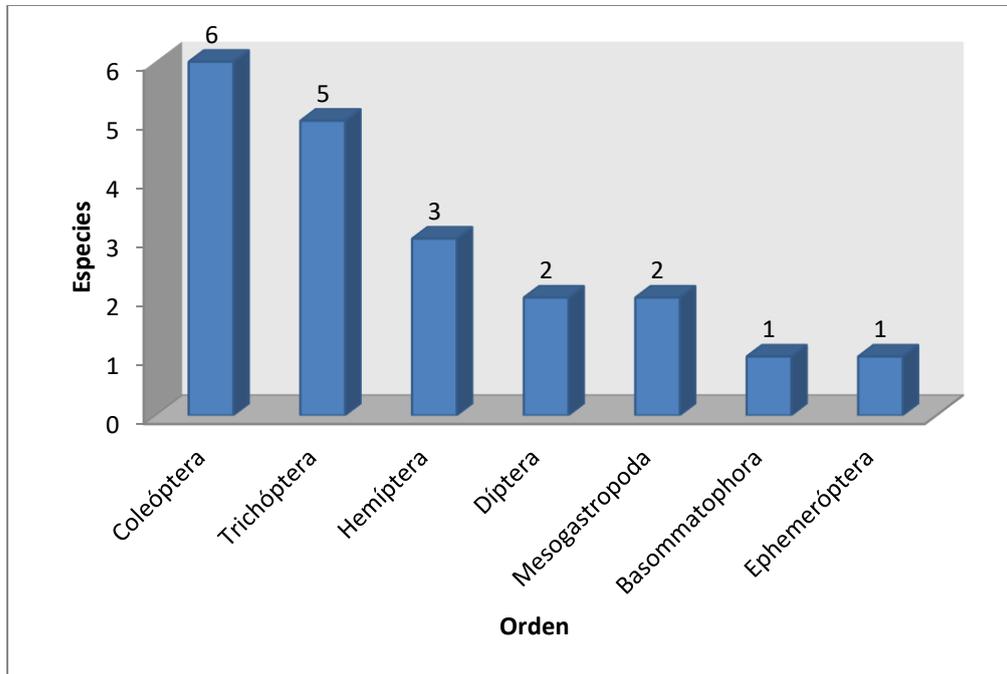


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

En los recursos hídricos estudiados el que mayor número de individuos presenta es PMB-03 (Quebrada SN), con 74 individuos, seguido del PMB-01 (Quebrada SN) con 41 individuos; mientras que el punto de muestreo PMB-02 (Hilo de agua) presenta menor número de individuos con 26 respectivamente.

El siguiente gráfico muestra al orden Coleóptera es el más diverso, con seis especies, seguido del Orden Trichóptera con cinco especies, Hemíptera con tres especies. En cuanto al resto de órdenes (4), presentan entre (2 y 1 especie) respectivamente.

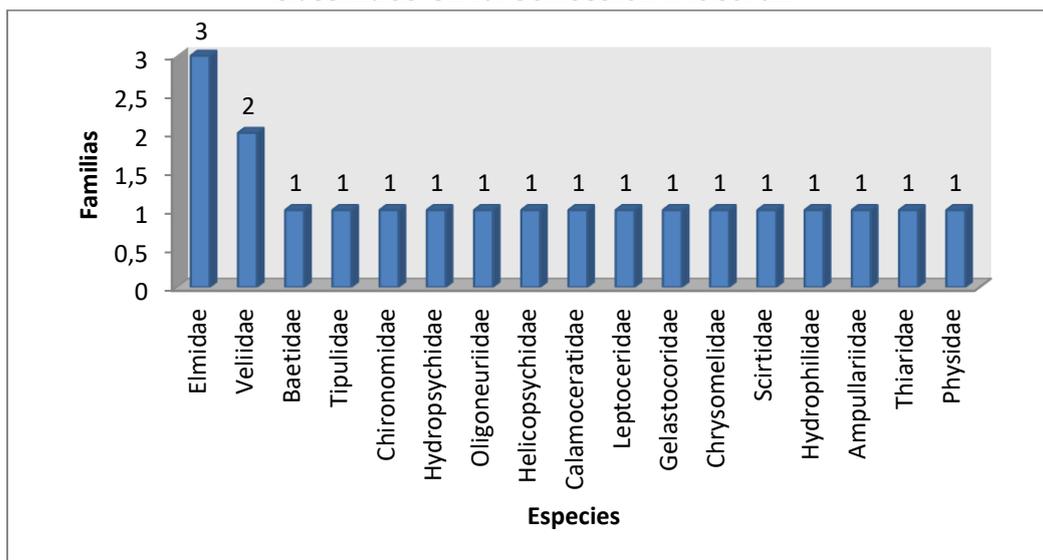
Gráfico 6-48 Número de Especies de Macroinvertebrados Acuáticos por órdenes obtenidos en la Concesión Mocoral



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

En cuanto a las familias Elmidae y Chironomida fueron las más representativas con tres y dos especies cada una. Mientras que las 15 familias restantes presentaron una especie.

Gráfico 6-49 Número de especies de Macroinvertebrados Acuáticos por familias obtenidos en la Concesión Mocoral.

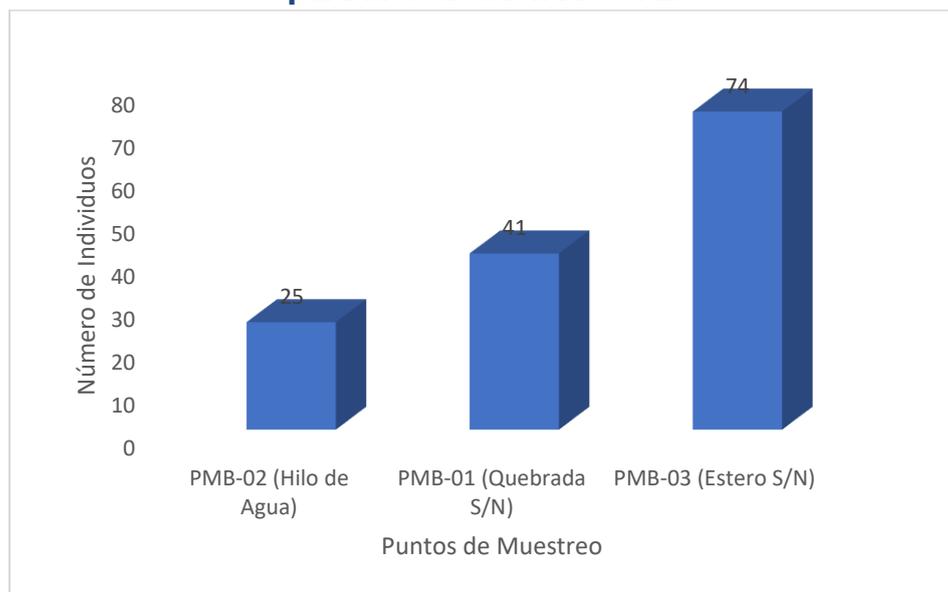


Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Abundancia

En el gráfico siguiente se representa el número de individuos de macroinvertebrados acuáticos registrados en cada cuerpo hídrico muestreado.

Gráfico 6-50 Número de individuos de Macroinvertebrados por puntos de muestreo para la Concesión Mocoral.



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Para el área de estudio el punto de muestreo PMB-03 (Quebrada S/N); fue el que mayor abundancia presentó con 74 individuos; seguidos del punto de muestreo PMB-01 (Quebrada S/N) con 41 individuos, mientras que con valores menores se registró el PMB-02 (Hilo de Agua), como se detalla en el gráfico anterior.

Abundancia Relativa (PMB-01, PMB-02)

Según los datos obtenidos en los puntos de muestreo las especies se catalogaron de la siguiente manera: Raras (R) a 21 especies, que representaron el 70%; seguidos de (5) especies Poco abundantes (PA), que representan el 17%. Mientras que cuatro especies consideraron abundantes (A), representando el 13%.

Tabla 6-95. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados registrados en la Concesión Mocoral.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	NÚMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	TIPO DE REGISTRO
Insecta	Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	28	A	Cp
			<i>Rhagovelia sp</i>	18	A	Cp
		Gelastocoridae	<i>Gelastocoridae ND</i>	1	R	Cp
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes sp</i>	6	PA	Cp
	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma sp</i>	1	R	Cp
		Ceratopogonidae	<i>Probezzia sp</i>	3	R	Cp

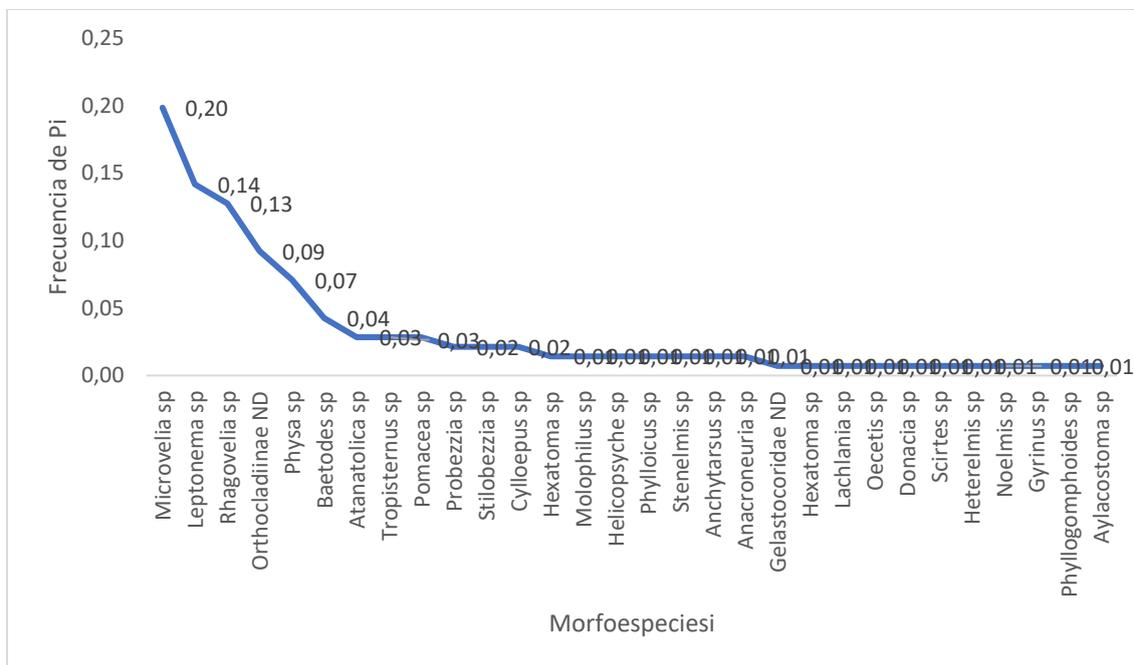
CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	NÚMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	TIPO DE REGISTRO
			<i>Stilobezzia sp</i>	3	R	Cp
		Chironomidae	<i>Orthoclaadiinae ND</i>	13	A	Cp
		Tipulidae	<i>Hexatoma sp</i>	2	R	Cp
			<i>Molophilus sp</i>	2	R	Cp
	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema sp</i>	20	A	Cp
		Oligoneuriidae	<i>Lachlania sp</i>	1	R	Cp
		Helicopsychidae	<i>Helicopsyche sp</i>	2	R	Cp
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>	2	R	Cp
		Leptoceridae	<i>Oecetis sp</i>	1	R	Cp
			<i>Atanatolica sp</i>	4	PA	Cp
	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Donacia sp</i>	1	R	Cp
		Scirtidae	<i>Scirtes sp</i>	1	R	Cp
		Elmidae	<i>Cylloepus sp</i>	3	R	Cp
			<i>Heterelmis sp</i>	1	R	Cp
			<i>Noelmis sp</i>	1	R	Cp
			<i>Stenelmis sp</i>	2	R	Cp
		Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus sp</i>	2	R	Cp
		Gyrinidae	<i>Gyrinus sp</i>	1	R	Cp
		Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp</i>	4	PA	Cp
	Odonata	Gomphidae	<i>Phyllogomphoides sp</i>	1	R	Cp
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp</i>	2	R	Cp	
Gastropoda	Mesogastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>	4	PA	Cp
		Thiaridae	<i>Aylacostoma sp</i>	1	R	Cp
	Basommatophora	Physidae	<i>Physa sp</i>	10	A	Cp
Tipo de Registro: Observación Directa (od); Captura (Cp)						
Abundancia relativa: R=Rara 1-3 ind., PA=Poco abundante 4-9 ind., A=Abundante10-49 ind., D=50 ind. O más.						

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019.

Dominancia

En el análisis curva de rango dominancia-diversidad se establece que la especie *Microvelia sp*, es el más abundante con 28 individuos que representa el 0,20%, seguido de la especie *Leptonema sp*, con 20 individuos que representa el 0,14%, seguido por la especie *Rhagovelia sp*, con 18 individuos que representa el 0,13%, *Orthoclaadiinae ND*, con 13 individuos que representan el 0,09%, mientras que el resto de especies (26) presentó un descenso gradual en sus valores de Pi a partir de 0,07%. El total de individuos registrados en el área de estudio fue de 141, respectivamente.

Gráfico 6-51 Curva de rango dominancia abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos obtenidos en la Concesión Mocoral



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019.

Abundancia Relativa (PMB-01)

Según los datos obtenidos en el punto de muestreo las especies se catalogaron de la siguiente manera: Raros (R) a 10 especies, que representaron el 83%; en cuanto a las especies Abundantes y Poco abundantes registraron valores inferiores como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 6-96. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados registrados en PMB-01

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ABUNDANCIA RELATIVA	TIPO DE REGISTRO	
Insecta	Hemiptera	Veliidae	Microvelia sp	R	Cp	
			Rhagovelia sp	PA	Cp	
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes sp	R	Cp	
	Diptera	Chironomidae	Orthoclaadiinae ND	R	Cp	
			Hydropsychidae	Leptonema sp	A	Cp
			Oligoneuriidae	Lachlania sp	R	Cp
			Calamoceratidae	Phylloicus sp	R	Cp
	Trichoptera	Leptoceridae	Atanotolica sp	R	Cp	
			Cylloepus sp	R	Cp	
			Noelmis sp	R	Cp	
Stenelmis sp			R	Cp		
Coleoptera	Elmidae					
Gastropoda	Mesogastropoda	Ampullariidae	Pomacea sp	R	Cp	

Tipo de Registro: Observación Directa (od); Captura (Cp)

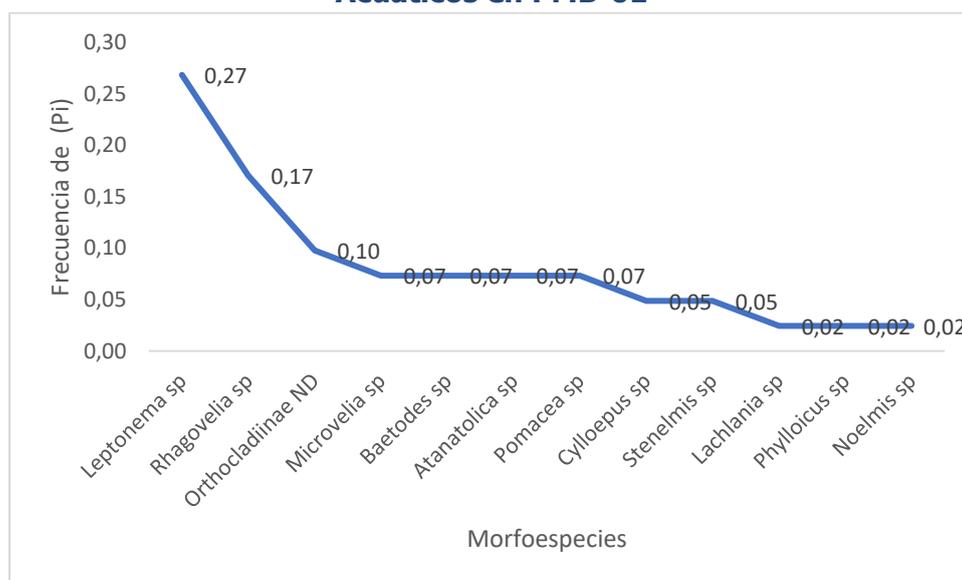
Abundancia relativa: R=Rara 1-3 ind., PA=Poco abundante 4-9 ind., A=Abundante10-49 ind., D=50 ind. O más.

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Dominancia

En el (análisis curva de rango dominancia-diversidad) establece que la especie *Leptonema sp*, es el más abundante con 11 individuos que representan el 0,27%, seguido de la especie *Rhagovelia sp*, con 7 individuos que representan el 0,17%, Orthocladiinae ND con (4) individuos que representan el 0,10%, mientras que el resto de especies (9) presentaron un descenso gradual en sus valores de Pi de 0,07%, respectivamente.

Gráfico 6-52 Curva de rango dominancia abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en PMB-01



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Abundancia Relativa (PMB-02)

Para el PMB-2 (Hilo de agua) las especies fueron catalogadas de la siguiente manera: Raros a 10 especies, que representaron el 91%; y Mientras que (1) especies se consideraron como Poco Abundantes (A), representando el 9% de las especies, para el puntos de muestreo evaluado.

Tabla 6-97 Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados registrados en PMB-02

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ABUNDANCIA RELATIVA	TIPO DE REGISTRO
Insecta	Hemiptera	Veliidae	Microvelia sp	R	Cp
		Gelastocoridae	Gelastocoridae ND	R	Cp
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes sp	R	Cp
	Diptera	Tipulidae	Hexatoma sp	R	Cp
	Trichoptera	Helicopsychidae	Helicopsyche sp	R	Cp
	Coleoptera	Chrysomelidae	Donacia sp	R	Cp
		Scirtidae	Scirtes sp	R	Cp
Hydrophilidae		Tropisternus sp	PA	Cp	

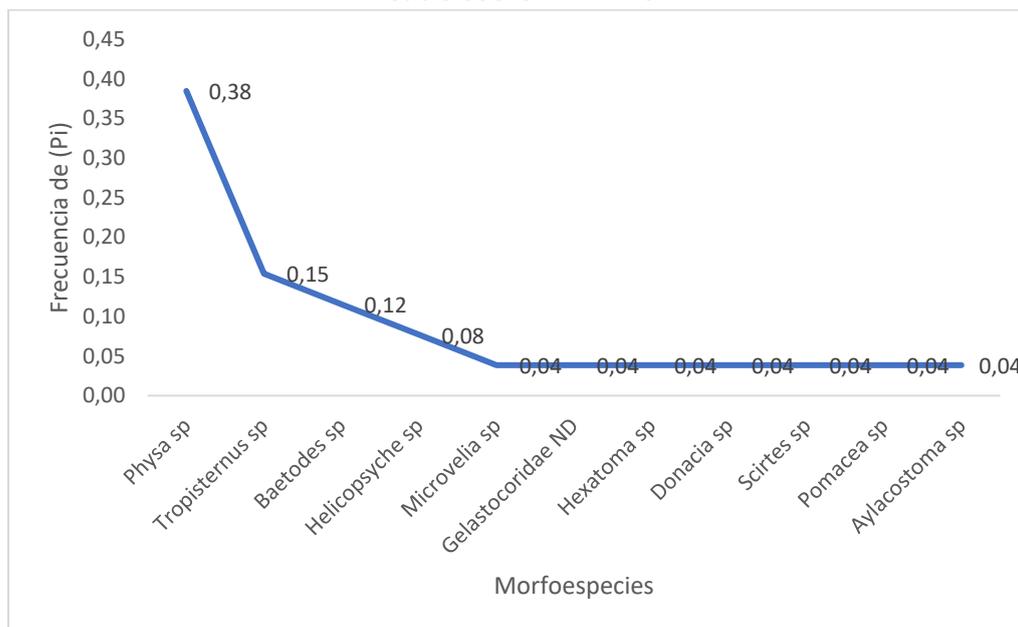
CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ABUNDANCIA RELATIVA	TIPO DE REGISTRO
Gastropoda	Mesogastropoda	Ampullariidae	Pomacea sp	R	Cp
		Thiaridae	Aylacostoma sp	R	Cp
	Basommatophora	Physidae	Physa sp	R	Cp
Tipo de Registro: Observación Directa (od); Captura (Cp)					
Abundancia relativa: R=Rara 1-3 ind., PA=Poco abundante 4-9 ind., A=Abundante 10-49 ind., D=50 ind. O más.					

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Dominancia

En cuanto a la dominancia de especies, en el siguiente grafico se puede observar a *Physa* sp. como la mas abundante con 10 individuos que representan el 0,38%, seguido de *Tropisternus* sp, con (4) individuos que representan el 0,15%, seguido por la especie Baetodes sp con (3) individuos que representan el 0,12%, mientras que el resto de especies (8) presentaron un descenso gradual en sus valores de Pi de 0,08%.

Gráfico 6-53 Curva de Rango Dominancia Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en PMB-02



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Abundancia Relativa (PMB-03)

Para el PMB-03 (Estero SN), se registraron tres categorías en cuanto a la abundancia relativa se refiere, las cuales están asociadas a los macroinvertebrados acuáticos. Esta escala señala como especies raras (R) a aquellas que presentan de uno a tres individuos; especies poco abundantes (PA) a aquellas que presentan de cuatro a nueve individuos; abundantes (A), a las que presentan de 10 a 49 individuos.

Según los datos obtenidos en los puntos de muestreo se catalogaron de la siguiente manera: Raros (R) a 13 especies, que representaron el 76%; seguido de las especies abundantes y poco abundantes (2) con dos especies cada categoría, y se encuentran representando el 12%, respectivamente. En la siguiente tabla a continuación se detallan las especies con sus respectivos registros.

Tabla 6-98. Composición Taxonómica y Abundancia Relativa de Macroinvertebrados Registrados en PMB-03

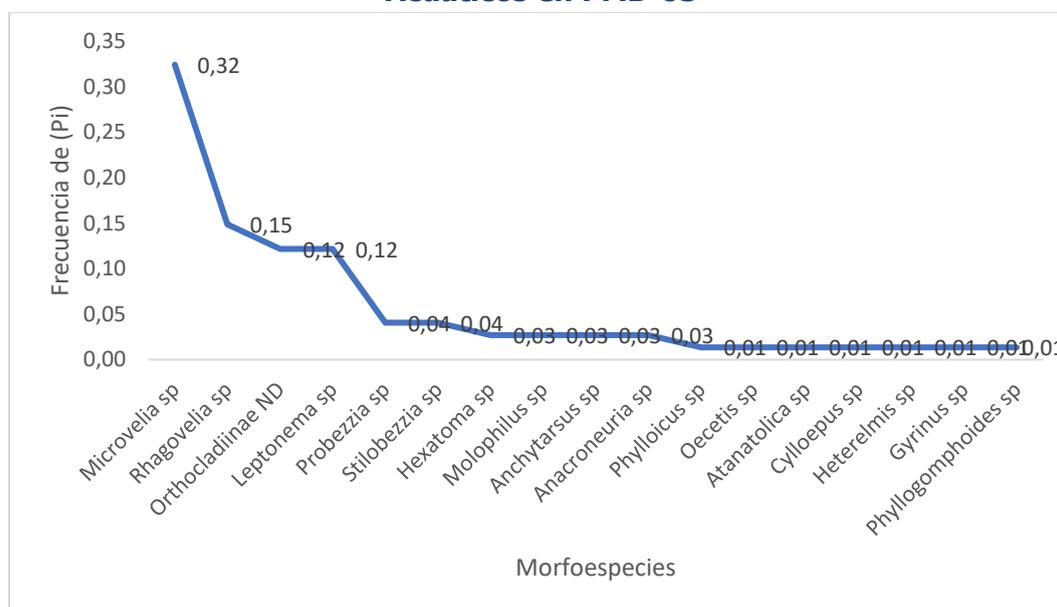
CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ABUNDANCIA RELATIVA	TIPO DE REGISTRO
Insecta	Hemiptera	Veliidae	Microvelia sp	A	Cp
			Rhagovelia sp	A	Cp
	Diptera	Ceratopogonidae	Probezzia sp	R	Cp
			Stilobezzia sp	R	Cp
		Chironomidae	Orthocladiinae ND	PA	Cp
		Tipulidae	Hexatoma sp	R	Cp
			Molophilus sp	R	Cp
		Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema sp	PA
	Calamoceratidae		Phylloicus sp	R	Cp
	Leptoceridae		Oecetis sp	R	Cp
			Atanatolica sp	R	Cp
	Coleoptera	Elmidae	Cylloepus sp	R	Cp
			Heterelmis sp	R	Cp
		Ptilodactylidae	Anchytarsus sp	R	Cp
		Gyrinidae	Gyrinus sp	R	Cp
	Odonata	Gomphidae	Phyllogomphoides sp	R	Cp
	Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria sp	R	Cp
	Tipo de Registro: Observación Directa (od); Captura (Cp)				
Abundancia relativa: R=Rara 1-3 ind., PA=Poco abundante 4-9 ind., A=Abundante 10-49 ind., D=50 ind. O más.					

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Dominancia

En el (análisis curva de rango dominancia-diversidad) este establece que la especie *Microvelia sp*, es el más abundante con 24 individuos que representa el 0,32%, seguido de la especie *Rhagovelia sp*, con 11 individuos que representa el 0,15%, seguido por las especies *Leptonema sp*, *Orthocladiinae ND* con (9) individuos cada uno, que representa el 0,12%, *Probezzia sp*, *Molophilus sp*, *Stilobezzia sp* con (3) individuos cada uno, que representan el 0,04%, *Molophilus sp*, *Hexatoma sp*, *Anacroneuria sp*, *Anchytarsus sp*, con (2) individuos cada uno que representan el 0,03%, mientras que el resto de especies (7) presentó un descenso gradual en sus valores de Pi de 0,01%. El total de individuos registrados en el área de estudio fue de 74.

Gráfico 6-54 Curva de Rango Dominancia Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en PMB-03



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019.

Diversidad

En los puntos de muestreo el 100% de los cuerpos de agua analizados (1 recursos hídricos) presentan diversidad Media, siendo el más diverso el PMB-01 (Quebrada S/N), es importante resaltar que los datos de diversidad no permiten determinar calidad ambiental, por lo que para evaluar los recursos hídricos es apropiado el uso de índices bióticos como BMWP/Col usado en el presente monitoreo.

Tabla 6-99 Valores de Riqueza, Abundancia y Diversidad Registrada en la Concesión Mocal

CODIGO	PUNTO DE MUESTREO	RIQUEZA (S)	ABUNDANCIA (N)	EQUITABILIDAD O UNIFORMIDAD (J)	SHANNON-WIENER (H)	INTERPRETACIÓN
PMB-01	Quebrada S/N	11	38	0,89	2,21	Mediana Diversidad
PMB-02	Hilo de Agua	10	25	0,82	1,89	Mediana Diversidad
PMB-03	Quebrada S/N2	17	74	0,78	2,21	Mediana Diversidad

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019.

Índices Ecológicos

Índice BMWP: En la siguiente tabla se destacan los valores obtenidos con la aplicación del índice BMWP/COL para evaluar la calidad del agua.

Tabla 6-100 Valores del Índice BMWP/COL para los recursos hídricos muestreados en la Concesión Mocoral

PUNTO DE MUESTREO	VALOR DEL BMWP/COL	CLASE	CALIDAD	SIGNIFICADO
PMB-01 (Quebrada S/N)	54	III	Dudosa	Aguas Moderadamente Contaminadas
PMB-02 (Hilo de Agua)	51	III	Dudosa	Aguas Moderadamente Contaminadas
PMB-03 (Quebrada S/N2)	83	II	Aceptable	Aguas Ligeramente Contaminadas

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

Según los datos arrojados del BMWP/Col para los cuerpos de agua de la Concesión Mocoral, presentan valores de (54 y 51 puntos); ubicándolos en clase III con una dudosa calidad de agua en función del nivel taxonómico de las familias de Macroinvertebrados acuáticos encontrados en el cuerpo de agua, pues el mayor puntaje fue dado a las especies sensibles indicadoras de aguas limpias y el mínimo a las más tolerantes. Los recursos hídricos correspondan a aguas moderadamente contaminadas, esto se debe en gran parte a las condiciones ambientales en las que se realizó el muestreo afectando en forma negativa a la población macrobentónica con altos requerimientos ecológicos. Para el punto PMB-03 se tiene valores de (83 puntos); ubicándolos en clase II con una aceptable calidad de agua. El recurso hídrico en estudio corresponde a aguas ligeramente contaminadas, esto se debe en gran parte a las condiciones ambientales que presenta el recurso fluvial.

EPT: Los individuos de los órdenes: Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera son distinguidos por su capacidad de sugerir la calidad o estado de conservación de los ecosistemas acuáticos; la suma de todos los taxos de estos tres órdenes forma el índice EPT (Plafkin et al 1989).

Tabla 6-101 Tabla Valores de las Taxas EPT

PUNTO DE MUESTREO	INDIVIDUOS EPT	INTERPRETACIÓN
PMB-01 (Quebrada S/N)	42% 16	Regular
PMB-02 (Hilo de Agua)	20% 5	Mala
PMB-01 (Quebrada S/N2)	19% 14	Mala

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

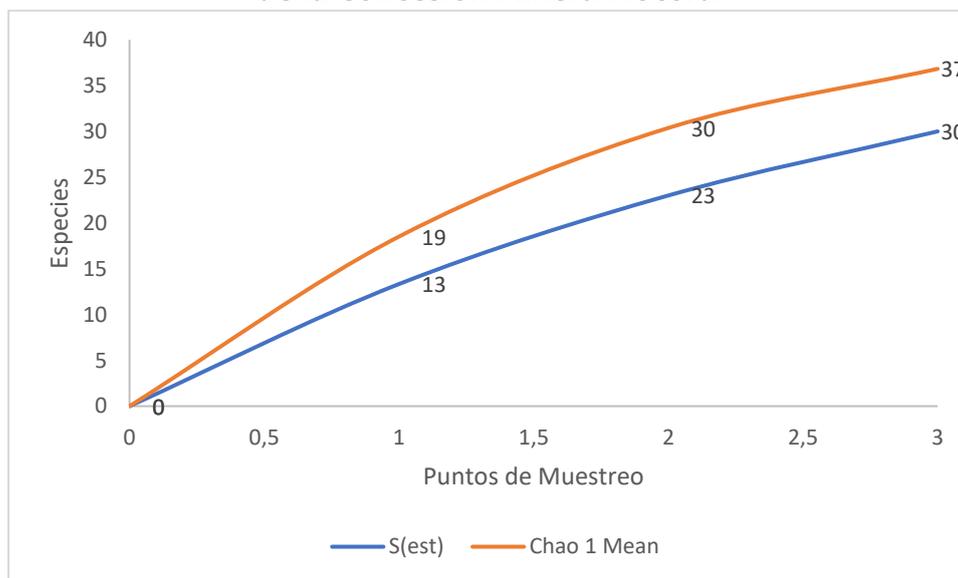
De acuerdo con el análisis de individuos de EPT registrados en los puntos de muestreo, se observa que los cuerpos de agua PMB-02 (hilo de agua) y PMB-03 (Quebrada S/N2) se encuentra severamente impactado, mientras que el PME-01 Quebrada SN, presenta un estado de conservación ligeramente impactado. En la tabla anterior se puede apreciar los resultados obtenidos por cada punto de muestreo evaluado con los respectivos valores que indican la calidad del agua.

Curva de Acumulación de Especies

En cuanto al análisis de la curva de acumulación de especies se obtuvo un valor de (30 especies) que corresponde al 81% de macroinvertebrados acuáticos potencialmente existentes; quedando

por registrar (7 especies), alrededor del 19% respectivamente. Como se observa en el gráfico la curva en su totalidad no llega a la asíntota esperada, por lo que se sugiere aumentar el esfuerzo de muestreo para lograr registrar las especies raras o sensibles que aún faltan.

Gráfico 6-55 Curva de Acumulación de Especies registradas por Sitios de Muestreo de la Concesión Minera Mocoral



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

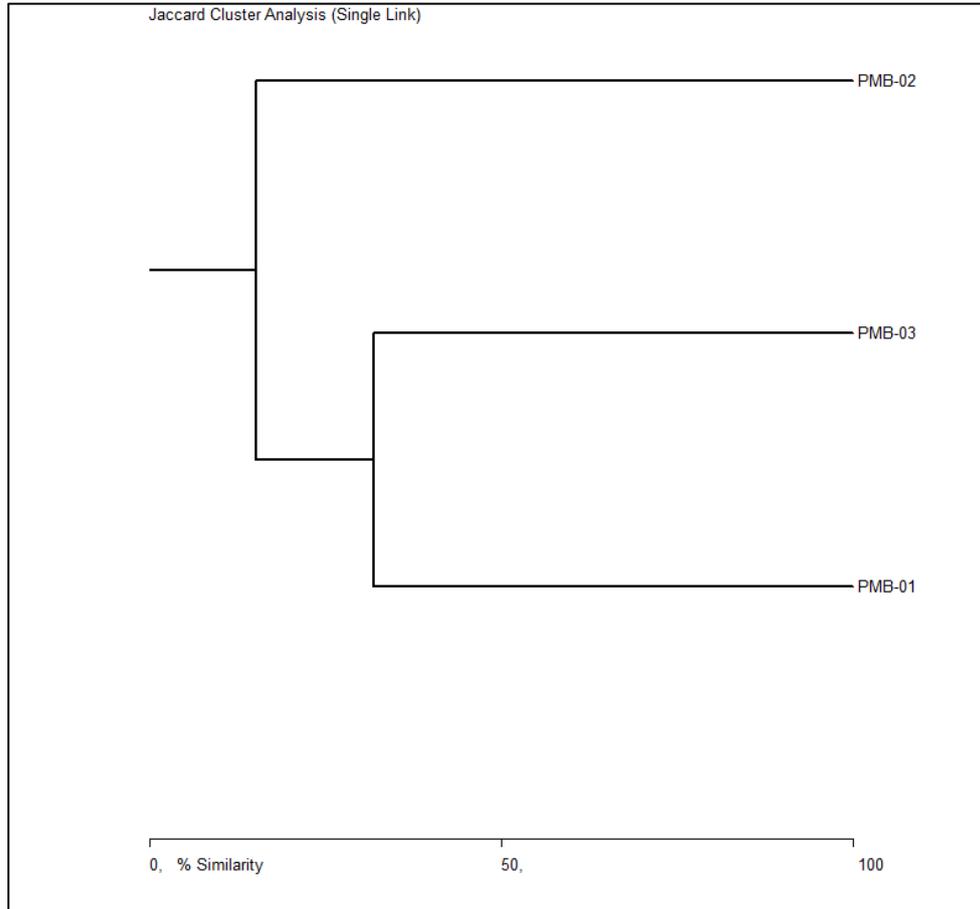
Índice de Chao 1

Según el estimador de riqueza de Chao-1 para para la unidad de estudio se podría registrar (37 especies) de macroinvertebrados acuáticos como indica el gráfico anterior.

Análisis de Similitud

Con el propósito de establecer el grado de similitud entre los puntos de muestreo cuantitativos de los macroinvertebrados acuáticos se elaboró el diagrama de similitud de Cluster, en la cual presenta el mayor porcentaje de similitud (31,82%) entre puntos de muestreo PMB-03 y PMB-01, esto demuestra que los ambientes de estas dos muestras son similares en un porcentaje menor al 50% y comparten siete especies.

Gráfico 6-56. Dendrograma de Similitud de Cluster en base a Jaccard



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
 Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

Aspectos Ecológicos

Los aspectos biológicos y ecológicos de esta fauna acuática, para la mayoría de las especies son desconocidos. A continuación, se presentan breves características ecológicas de los órdenes de macroinvertebrados acuáticos:

Ephemeropteros: Las larvas de este orden son exclusivamente acuáticas y pueden vivir hasta 2 años. En su mayor parte son detritívoros (se alimentan de materia orgánica muerta) y herbívoros. Un gran número de familias de este orden son buenos indicadores de la calidad del ecosistema y poseen generalmente gran sensibilidad a condiciones ácidas.

Tricópteros: Constituyen uno de los grupos de insectos más importantes de los ecosistemas acuáticos. Su modo de alimentación es muy variado, con especies herbívoras, detritívoras y depredadoras, y presentan en general cierta exigencia en cuanto a la calidad del agua.

Coleópteros: Constituyen el mayor grupo de insectos y, quizá, el más evolucionado. Presentan un régimen alimenticio muy variado y la calidad de las aguas no suele ser un factor determinante en la distribución de muchas familias de este grupo.

Dípteros: Algunas especies están adaptadas a vivir en zonas con elevadas corrientes y concentraciones de oxígeno, mientras que otras son especies oportunistas, adaptadas a vivir en ecosistemas con ciertas perturbaciones e incluso en condiciones extremas, por lo que hay especies con requerimientos muy diferentes en cuanto a la calidad del agua, lo cual es usado frecuentemente como indicador de la misma.

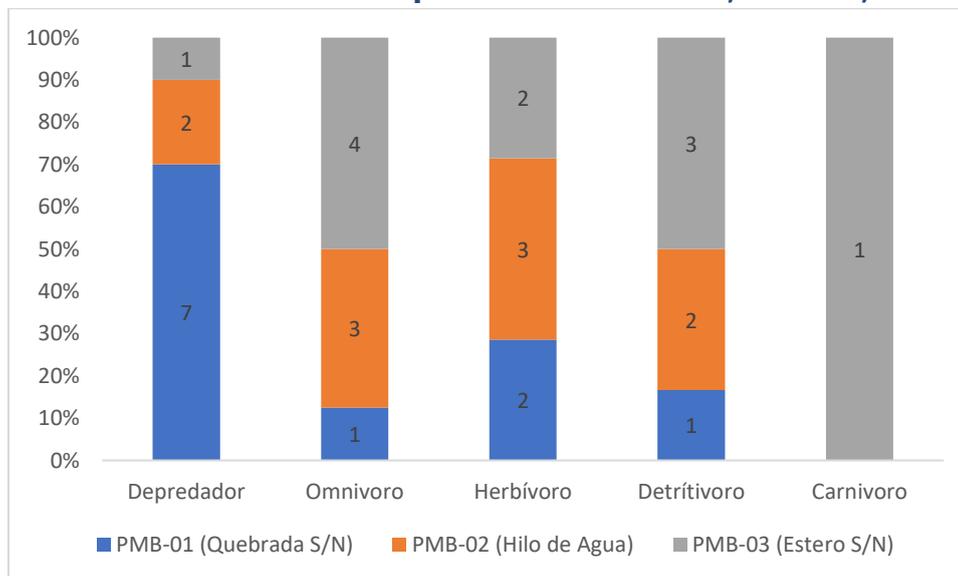
Nichos Tróficos

De acuerdo a su fuente de alimento, los macroinvertebrados acuáticos se clasifican en cuatro categorías tróficas generales (detritívoros, herbívoros, omnívoros 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 et al., 2005).

En un ecosistema acuático saludable se registra el dominio de los detritívoros, seguidos por los herbívoros y en menores proporciones los carnívoros, puesto que estos organismos dependen de la hojarasca (materia orgánica particulada gruesa) como recurso alimenticio base (Chará-Serna et al., 2010).

En el presente estudio se pudo diferenciar las siguientes categorías tróficas para los tres puntos de muestreo.

Gráfico 6-57 Nichos Tróficos presentes en PMB-01, PMB-02, PMB-03



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
 Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2019

En cuanto al análisis de nichos tróficos en el gráfico anterior se puede observar a las especies depredadoras como dominantes con (10) ejemplares y representan el 31% del total de la muestra, seguido de las especies Omnívoras con (0) organismos y se encuentran representando el 25%, en tercer lugar se registran las especies Herbívoras con (6) especies y representan el 22%, en cuanto al resto de nichos tróficos presentan valores inferiores.

Distribución Vertical Dentro De La Columna De Agua

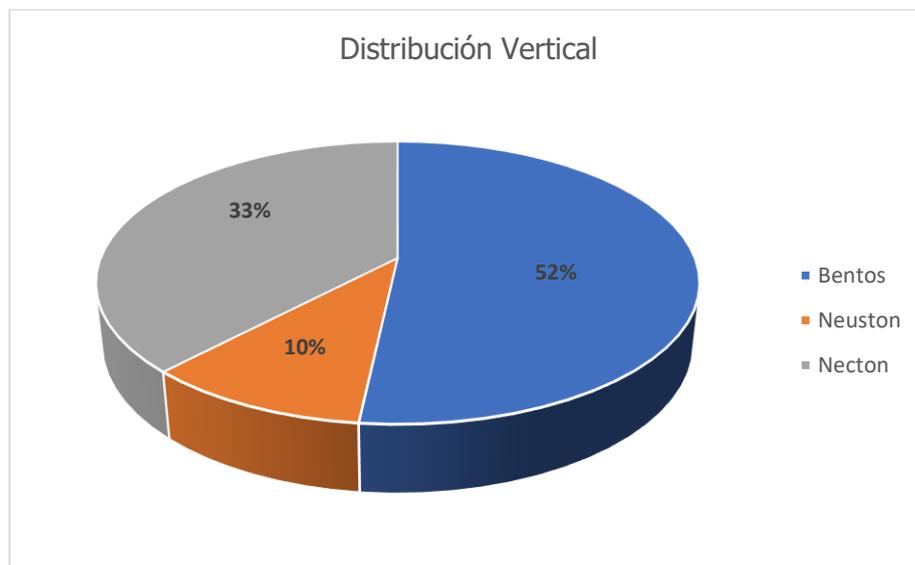
Para La Concesión Minera Mocoral se registró la Entomofauna acuática que corresponden a los siguientes grupos.

Necton: Están involucradas las especies que se desplazan por toda la columna de agua para filtrar alimento o para cazar dentro de este grupo podemos mencionar al Orden Coleóptera a las especies *Donacia sp*, *Cylloepus sp*, *Scirte sp*, *Noelmis sp*, *Stenelmis sp*, *Heterelmis sp*, *Anchytarsus sp*, y *Gyrinus sp*.

Bentos: Corresponden a los organismos que moran en los lechos de los cuerpos de agua donde encuentran alimento y refugio como son los bentos que corresponde al orden de los Dípteros como las morfoespecies *Orthoclaadiinae*, *Hexatoma sp*, *Stilobezzia sp*, *Probezia sp* y *Molophilus sp*.

Neuston: Está conformado por lo organismos que nadan libremente en el agua. (Roldán, 2003). Dentro de aquello podemos encontrar a: *Microvelia sp*, *Rhagovelia sp*, *Baetodes sp* y *Gelastotocoridae*.

Gráfico 6-58. Distribución Vertical Presente en la Unidad de Estudio Concesión Minera Mocoral



Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

En el enunciado y figura anterior se detallan las especies agrupadas en la distribución vertical dentro de la columna de agua y es así que se registraron a 15 especies Bentónicas y se encuentran representando el 52%, seguidos de las especies Nectónicas con 11 especies y se encuentran representando el 33% y, por último, pero no menos importante se encuentran las especies Neustónicas con (3) y representando el 10% respectivamente.

Especies de Interés

Los macroinvertebrados son considerados indicadores de ambientes acuáticos en buen estado; entre las especies más importantes están: *Lachlania sp*, *Helicopsyche sp*, *Phylloicus sp*, *Atanatolica p*, *Microvelia sp*, *Rhagovelia* entre otros, que son susceptibles a algún grado de contaminación. Así mismo, hay especies indicadoras de ambientes contaminados, como el caso de Orthocladiinae ND y *Hexatoma sp*.

Sensibilidad de las Especies y Calidad de Agua Mediante BMWPA/COL Y EPT

Para determinar la calidad de agua se han utilizado los valores de sensibilidad así tenemos que las familias con puntuación de 8 a 10 tienen alta sensibilidad; entre 4 y 7 media, y de 1 a 3 baja sensibilidad. (Roldan, 2003).

Punto de Muestreo: PMB-01 (Quebrada S/N)

Se registró (3) especies sensibles a la contaminación con valor BMWP/col superior a ocho, que presento el 0,09% del total de las especies valoradas por el índice mencionado, las especies más sensibles según los valores de BMWPA/Col fueron: *Lachlania sp*, *Phylloicus sp* y *Atanatolica sp*.

Punto de Muestreo: PMB-02 (Hilo de agua)

Se registró (1) especies sensible a la contaminación con valor BMWP/col superior a ocho, que presento el 0,08% del total de las especies valoradas por el índice BMWP/Col, la especie más sensibles según los valores de BMWPA/Col fue: *Helicopsyche sp*.

Punto de Muestreo: PMB-03 (Quebrada S/N2)

Presentó una calidad de agua Aceptable (BMWP/Col 83). En este punto de muestreo se reportaron cuatro familias sensibles con valores de 9. Este resultado posiblemente se deba a conformación del lecho del estero que contiene necromasa, que proporciona refugio y alimentación a la población macrobentónica.

Especies Sugeridas Para Futuros Monitoreos

De acuerdo a la información generada, de los dos recursos hídricos muestreados, las especies más sensibles según los valores de BMWP/COL fueron: *Lachlania sp*, *Helicopsyche sp*, *Phylloicus sp*, *Atanatolica p*, *Microvelia sp*, *Rhagovelia*, *Gelastocoridae ND*, *Donacia sp*, *cirtes sp*, *Cyllopeus sp*, *Noelmis sp*, *Senelmis sp etc*; son los que se deberían tomarse en cuenta para futuros estudios, debido a que estos son organismos sensibles a contaminantes.

Estado de Conservación y Endemismo

La comunidad de Macroinvertebrados acuáticos registrados en la Concesión Minera Mocoral no tiene registros de especies vulnerables dentro de las listas del Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales UICN (2023) y CITES (2023).

Uso del Recurso

Para el área de estudio ninguna de las especies de Macroinvertebrados registrados en los cuerpos hídricos son utilizados para alguna actividad económica o alimenticia; pero son un eslabón importante dentro de la cadena alimenticia, y la ausencia de estos puede afectar negativamente al resto macrofauna acuática.

6.2.5.6.5 Conclusiones

- En este estudio biótico se reportaron Macroinvertebrados con altas exigencias ecológicas, lo que implica que las áreas estudiadas mantienen ciertas condiciones favorables para conservar la diversidad de estos. Estos son algunos registros que se encontraron en los puntos de muestreo: *Lachlania sp*, *Helicopsyche sp*, *Phylloicus sp*, *Atanatolica sp*, *Microvelia sp*, *Rhagovelia sp*, entre otros. El Total de macroinvertebrados acuáticos registrados en la Concesión Minera Mocoral fue de: 141 individuos, (9) órdenes, 23 familias y 30 especies.
- El recurso hídrico (Quebrada S/N), presentó mayor número de individuos 38; mientras que el (Hilo de agua) solo presento 25 individuos. La abundancia de individuos puede ser distinta en la época seca y en invierno ya que los Macroinvertebrados son arrastrados por la corriente, afectando en un 50% el muestreo de los mismos.
- Según el índice BMWP/Col para evaluar la calidad de agua en base a la escala de valoración y puntuación de este índice para el cálculo de este índice, es necesario sumar el total de las puntuaciones obtenidas por la presencia de dichas especies, el valor asignado es desde menos 15 para aguas severamente contaminadas, hasta más de 150 donde se pueden encontrar familias indicadoras de aguas muy limpias. De acuerdo a lo citado anteriormente los tres cuerpos de agua estudiados pertenecientes a la Concesión Minera Mocoral, presentan aguas moderadamente contaminadas de acuerdo al cálculo realizado en función del nivel taxonómico de las familias de Macroinvertebrados acuáticos asignando el mayor puntaje a las especies sensibles indicadoras de aguas limpias y el mínimo a las más tolerantes; sin embargo, existen macrobentos de sensibilidad alta, lo que significa que las condiciones que presentan aun los sistemas fluviales son idóneas para el desarrollo de los macrobentos.
- Los Macroinvertebrados reportados en toda el área de estudio Concesión Mocoral no constan en las Listas Rojas de la UICN o en las listas de la CITES de especies traficadas.
- Pese a que los recursos hídricos se encuentran en zonas bajo presión antrópica y ambientales, se pudo reportar macroinvertebrados con altas exigencias ecológicas, lo que implica que mantienen ciertas condiciones para que los macroinvertebrados acuáticos se desarrollen; entre los cuales podemos mencionar a: *Anacroneuria sp*, *Phyllogomphoides sp*, *Heterelmis sp*, *Cylloepus sp*, *Anchytarsus sp*, *Gyrinus sp*, *Atanatolica sp*, *Oecetis sp*, *Phylloicus sp*, *Leptonema sp*, *Microvelia sp*, *Rhagovelia sp* entre otros.
- Es importante mencionar que la abundancia de individuos puede ser distinta en la época seca y en invierno ya que los macroinvertebrados son arrastrados por la corriente, afectando en un 50% el muestreo de los recursos hídricos.
- Mediante el Índice BMWPA/ Col. (1 Punto de muestreo), corresponde a aguas ligeramente contaminadas. Este resultado refleja que el ecosistema presenta las condiciones favorables para el desarrollo de los macrobentos.

- Se recomienda continuar con los muestreos de manera semestral a fin de determinar la verdadera riqueza existente en los recursos hídricos, así como el estado de conservación.

6.2.5.7 Ictiofauna

Las comunidades de peces son consideradas como un vector de comunicación útil para sensibilizar al público y a las autoridades sobre la necesidad preservar la calidad de ríos y quebradas. Por ello su caracterización resulta muy importante porque éstas son reconocidas como una buena herramienta de ayuda para la toma de decisiones en materia ambiental y como índices de la calidad del medio acuático en el mundo, capaces de indicar diversos niveles de degradación y de definir el éxito de restauración de los ecosistemas acuáticos (Aguilar, 2005).

6.2.5.7.1 Sitios de Muestreo

El estudio se realizó en el área de influencia de la Concesión Minera Mocoral, en la cual se determinaron (3) cuerpos hídricos. La siguiente tabla muestra las coordenadas de ubicación y descripción de los puntos de muestreo cuantitativo para la ictiofauna.

Tabla 6-102. Sitios de Muestreos de Ictiofauna

Áreas de Muestreo	Nombre del Cuerpo Hídrico	Fecha de Muestreo	Esfuerzo de Muestreo	Coordenadas WGS 84		Metodología Utilizada	Tipo de Vegetación	Descripción del Sitio
				Este (m)	Norte (m)			
PMB-01	Quebrada S/N	21/03/2019	1 hora	771562	29325	Red Manual	Parque de Bosque (secundario)	Cuerpo de agua perteneciente a un sistema lotico, pedregoso, de aguas claras. De 1,50 cm de ancho y 0,40 cm de profundidad. Este recurso hídrico discurre por una ladera, en un área de parche de bosque aguas debajo de la explotación minera, la inclinación del terreno es aproximadamente 50° vegetación circundante al punto de muestreo arbórea.
PMB-02	Hilo de agua	21/03/2019	1 hora	771943	28300	Red Manual	Área Abierta	Cuerpo de agua perteneciente a un sistema lotico, pedregoso, de aguas claras. De 0,10 cm de ancho. Este recurso hídrico discurre por una ladera, con una inclinación del terreno de aproximadamente 45°. El recurso hídrico se la utiliza para el campamento.

Áreas de Muestreo	Nombre del Cuerpo Hídrico	Fecha de Muestreo	Esfuerzo de Muestreo	Coordenadas WGS 84		Metodología Utilizada	Tipo de Vegetación	Descripción del Sitio
				Este (m)	Norte (m)			
PMB-03	Quebrada S/N2	21/03/2019	1 hora	771868	29382	Red Manual	Cuerpo de agua	Pertenece a un sistema lotico, pedregoso, arenoso con abundante materia orgánica, de aguas claras. De 1,00 a 2,00m de ancho aproximadamente y 0.50 cm de profundidad. Este recurso hídrico discurre por una ladera, en un área de parche de bosque aguas debajo de la explotación minera, la inclinación del terreno es aproximadamente 70° vegetación circundante al punto de muestreo arbórea.

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.5.7.2 Aspectos Metodológicos

Fase de Campo

La complejidad ambiental y espacial de los sistemas dulceacuícolas del Neotrópico, dificulta el establecimiento de un único método de captura estandarizado que permita determinar un inventario real del área a muestrear (Galvis, y otros, 2006) (Maldonado-Ocampo y otros, 2005). En el Ecuador, tradicionalmente los inventarios ictiológicos se han realizado utilizando diferentes metodologías basadas principalmente en el uso de redes pasivas y activas, con el fin de coleccionar la riqueza máxima de especies (Barriga R., 1983); (Barriga R., 1994).

Se utilizó la siguiente técnica de pesca:

Red Manual: Su uso se limita a zonas cerca de la vegetación de ribera, bajo piedras u hojarasca en riachuelos pequeños. Sujetando del madero medio, y con una leve inclinación, se sumerge debajo del agua, con una frecuencia basada en el criterio del técnico (Barriga R., 1983). El empleo de esta red no se ha modificado desde la fecha de su publicación ya que permite evaluar cuerpos de agua de difícil acceso o con características morfológicas que no permitan la utilización de otro tipo de arte de pesca (Tufiño P. y Ramiro-Barrantes A., 2013).

Esfuerzo de Muestreo

La siguiente tabla presenta el número de horas en las que se realizó el muestreo de cada uno de los puntos con los artes de pesca.

Tabla 6-103. Sitios de Muestras de Ictiofauna

Fechas	Código	Metodología	Horas /Día	Total de Horas/Día/Metodología
21/03/2019	PMB-01	Red manual	1 hora	1 hora
21/03/2019	PMB-02	Red manual	1 hora	1 hora
21/03/2019	PMB-03	Red manual	1 hora	1 hora
Total				3 horas

Fuente: Información de Campo, marzo 2019
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2019

6.2.5.7.3 Resultados

El muestreo realizado en los tres cuerpos de agua estudiados no reportó resultados de registros de especies de peces, esto se debe posiblemente al tamaño, profundidad y a la estructura del sistema lótico de los cuerpos de agua que no presentan las condiciones necesarias para el desarrollo de la ictiofauna del sector.

Es importante mencionar que por características propias que presentan las áreas muestreadas únicamente es factible aplicar la metodología de red de mano, otras metodologías resultarían inefectivas en estos lugares en vista de que las especies del género (*Astroblepus* sp) que son las que mayor presencia tienen en estos sitios no pueden ser capturadas con atarrayas ni tampoco con anzuelos, adicional a esto el caudal del cuerpo de agua es muy bajo como para aplicar este tipo de técnicas, por lo tanto la única manera de poder capturarlas es con redes pequeñas ya que estas se encuentran bajo las piedras y para poder encontrarlas es necesario removerlas, sin embargo como se mencionó anteriormente para este estudio no se obtuvo registro de especies por las características propias que presentan los cuerpos hídricos.

6.3 Componente Social

6.3.1 Criterios Metodológicos

La evaluación del componente social se realizó mediante el análisis y levantamiento de información del área de influencia del proyecto, a nivel local y parroquial principalmente, y su dinámica frente a contextos más regionales (cantonal y provincial). Las técnicas utilizadas para alcanzar este propósito fueron: revisión de fuentes secundarias, observación directa y entrevistas semiestructuradas.

Se adjunta un registro fotográfico del trabajo de campo. *Ver Anexo 6. REGISTRO FOTOGRAFICO SOCIAL.*

6.3.1.1 Revisión de Fuentes Secundarias

Dentro de la revisión de fuentes secundarias, se realizó el análisis de los datos disponibles en las fuentes oficiales, sobre todo generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (Sistema Integrado de Consultas - VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010) y por el Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (Sistema Integrado de Conocimiento y Estadística Social del

Ecuador SiCES). Además, se hizo uso de la información contenida en los planes de ordenamiento territorial provincial, cantonal y principalmente, parroquial.

6.3.1.2 Observación Directa

Este método permite un acercamiento hacia la realidad de los grupos investigados, en especial hacia comportamientos y conductas exteriorizadas. "... el investigador observa directamente los casos o individuos en los cuales se produce el fenómeno, entrando en contacto con ellos; sus resultados se consideran datos estadísticos originales, por esto se llama también a esta investigación primaria" (Rivas, 1997, pág. 23).

Para cumplir con este propósito, se realizaron recorridos por el área de influencia del proyecto y de manera especial, se visitaron las comunidades del área de influencia directa, recopilando información sobre actividades cotidianas, acceso a servicios, aprovechamiento y uso del espacio, tipo de infraestructura utilizada y posibles impactos del proyecto. Todos estos datos fueron contrastados a través de entrevistas dirigidas a actores claves (representantes de las directivas comunitarias u organizaciones sociales).

6.3.1.3 Entrevistas Mixtas o Semiestructuradas

Se realizaron entrevistas con preguntas semiestructuradas, abiertas en su mayoría, que permitieron recabar información cualitativa respecto a las principales características sociales, económicas y políticas de los asentamientos investigados. También se abrió un espacio para que los pobladores puedan emitir su percepción respecto a la ejecución del proyecto. Se contó con un formulario guía, sin embargo, se dio flexibilidad para que los entrevistados puedan tratar algunos temas con mayor profundidad, de acuerdo a sus intereses.

Las entrevistas estuvieron dirigidas a actores sociales relevantes, entre ellos, representantes de las directivas comunitarias, representantes de organizaciones sociales diversas, representantes de instituciones de salud y representantes de instituciones educativas. *Ver Anexo 8. REGISTRO DE ENTREVISTAS SOCIAL.*

Para esto, se establecieron tres formularios: comunitarios, de salud y de educación. Dentro del formulario de entrevistas comunitarias, se abarcaron los siguientes temas:

- Tipo de organización social y económica
- Principales características de la organización
- División de terrenos y predios
- Límites
- Servicios básicos
- Infraestructura disponible
- Uso y aprovechamiento de recursos naturales
- Acceso a servicios de salud

- Prácticas de medicina tradicional
- Abastecimiento de alimentos
- Transporte y vialidad
- Medios de comunicación
- Dirigencia comunitaria y otras organizaciones sociales
- Actividades productivas
- Principales productos agropecuarios
- Proyectos de desarrollo productivo
- Atractivos turísticos
- Fiestas tradicionales o populares
- Patrimonio cultural
- Percepción del proyecto
- Comentarios, sugerencias, observaciones

Respecto al formulario de entrevistas a instituciones de salud, se abarcaron los temas que se enlistan a continuación:

- Datos generales de la unidad de salud
- Áreas de atención
- Personal
- Infraestructura disponible
- Servicios básicos
- Equipamiento
- Principales enfermedades tratadas

Y con relación al formulario de entrevistas a instituciones educativas, se planteó el siguiente temario:

- Tipo de sistema educativo
- Datos generales de la unidad educativa
- Infraestructura disponible
- Servicios básicos
- Principales autoridades
- Acceso a educación superior

A continuación, se presenta el listado de informantes calificados a quienes se realizó las entrevistas para el levantamiento de la información.

Tabla 6-104. Lista de Informantes Calificados

No.	Fecha	Nombre del Entrevistado	Cargo	Institución / Comunidad / Organización	Jurisdicción Político Administrativa
1	10/5/2019	Cristian Nogales	Presidente	GAD Parroquial Selva Alegre	Parroquia Selva Alegre

No.	Fecha	Nombre del Entrevistado	Cargo	Institución / Comunidad / Organización	Jurisdicción Político Administrativa
2	10/5/2019	Dorjhuannys Torres	Odontóloga	Centro de Salud Selva Alegre	Parroquia Selva Alegre
3	10/5/2019	Marcela Herrera	Licenciada en enfermería	Centro de Salud Selva Alegre	Parroquia Selva Alegre
4	10/5/2019	Héctor René Donoso Narváez	Rector	Unidad Educativa Selva Alegre	Parroquia Selva Alegre
5	10/5/2019	José Pedro Morales	Presidente	Comunidad Barcelona	Parroquia Selva Alegre
6	10/5/2019	Aurora Esmeralda Vega Quishpe	Líder Educativa	Escuela Manuel Mesías Benalcázar	Comuna Quinde La Libertad, Parroquia Selva Alegre
7	11/5/2019	Concha Margoth Dávila Andrango	Presidenta	Comuna Quinde La Libertad	Parroquia Selva Alegre

Fuente: Fase de campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Cabe señalar que motivados por las observaciones planteadas al EIA se procedió a realizar 5 entrevistas más, a fin de poder conocer algunos de los aspectos sociales requeridos en las observaciones. Los entrevistados fueron:

Tabla 6-105. Lista de Informantes Calificados

No.	Fecha	Nombre del Entrevistado	Cargo	Institución / Comunidad / Organización	Jurisdicción Político Administrativa
1	10-01-2024	Wilson Gallegos	Presidente	Quinde La Libertad	Parroquia Selva Alegre
2	10-01-2024	Luis Panamá	Comité de Riesgos	Quinde La Libertad	Parroquia Selva Alegre
3	11-01-2024	Patricio Ortíz	Presidente GAD	Junta Parroquial	Parroquia Selva Alegre
4	11-01-2024	Miller Gómez	Presidente	Barcelona	Parroquia Selva Alegre
5	11-01-2024	Cristian Nogales	Vicepresidente	Barcelona	Parroquia Selva Alegre

Fuente: Fase de campo mayo 2024
Elaborado por: Gesambconsult, 2024

Es necesario indicar que la información que se proporciona sobre el AID se ha obtenido principalmente mediante entrevistas semiestructuradas y mediante observación de campo, por lo tanto, las cifras que se mencionan son aproximadas. Esta indicación aquí constante nos permitirá al momento de la redacción de los hallazgos encontrados un desarrollo más fluido sin

tener que citar constantemente la fuente de la información, esta se la realizará cuando se considera de gran relevancia.

6.3.2 Análisis Detallado del Medio Socioeconómico Cultural

6.3.2.1 Descripción de las Condiciones Socioeconómicas y Culturales

6.3.2.1.1 Indicadores Demográficos

Población

Los datos demográficos y demás estadísticos han sido tomados del Censo 2010 y de los PDOT de la parroquia Selva Alegre y del cantón Otavalo

La provincia de Imbabura, localizada en la sierra norte del Ecuador, está dividida políticamente en 6 cantones, 36 parroquias rurales y 6 parroquias urbanas. Para el año 2010, se determinó que su población es de 398.244 habitantes. Más de la mitad de la población habita en zonas urbanas (52,68%), mientras que las zonas rurales están habitadas por el 47,32% de la población total.

El cantón Otavalo se creó en el año de 1824. Para el año 2010, su población fue de 52.723 habitantes. La mayoría de la población habita en zonas rurales (74,60%), mientras que en la zona urbana se concentra el 25,40% de la población. La población del cantón representa el 13,25% de la población de la provincia.

La población de la parroquia Selva Alegre para el año 2010, fue de 1.600 habitantes. Toda la población habita en zonas rurales. La población de la parroquia representa el 3,23% de la población del cantón Otavalo y el 0,43% de la población de la provincia.

Tabla 6-106 Población por Área Demográfica

Área Geográfica	Zona Urbana		Zona Rural		Total
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	
Provincia de Imbabura	209.780	52,68%	188.464	47,32%	398.244
Cantón Otavalo	39.354	74,60%	13.399	25,40%	52.753
Parroquia Selva Alegre	-	-	1.600	100,00%	1.600

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En el AID, obtenida mediante las entrevistas realizadas a actores claves se ha determinado un total de 157 familias y 667 habitantes. La Comuna Quinde La Libertad es la más poblada con 71 familias y 250 habitantes. Se calcula que el número de viviendas es de 57 y el número de socios

son alrededor de 140. Con respecto a la Comunidad Barcelona, es la segunda más poblada del área de influencia con 46 familias y 217 habitantes. Por último, está el centro poblado de Selva Alegre que cuenta aproximadamente con 40 familias y 200 habitantes.

Tabla 6-107. Población en el Área de Influencia Directa

Asentamiento	No. Familias	No. Viviendas	No. Socios	No. Habitantes
Comunidad Barcelona	46	46	46	217
Comuna Quinde La Libertad	71	57	140	250
Cabecera parroquial Selva Alegre	40	30	40	200
Total	157	133	226	667

Fuente: Fase de campo mayo 2019

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Lugar de procedencia de la población del AID

De acuerdo a las entrevistas realizadas y la revisión bibliográfica; la población de las comunidades, del AID, en su origen procedían de los sectores de San José de Minas, Atahualpa, Chavezpamba, quienes llegaron a ese sector por el "Camino de Parejos" o "Camino de Aparejos" hasta el sector de la comunidad de Palma Real y Meridiano, desplazándose luego al sector de Selva Alegre, este camino era usado sobre todo para el contrabando del trago (alcohol), posteriormente algunas familias se trasladan al sector de Selva Alegre en búsqueda de nuevas tierras. Al sector del Quinde también llegaron unos pocos habitantes de Otavalo, Colombia y otros sectores de Imbabura. Actualmente viven generaciones que nacieron ya en el sector. (Entrevistas, 2023)¹.

Figura 6-38 Camino de aparejos 2022



Tomado de: <https://gadpselvaalegre.gob.ec/noticias/>

¹ <https://gadpselvaalegre.gob.ec/noticias/>

El nombre de la Comunidad del Quinde, se debe a la presencia del cerro El Quinde que actualmente está en proceso de explotación minera para producir Cemento Selva Alegre, actualmente se ha dividido en las comunas como Quinde Kilómetro 12, Quinde La Libertad, Quinde Talacos, esto sobre todo con el fin de obtener mayores beneficios y negociar directamente las medidas compensatorias con la empresa UNACEM. La comunidad se forma hace 70 años aproximadamente con personas que llegan principalmente de San José de Minas y nos pocos de Otavalo, Colombia y otros sectores de Imbabura. Durante los años 2009 y 2010 se ejecuta el proceso de legalización jurídica denominándose Comuna El Quinde La Libertad. (Fuente: Entrevistas)

Mediante conversaciones con moradores de la comunidad de Barcelona, indican que inicialmente a quienes vivían en ese sector se los conocía por parte de los habitantes de las comunidades cercanas como los "mocosos" o como "mocos" (mocos, sustancia pegajosa que sale de la nariz durante un resfriado, flema o mugre que puede obstruir los pulmones y provocar tos.), debido a que comían el fruto de una planta silvestre llamada " moco, moquillo" (Saurauia scabrida²), cuyo contenido era una sustancia similar a los "mocos", de sabor dulce. Posteriormente para evitar este peyorativo le pusieron a la comunidad el nombre de Barcelona. Las primeras familias que llegan al sector de Barcelona son en un número de 5 a 6, hace unos 40 años aproximadamente, según lo relatado por los directivos, presidente de la comunidad, posteriormente se forma el centro poblado con personas que llegan de San José de Minas, Atahualpa y Chavezpamba; y hace 15 años atrás aproximadamente se legaliza esta comunidad. (Fuente: Entrevistas)

"La Historia de Selva Alegre data del año 1925, cuando agricultores de la Parroquia de San José de Minas abandonan sus tierras poco productivas y se adentraron en la montaña hasta llegar a una zona de tierra fértil y de abundante agua. Los primeros pobladores llegaron a lo que hoy es la Comunidad de Pamplona y luego fueron avanzando a poblar la cabecera parroquial. Siendo las primeras familias en colonizar Selva Alegre: El señor Pacho Gualo y la familia Mora.

Debido al incremento poblacional el 26 de Octubre de 1936 el ilustre Municipio de Otavalo reconoce a Selva Alegre como una Parroquia más del Cantón Otavalo, su nombre se debe a Juan Pio Montufar conocido como el Márquez de Selva Alegre personaje destacado de la historia Ecuatoriana, prócer de la independencia. Pero también existe una segunda versión en cuanto al nombre y es que al llegar los primeros pobladores a lo que hoy es nuestra parroquia se encontraron con una zona de abundante vegetación y con gran variedad de animales que fácilmente se comparaba con una selva, entonces dijeron que se encontraban en una Selva - Alegre quedando así confirmado el nombre de nuestra parroquia." ³ (Goraymi)

² <https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/%C3%81rboles-noroccidente-23.10BR.pdf>

³ <https://www.goraymi.com/es-ec/imbabura/otavalo/historias/historia-selva-alegre-a3qvm9sr7>

Población por Sexo y Edad

En la parroquia Selva Alegre, según el Censo 2010, el grupo mayoritario de población se concentra en personas de entre 1 a 24 años. Dentro de este grupo, el rango de edad más numeroso se ubica en personas de entre 10 y 14. El segundo grupo más numeroso corresponde a las personas que se encuentran entre los 5 y 9 años. Se trata de una población mayoritariamente infanto juvenil.

En cuanto a género, la población de la parroquia constituye en su mayoría hombres (858 personas). La población femenina la constituyen 742 personas.

Tabla 6-108 Población por Sexo y Edad Parroquia Selva Alegre

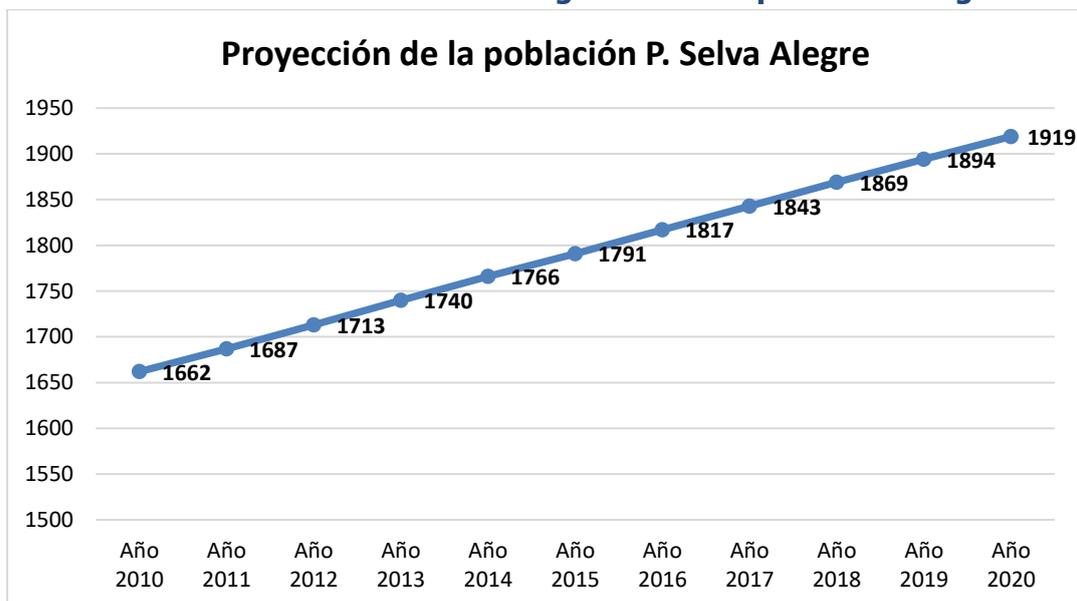
Grupos de Edad	Sexo		Total
	Nro. Hombres	Nro. Mujeres	
Menor de 1 año	18	11	29
De 1 a 4 años	77	71	148
De 5 a 9 años	101	105	206
De 10 a 14 años	125	98	223
De 15 a 19 años	68	74	142
De 20 a 24 años	66	48	114
De 25 a 29 años	50	36	86
De 30 a 34 años	41	28	69
De 35 a 39 años	45	47	92
De 40 a 44 años	38	45	83
De 45 a 49 años	42	26	68
De 50 a 54 años	37	31	68
De 55 a 59 años	43	29	72
De 60 a 64 años	29	35	64
De 65 a 69 años	26	21	47
De 70 a 74 años	23	12	35
De 75 a 79 años	13	11	24
De 80 a 84 años	11	9	20
De 85 a 89 años	4	5	9
De 90 a 94 años	1	-	1
Total	858	742	1.600

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por; Gesambconsult, 2019

Tasa de Crecimiento de la Población

Según el INEC, para el año 2020, señalan una población de 1.919 habitantes.

Gráfico 6-59 Crecimiento Demográfico Parroquia Selva Alegre



Fuente: INEC Proyección Poblacional
Elaborado por; Gesambconsult, 2019

Densidad Demográfica

Se ha calculado que la densidad demográfica en la parroquia Selva Alegre, es de 12,79 habitantes por kilómetro cuadrado, considerando una población total de 1.704 habitantes y una extensión territorial de 133,15 km².

Tabla 6-109 Densidad Demográfica Parroquia Selva Alegre

Población	Superficie (km ²)	Densidad (hab/km ²)
1.600	133,15	12,01

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Migración

Los índices de emigración (Censo 2010), se han determinado a través de la variable "principal motivo de viaje", mediante la cual se puede observar que existe un número bajo de personas (17) que han emigrado, siendo la principal causa motivos laborales.

Tabla 6-110 Migración Parroquia Selva Alegre

Principal Motivo de Viaje	Área Rural	Total
Trabajo	17	28,57%
Total	17	57,14%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por; Gesambconsult, 2019

En cuanto a procesos de inmigración a la parroquia Selva Alegre, se ha analizado la variable “provincia donde vivía hace 5 años”, determinando que 45 pobladores han vivido en otra provincia del país, siendo la más común Pichincha (35 casos), y 1378 personas han vivido en Imbabura.

Tabla 6-111 Provincia donde vivía hace 5 años los habitantes de la Parroquia Selva Alegre

Provincia donde vivía hace 5 años	Area Rural	Total
Carchi	1	1
Cotopaxi	2	2
Guayas	1	1
Imbabura	1,378	1,378
Pichincha	35	35
Santo Domingo	4	4
Exterior	2	2
Total	1,423	1,423

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por; Gesambconsult, 2019

En cuanto a la migración de pobladores de las Comunidades de Selva Alegre, Barcelona, El Quinde La Libertad, todos coinciden en las entrevistas realizadas, que estas se dan por temas de educación y trabajo y que viajan a ciudades como Quito, Ibarra. Señalan también que en los últimos años no ha llegado pobladores de fuera. Es necesario reiterar en que la población del centro amanzanado de Selva Alegre tiene una tendencia al decrecimiento.

6.3.2.1.2 Indicadores Socio-económicos

Población Económicamente Inactiva (PEI), Población en Edad de Trabajar (PET) y Población Económicamente Activa (PEA).

Según el Censo 2010, en cuanto a la Población Económicamente Activa (PEA), se ha determinado que en la parroquia Selva Alegre la conforman 1423 personas del total de la población, mientras que la Población Inactiva PEI la constituye 177 del total de la población.

Del total de la PEA, 578 están ocupados y 845 están desocupados.

Tabla 6-112 PEI, PET y PEA Parroquia Selva Alegre

SELVA ALEGRE PEI PET	
Población	1600
PEI	177
PET	1423
PEA	1423

Fuente: PDOT Selva Alegre, 2015
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Tabla 6-113 PEA de la Parroquia Selva Alegre

PEA		
PEA OCUPADA Qué hizo la semana pasada	Número	%
Trabajó al menos una hora	279	19,61
No trabajó, pero si tiene trabajo	11	0,77
Al menos una hora fabricó algún producto o brindó algún servicio	9	0,63
Al menos una hora ayudó en algún negocio o trabajo de un familiar	26	1,83
Al menos una hora realizó labores agrícolas o cuidó animales	253	17,78
Total	578	40,62
PEA DESOCUPADA No trabajó	845	59,38
Total	1,423	100

Fuente: PDOT Selva Alegre, 2015
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Rama de Actividad Económica

La principal rama de actividad en la parroquia Selva Alegre es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca que ocupa el 67,93% del total de los casos. A esta actividad se dedican más hombres (63,45%) que mujeres (4,48). La segunda rama de actividad en importancia para la parroquia es el comercio al por mayor y menor, al cual se dedican el 4,31% de la población, siendo más representativa esta actividad en hombres (2,24%) que en mujeres (2,07%). La tercera rama de actividad en importancia son las actividades manufactureras, la cual representa el 3,45% del total de casos; a esta actividad se dedican mayoritariamente los hombres con 2,24% frente a las mujeres que comprenden el 1,21%. Cabe indicar que existe un alto porcentaje de habitantes que no han declarado su actividad y representan el 9,83% de la PEA.

Tabla 6-114 Rama de Actividad Parroquia Selva Alegre

Rama de actividad (Primer nivel)	Hombre (%)	Mujer (%)	Total (%)
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	63.45	4.48	67.93
Explotación de minas y canteras	0.69	-	0.69
Industrias manufactureras	2.24	1.21	3.45
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0.17	-	0.17
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	0.17	-	0.17
Construcción	1.03	-	1.03
Comercio al por mayor y menor	2.24	2.07	4.31
Transporte y almacenamiento	1.90	0.17	2.07
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	0.34	1.03	1.38
Información y comunicación	-	0.17	0.17

Rama de actividad (Primer nivel)	Hombre (%)	Mujer (%)	Total (%)
Actividades financieras y de seguros	0.17	0.17	0.34
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	1.90	0.17	2.07
Administración pública y defensa	0.86	0.52	1.38
Enseñanza	0.86	1.03	1.90
Actividades de la atención de la salud humana	0.52	0.34	0.86
Otras actividades de servicios	0.34	0.17	0.52
Actividades de los hogares como empleadores no declarado	-	1.38	1.38
Trabajador nuevo	2.41	7.41	9.83
	0.34	-	0.34
Total	79.66	20.34	100.00
N.A.:	1020		

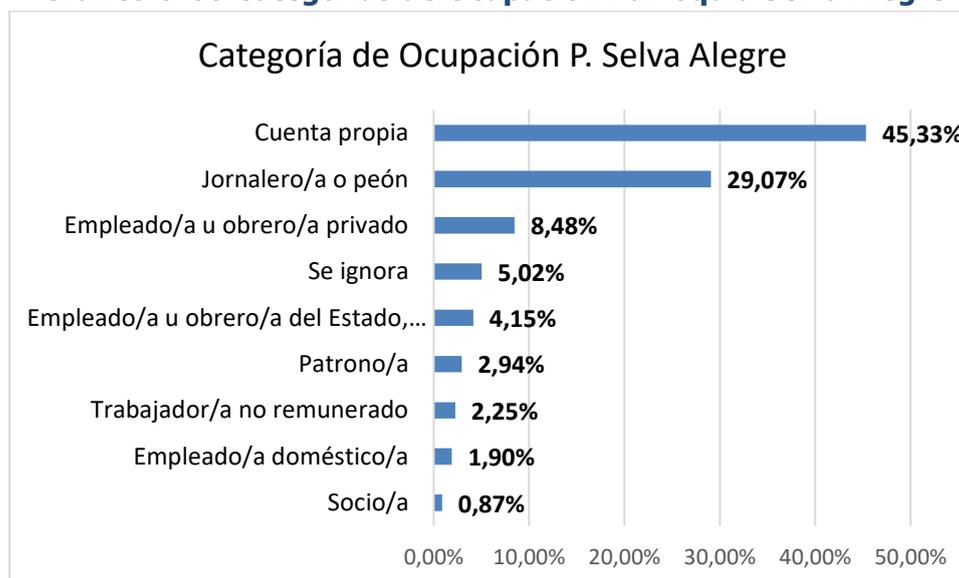
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Categorías de ocupación

La principal categoría de ocupación en la parroquia Selva Alegre es el trabajador por cuenta propia que representa a un 45,33% del total de la PEA. La segunda categoría de ocupación en importancia es la de jornalero, que representa el 29,07% de los casos. La siguiente categoría de ocupación en importancia, es empleado u obrero privado que reúne al 8,48%% de los casos.

Gráfico 6-60 Categorías de Ocupación Parroquia Selva Alegre

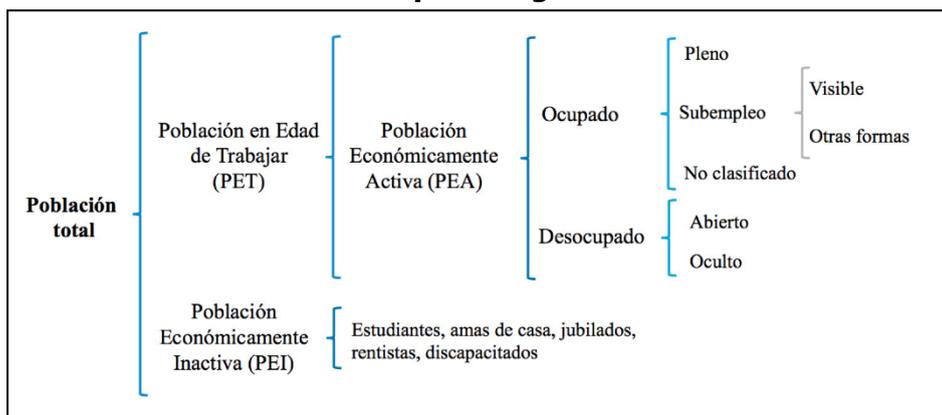


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En el AID, según las entrevistas realizadas y tomando en cuenta el marco conceptual que sigue el INEC, representado en el gráfico siguiente:

Gráfico 6-61 Marco conceptual según condición de actividad



Tomado de INEC. Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) Elaboración: INEC⁴

Se ha podido establecer que en el AID existe una Población en Edad de trabajar, es decir población mayor de 15 años, de 338 personas, una Población Económicamente Activa PEA de 338 y una Población Económicamente Inactiva de 132 personas. Es necesario indicar que estas cifras son aproximadas ya que sus datos son obtenidos mediante entrevistas, para una mayor exactitud es necesario realizar un censo poblacional del AID.

Tabla 6-115 Población en edad de trabajar, población económicamente activa y población económicamente inactiva AID

COMUNIDAD	POBLACIÓN	PET	PEA	PEI
El Quinde La Libertad	200	148	148	52
Barcelona	150	100	100	50
Selva Alegre	120	90	90	30
TOTAL	470	338	338	132

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

La mayor parte de la población del AID, según los entrevistados por motivo de este estudio, se dedica a la agricultura mediante la siembra principalmente de naranjilla, maíz, fréjol, tomate de árbol, granadilla, cultivando en sus propios terrenos, tanto para autoconsumo como para la venta.

El comercio es la segunda actividad de importancia a la que se dedican los pobladores del AID.

La ganadería es una actividad económica que no tiene mayor incidencia en la población, quienes realizan cuidados y crianza de animales domésticos como gallinas, cuyes que son destinados para el autoconsumo o para solventar alguna emergencia de salud o económica.

⁴ https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estudios%20e%20Investigaciones/Trabajo_empleo/3.%20REM-Empleo_conduct.pdf

Pobreza

Para determinar los índices de pobreza en la parroquia de estudio se han analizado dos variables propuestas por el SiCES: pobreza por necesidades básicas insatisfechas y pobreza extrema por necesidades básicas insatisfechas, mediante las cuales se ha obtenido que la cantidad de personas pobres en Selva Alegre comprende el 92,40% del total de la población, y el porcentaje de personas en extrema pobreza, comprende el 48,30% del total de la población. Estos índices son bastante altos y simbolizan la calidad de vida de los pobladores y los problemas a resolver.

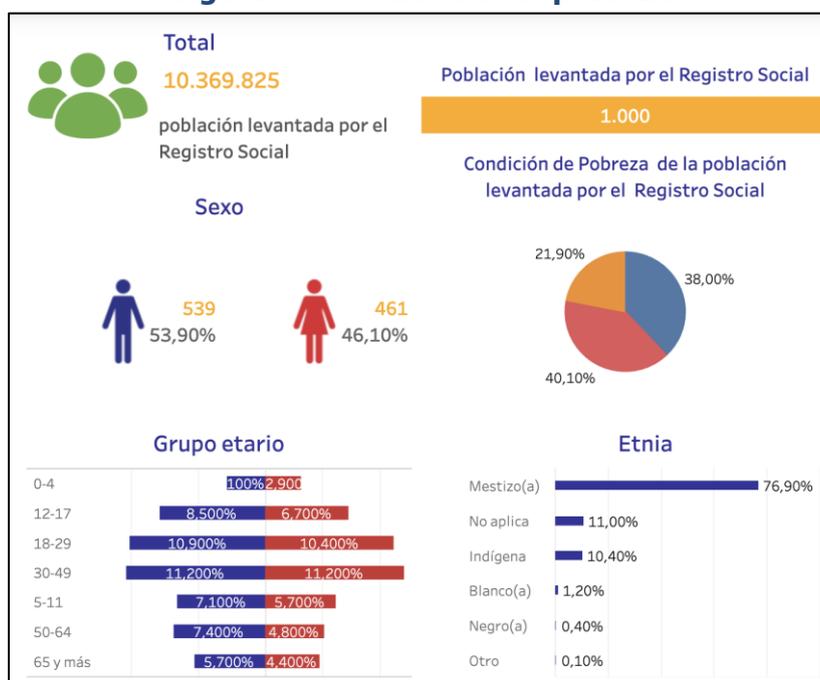
Tabla 6-116. Índices de Pobreza por NBI Parroquia Selva Alegre

Nombre de parroquia	NO POBRES	POBRES	Total	NO POBRES	POBRES	Total
SELVA ALEGRE	121	1.470	1.591	7,6%	92,4%	100,0%
Indicadores			Porcentaje			
Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas			92,40%			
Pobreza Extrema por Necesidades Básicas Insatisfechas			48,30%			

Fuente: PDOT Selva Alegre 2015
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En tanto que según el Registro Social 2018, el cual se levantó con la información de una población de 1000 personas, el 38,00% presenta condiciones de extrema pobreza, 40,10% de pobre y 21,90% no pobre.

Figura 6-39 Condición de pobreza



Fuente: Registro Social 2018
Elaborado por: Gesambconsult

Desempleo y Subempleo

Según la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo, la tasa de desempleo para la provincia de Imbabura en el 2013, fue de 5,7%, mayor a la tasa país, la cual se ubicó en 4,2% ese mismo año.

La tasa de subempleo, en tanto, para Imbabura en el 2012 fue de 53,6%, , nuevamente mayor a la tasa país, 53%. No se cuentan con estos indicadores para la parroquia o el cantón.

Respecto al ingreso laboral personal promedio, según la misma encuesta, para la provincia de Imbabura, se calcula un ingreso de \$452,2 en el 2013. Siendo el promedio nacional \$469,4.

6.3.2.1.3 Actividades Productivas

Producción Local

Como ya se ha mencionado, la principal actividad productiva en el AID es la agricultura, con el cultivo de fréjol, maíz, naranjilla, caña de azúcar, tomate de árbol. La ganadería, aunque es la segunda actividad productiva es marginal, basada en la cría de ganado vacuno; lo que si es frecuente es la cría de animales menores como gallinas, cuyes. Los productos y subproductos de estas actividades sirven para el consumo familiar y su excedente para el comercio que permita la obtención de dinero para comprar otros productos o para solventar alguna emergencia.

En cuanto a la agricultura, la zona se caracteriza por ser arbustiva y dedicada a la agricultura a pequeña escala más para la subsistencia. Por el tipo de actividad minera y la distancia de los terrenos colindantes no existe afectación alguna al momento, lo que ha sido ratificado por los entrevistados de cada una de las comunidades.

Según la actualización del PDOT del cantón Otavalo 2019 – 2023, la capacidad de uso de las tierras a nivel de la parroquia Selva Alegre, son 43,50 hectáreas correspondiente a la Clase II, 100,42 pertenece a la Clase III y 0,07 a la Clase VI. Por otro lado, las mayores extensiones de tierras están dedicadas al Aprovechamiento Forestal y la Conservación. ⁵

Tabla 6-117 Capacidad del uso de suelo

Parroquia	Clase de capacidad de uso de suelo	Descripción	Área (Ha)
Selva Alegre	II	Agrícolas, pecuaria, agropecuaria o forestal con ligeras limitaciones	43.5
	III	Agrícolas, pecuaria, agropecuaria o forestal con ligeras a moderadas limitaciones	100.42

⁵ <https://drive.google.com/file/d/1bBiapXftUeHmKGwLfp2pGvHqZnTh7cKv/view?pli=1>

Parroquia	Clase de capacidad de uso de suelo	Descripción	Área (Ha)
	VI	Agrícolas, pecuaria, agropecuaria o forestal limitaciones muy fuertes	0.07
	VII	Aprovechamiento forestal	308.26
	VIII	Conservación	8142.54
	NA	Indica que el atributo no es aplicable al objeto	16.24
	NC	Tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades taxonómicas	32.64
	TOTAL		8643.67

Fuente: PDOT Selva Alegre 2015
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Es necesario indicar que como actividad económica significativa se encuentra el comercio a pequeña escala.

Proyectos Productivos y de Desarrollo Comunitario

En el AID existe un proyecto de desarrollo comunitario impulsado por el GAD Provincial de Imbabura, que se viene ejecutando en la cabecera parroquial Selva Alegre. El objetivo del proyecto era la implementación de tercenas mediante la entrega de equipamiento y capacitación para implementar precios y comercio justos. En el proyecto se encuentran vinculados 13 socios y tendrá una duración de 8 meses. (Fuente: Entrevistas)

Tabla 6-118 Proyectos de Desarrollo Comunitario en el AID

Asentamiento	Tipo de Proyecto	Institución Ejecutora	No. Socios	Tiempo de Ejecución	Aportes Entregados
Cabecera parroquial Selva Alegre	Implementación de tercenas	GAD Provincial Imbabura	13	8 meses	Equipamiento, precio y comercio justo

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Uso del Suelo

El PDOT de la parroquia Selva Alegre señala que, en cuanto a la utilización del suelo en el área rural, en su mayoría se destina para actividades agrícolas, sin embargo, por ser la topografía bastante accidentada, se ha obligado a cultivar zonas de pendiente y esto ha ocasionado erosión del suelo y peligros de deslizamientos. El paisaje en la zona rural ha cambiado de la presencia de bosques primarios a varios cultivos y pastizales para la ganadería. Por otro lado, la zona urbana es relativamente nueva, y ha cambiado el uso del suelo en la cabecera parroquial, destinando a la construcción de viviendas adosadas y en línea de fábrica con retiro posterior.

“La forma de utilización del suelo es intensa y alta en relación al tamaño del lote, lo cual representa a nivel de la cabecera parroquia, una apariencia compacta, pero también es justificable por la escasez de espacio libre para la construcción, y el área reducida de cada lote. En las comunidades las viviendas tienen mayor holgura en la forma de utilización y ocupación del suelo, sin embargo, en algunos casos están sujetas a riesgos de deslizamientos” (PDOT Selva Alegre 2015, 44).

Mediante la observación de campo realizada por el equipo consultor, el AID presenta las mismas condiciones de uso del suelo que el resto de la parroquia.

Tenencia de la Tierra

La variable tenencia de la tierra ha sido analizada específicamente dentro del AID determinando que la Comunidad Barcelona fue creada en 1971, su situación legal es Jurídica sobre un total de 5000 ha. Cada socio (46 en total) tiene un promedio de 25 hectáreas aproximadamente, con un tipo de escritura individual. Respecto a la Comuna Quinde La Libertad, obtuvo su vida Jurídica en el año 2009. Los predios de la Comuna se dividen en fincas de aproximadamente 10 hectáreas, que cuentan con escritura individual y que conforman un total de 2000 hectáreas. Por otro lado, la cabecera parroquial Selva Alegre fue creada en 1926 con su reconocimiento Jurídico. Los predios en la cabecera parroquial se dividen en fincas y solares, con escritura individual, de entre 200 metros y 5 hectáreas, conformando un total de 200 hectáreas para todo el asentamiento (Entrevistas Estudio de campo 2019).

Tabla 6-119 Tenencia de la Tierra en el AID

Organización social	Situación legal	Tipo de predio	Tamaño promedio predio	Tipo de escritura	Área promedio organización social
Comunidad Barcelona	Jurídica	Fincas Solares	25 ha 500 m	Individual	5000 ha
Comuna Quinde La Libertad	Jurídica	Fincas	10 ha	Individual	2000 ha
Cabecera parroquial Selva Alegre	Jurídica	Solares Fincas	200 m 5 ha	Individual	200 ha

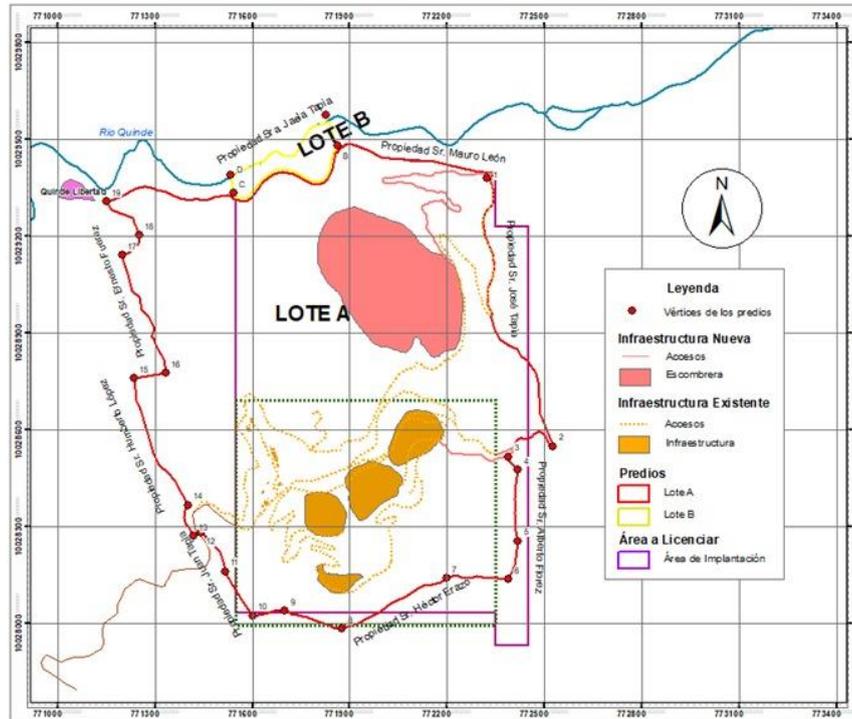
Fuente: Fase de Campo 2019

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Propietarios colindantes

De acuerdo a la siguiente figura se evidencia que el área de implantación del proyecto se ubica en terrenos propios de la empresa y de cuatro propietarios externos, sin embargo, todas las actividades actuales licenciadas con Resolución 1782 y las nuevas se desarrollarán en predios de la empresa CECAL, por lo que las actividades no causarán afectación a dichos predios.

Figura 6-40 Mapa de Predios



Elaborado por: Gesambconsult, 2024

En la siguiente tabla se identifican todos los propietarios de los terrenos colindantes al área de implantación, de los cuales, los terrenos del 1 a 4 se encuentran dentro del área de implantación y ocupan una superficie aproximada de 11,56 ha de las 123,328 ha que ocupa el área minera. En los anexos se adjunta el mapa de propietarios y las escrituras de los predios de la empresa (Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL/ Escritura unificación de lotes).

Tabla 6-120 Predios Colindantes

Nro.	Propietario	Detalle
1	Sr. Héctor Erazo	Limita al sur entre los vértices 6 a 10 con una extensión total de 844,41 m
2	Sr. José Tapia	Limita al este entre los vértices 1 y 2 con una extensión total de 914,23 m
3	Sr. Alberto Florez	Limita al este entre los vértices 2 a 6 con una extensión total de 605,7 m
4	Sr. Juan Tapia	Limita al oeste entre los vértices 14 y 15 con una extensión total de 437,4
5	Sr. Humberto Lopez	Limita al oeste entre los vértices 1 y 2 con una extensión total de 605,7 m
6	Sr. Ernesto Furez	Limita al oeste entre los vértices 15 a 19 con una extensión total de 748,2 m

Fuente: CECAL, 2016

Elaborado por: Gesambconsult, 2024

6.3.2.1.4 Indicadores de Salud

Natalidad, Mortalidad y Morbilidad

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición llevada a cabo por el Ministerio de Salud Pública y el INEC en el 2012, presenta para la provincia de Imbabura una tasa de natalidad de 19,19%, una tasa de mortalidad general de 5,2% y una tasa de desnutrición global de 7,5%. No existen estos indicadores a nivel parroquial.

Entre las principales causas de muerte determinadas para la provincia de Imbabura, aparece en primera instancia, los accidentes de transporte terrestre que representa el 6% del total de los casos. La segunda causa de muerte son las enfermedades cardiovasculares que ocupan el 5,66% de los casos. La tercera causa de muerte constituye la influenza y la neumonía, la cual representa el 3,87% del total de los casos.

Tabla 6-121 Principales Causas de Muerte Provincia de Imbabura

Causa	Casos	%
Accidentes de transporte terrestre	124	6,00%
Enfermedades cerebrovasculares	117	5,66%
Enfermedades isquémicas del corazón	94	4,55%
Influenza y neumonía	80	3,87%
Diabetes mellitus	71	3,44%
Enfermedades hipertensivas	59	2,86%
Insuficiencia cardíaca, complicaciones y enfermedades mal definidas	50	2,42%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	50	2,42%
Enfermedades del sistema urinario	49	3,37%
Neoplasia maligna del estómago	48	2,32%
Causas mal definidas	389	18,83%
Resto de causas	935	45,26%
Total	2.066	100,00%

Fuente: Estadísticas Vitales - INEC, 2011

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En la parroquia Selva Alegre, la tasa de mortalidad es de 1,5%, las causas de muerte son: infarto cardíaco y cerebral, infecciones respiratorias, cáncer y muerte neonatal (PDOT Selva Alegre 2015).

En el AID, se ha determinado que las principales enfermedades tratadas en el Centro de Salud de Selva Alegre son: caries dental, infecciones respiratorias, parasitosis, infecciones de la piel, hipertensión arterial y lumbalgias (Entrevistas a responsable Centro de Salud).

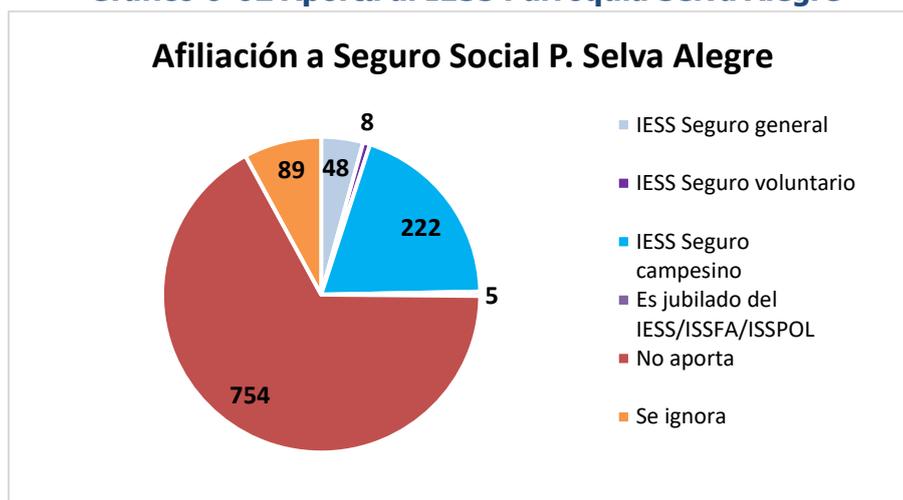
Establecimientos de Salud

El centro de salud localizado en la cabecera parroquial del Selva Alegre es el que se encarga de la atención de todas las comunidades del área. Aquí trabajan permanentemente 8 profesionales que atienden las áreas de medicina general, odontología, enfermería, farmacia, vacunación, estadísticas y emergencias. Cada dos meses se realizan brigadas médicas en las comunidades, extendiendo así un médico y un licenciado rural. Tanto las instalaciones como el equipamiento de las mismas se encuentran en buen estado (Entrevistas a responsable Centro de Salud).

Seguridad Social

Según el Censo del 2010, en la parroquia Selva Alegre, la mayoría de los habitantes (754) no aportan a un seguro social, 222 aportan al IESS Seguro Campesino. Solamente 48 personas aportan al IESS Seguro general y se ignora en 48 casos.

Gráfico 6-62 Aporta al IESS Parroquia Selva Alegre



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Mediante las entrevistas, se ha informado que en el AID existen pobladores que están afiliados al Seguro Social Campesino, sin embargo, no se ha podido determinar un número exacto.

Prácticas de Medicina Tradicional

En el ADI casi han desaparecido las prácticas de medicina tradicional, pues la mayoría de los habitantes frente a cualquier eventualidad acuden al Centro de Salud de Selva Alegre y los afiliados al Seguro Social Campesino acuden a los puntos de atención a las comunidades más cercanas. Quedan algunas plantas de uso doméstico que se utilizan principalmente para molestias estomacales como manzanilla, llantén, yerba buena, menta y orégano. Para problemas del corazón y nervios se utiliza el toronjil; para problemas de hígado y riñones, se utiliza la sábila

y para inflamaciones de articulaciones, se utiliza la yerba mora. Este tipo de plantas se cultivan o se adquieren en los mercados locales (Entrevista de Campo).

Tabla 6-122 Principales Plantas Medicinales en el AID

Planta	Enfermedad o Dolencia
Caballo chupa	Problemas estomacales
Llantén	Problemas estomacales
Yerba buena	Problemas estomacales
Manzanilla	Problemas estomacales e inflamaciones
Menta	Dolor de estómago
Orégano	Cólicos estomacales
Toronjil	Problemas del corazón, nervios
Matico	Digestión
Sábila	Hígado y riñones
Yerba mora	Inflamaciones de articulaciones

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

6.3.2.1.5 Alimentación y Nutrición

Según observación directa y participativa, las familias en el AID, basan su alimentación en productos que siembran y cultivan, especialmente: fréjol, maíz, tomate, naranjilla, plátano, yuca. Los productos adicionales que requieren para completar su dieta, lo adquieren en las tiendas del centro poblado de Selva Alegre.

De acuerdo a la entrevista mantenida en el centro de Salud de Selva Alegre, no se menciona problemas de desnutrición, sin embargo, en el Censo de Población y Vivienda del 2010 se determinó un índice de desnutrición del 50% de niños y niñas entre 1 a 5 años.

Tabla 6-123 Desnutrición Parroquia Selva Alegre

Desnutrición	Porcentaje
Niños y niñas de 1 a 5 años	50%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Por otra parte, según el estudio de "INSEGURIDAD ALIMENTARIA Y CONSUMO DE NUTRIENTES EN LA PARROQUIA SELVA ALEGRE DEL CANTÓN OTAVALO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA, 2019"⁶ realizado por Denisse Katherin Mena Herrera "el 64,5% de las familias presentan inseguridad alimentaria leve, el 21,1% inseguridad alimentaria moderada y el 14,5% no tienen inseguridad alimentaria. Con respecto al aporte diario de calorías e hidratos de carbono, el 100% de la población se encontraron subalimentadas, el aporte proteico es deficiente en el 97,4 % de las familias en tanto que el 94,7 % de la población no tiene un aporte adecuado de grasas en la dieta diaria. Se concluye que la inseguridad alimentaria en la población se encuentra determinada principalmente por factores económicos insuficientes."

⁶ <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9461/2/06%20NUT%20311%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

6.3.2.1.6 Acceso y Usos del Agua y otros Recursos Naturales

Los recursos naturales representados en la flora y la fauna comprenden los componentes vivos de la naturaleza entre los cuales existe dependencia muy estrecha. La flora y la fauna son parte de los recursos naturales renovables, de gran importancia para el ser humano, pues es de donde se obtiene parte de los alimentos, medicamentos y materia prima para la industria textil, maderera y otras.

Dentro de la parroquia Selva Alegre, el PDOT (2015) señala que existen los siguientes recursos naturales:

- El Cerro El Quinde que posee bosque primario.
- La Cascada Mocoral que es aprovechada como balneario natural.
- Vertientes naturales: El Quinde, Pamplona y La Joya.
- Ríos Pamplona e Intag, aprovechados principalmente como balnearios.
- Santa Rosa que posee bosque primario.
- Hacienda Campo Serio que posee riveras para balnearios.
- Páramo Los Aparejos que se trata de una reserva natural de agua.
- Minas de mármol y piedra caliza (explotadas por las empresas UNACEM y CECAL).

De acuerdo a las entrevistas realizadas, en el AID existen varias quebradas por donde cruzan pequeños cursos de agua, los cuales en su mayoría no son usados por los habitantes, salvo excepcionalmente como fuente de agua para bebedero de animales. Solo en dos casos, se capta para consumo humano.

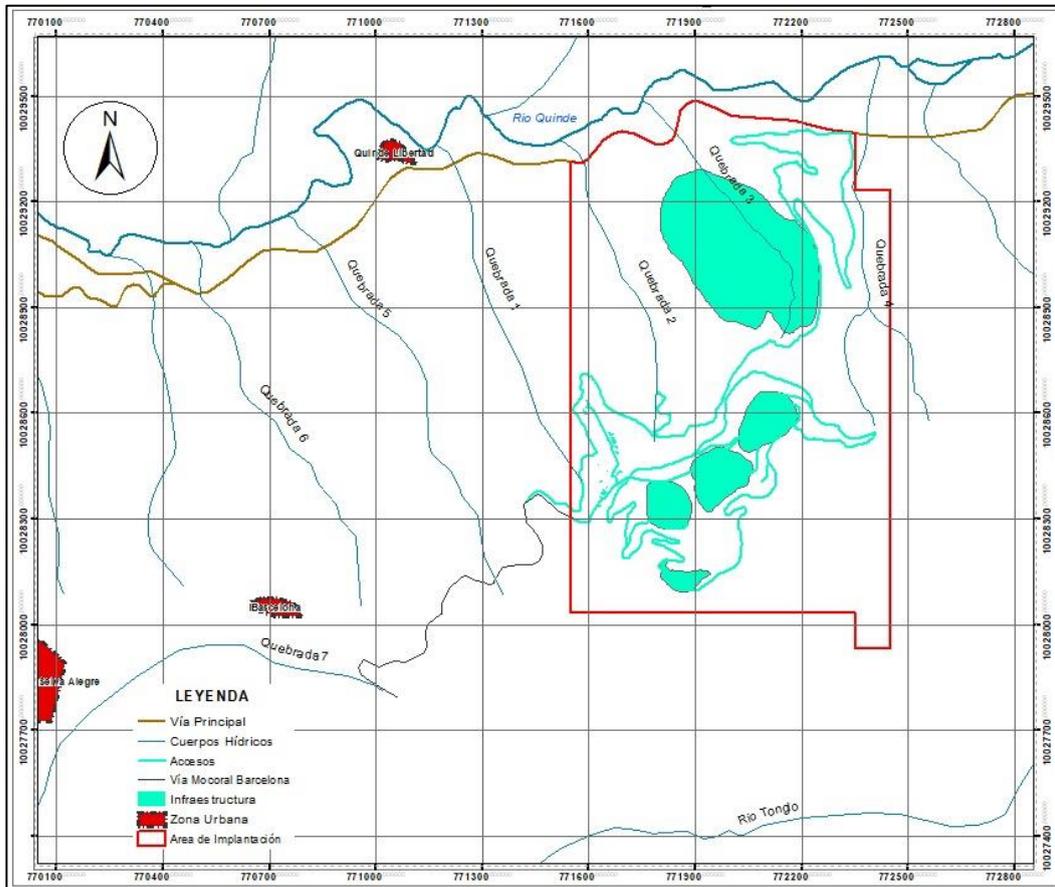
Tabla 6-124 Recursos Hídricos Usos y Ubicación

Puntos	Nombre de la Comunidad más cercana	Nombre del cuerpo hídrico	Consumo Familiar	Agricultura	Ganadería	Minería	Lavandería	Otros	Uso para el proyecto
1	El Quinde	Quebrada 4	Consumo familias de El Quinde	—	—	—	—	—	Ninguno
2	Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 3	—	—	—	—	—	Ninguno propiedad empresa	Escombrera
3	Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 2	—	—	—	—	—	—	Descarga de agua de escorrentía
4	Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 1	—	—	Rara vez	—	—	—	Consumo para el campamento
5	Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 5	Consumo familia Panamá afluente pequeño	—	Rara vez	—	—	—	Ninguno
6	Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 6	—	—	—	—	—	—	Ninguno
7	Comunidad Barcelona	Quebrada 7	—	—	—	—	—	—	Ninguno
8	Centro Parroquial Selva Alegre	Río Tonglo	En su nacimiento se capta para los habitantes de Selva Alegre, Barcelona, La Loma San Francisco	Rara vez aguas arriba	Rara vez aguas arriba	—	—	Sitio de descarga de aguas servidas de Selva Alegre	Ninguno

Fuente: Trabajo de campo, 2024

En la siguiente figura se pueden identificar las quebradas cercanas al área de influencia:

Figura 6-41 Mapa de Fuentes Hídricas



Fuente: Trabajo de campo, 2024
Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

Como se observa en la figura que antecede, fuera del AID se encuentra el denominado río Tonglo, a 1,082 km en línea recta del sitio de operación de la mina Mocal. Es necesario indicar que existe una elevación de por medio que separa la cuenca del río Tonglo del lugar de las actividades técnicas, por lo que las mismas no causarán afectación a este cauce.

En cuanto al uso que dan los miembros de las comunidades al río Tonglo, hay que indicar que El Quinde La Libertad no tiene acceso al mencionado río por lo lejano que se encuentra. Por lo que las comunidades que utilizan dicho río lo conforman Barcelona, La Loma San Francisco y Selva Alegre, los cuales lo captan en sus nacientes para su consumo, mientras que aguas abajo lo usan para agricultura, abrevadero de animales y finalmente como sitio de descarga de las aguas servidas del centro poblado de Selva Alegre, que pese a que tiene planta de tratamiento no está funcionando bien por falta de mantenimiento. También realizan descargas de aguas servidas las viviendas existen en su curso. Por todo ello, aguas abajo no son utilizadas para nada.

6.3.2.1.7 Indicadores de Educación

Analfabetismo

Según el censo de 2010, en la parroquia Selva Alegre, no saben leer y escribir el 14,48% de la población, de ellos el 7,59% es hombre y el 6,89% es mujer; en tanto que el 85,52% de sus habitantes si saben leer y escribir. Al realizar el cruce de variables para conocer el porcentaje de personas que asisten a un establecimiento de enseñanza regular de ese 14,48%, tenemos que el 4.15% si asiste en tanto que el 10.33% no asiste.

Tabla 6-125 Sabe leer y escribir por Autoidentificación según cultura y costumbres Parroquia Selva Alegre

	Indígena	Afroecuatoriano	Negro	Mulato	Montubio	Mestizo	Blanco	Otro	Total
Si	10.19	-	0.28	0.84	1.83	68.10	4.29	-	85.52
No	3.58	-	0.14	0.07	0.35	9.14	1.19	-	14.48
Total	13.77	-	0.42	0.91	2.18	77.23	5.48	-	100.0
N.A.:					177				

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Nivel de Instrucción

La mayoría de la población de la parroquia Selva Alegre tiene un nivel de instrucción primario (48,42%). El nivel de instrucción básico solamente alcanza un 24,46% de la población, así como el nivel de educación secundario que representa el 6,39% de la población. El 7,87% reportan que no tienen ningún nivel de instrucción.

Gráfico 6-63 Nivel de Instrucción más alto que asiste o asistió la población de la Parroquia Selva Alegre



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Establecimientos de Educación

Mediante la observación de campo y las entrevistas se ha podido establecer que dentro del ADI, existen dos establecimientos de educación, la Escuela Manuel Mesías Benalcázar ubicada en la

comunidad Quinde La Libertad. Se trata de una escuela fiscal pequeña con apenas 7 estudiantes que fue creada en 1978. Y en la cabecera parroquial está la Unidad Educativa Selva Alegre a la que acuden todos los niños y niñas de la parroquia. Este establecimiento fue creado en el año 2010.

6.3.2.1.8 Vivienda

Tipos de Vivienda

Según el Censo de Población y Vivienda (2010), en la Parroquia Selva Alegre existe un total de 580 viviendas.

El tipo de vivienda característico en la parroquia es la casa o villa, que reúne 455 casos. El segundo tipo de vivienda importante dentro de la parroquia es la mediagua, que comprende 80 casos. En tercer lugar, aparece el rancho con 19 unidades, cuarto la choza, de este tipo existen 15 casos.

Tabla 6-126 Tipo de Vivienda Parroquia Selva Alegre

Tipo de Vivienda	Total
Casa/Villa	455
Departamento en casa o edificio	3
Cuarto(s) en casa de inquilinato	0
Mediagua	80
Rancho	19
Covacha	8
Choza	15
Otra vivienda particular	0
Hotel, pensión, residencial u hostal	0
Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	0
Centro de rehabilitación social/Cárcel	0
Centro de acogida y protección para niños y niñas, mujeres e indigentes	0
Hospital, clínica, etc.	0
Convento o institución religiosa	0
Otra vivienda colectiva	0
Sin Vivienda	0
Total	580

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Material de construcción de las viviendas

En la parroquia Selva Alegre, los materiales predominantes de construcción para techos o cubiertas son: zinc 42,89%, Teja 30,67%, asbesto (eternit, eurolit) 18,95%.

Tabla 6-127 Material del Techo o Cubierta Parroquia Selva Alegre

Material	Cantidad	Porcentaje
Hormigón (losa, cemento)	22	5.49
Asbesto (Eternit, Eurolit)	76	18.95
Zinc	172	42.89
Teja	123	30.67
Palma, paja u hoja	8	2
Total	401	100
N.A.:	179	

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En cuanto a los materiales predominantes de construcción para paredes, se ha determinado que los principales son: ladrillo o bloque 47,13%, madera 44,39%.

Tabla 6-128 Material de Paredes Exteriores Parroquia Selva Alegre

Material	Cantidad	Porcentaje
Hormigón	4	1.00
Ladrillo o bloque	189	47.13
Adobe o tapia	17	4.24
Madera	178	44.39
Caña revestida o bahareque	7	1.75
Caña no revestida	1	0.25
Otros materiales	5	1.25
Total	401	100.00
N.A.:	179	

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Los materiales predominantes para la construcción de pisos son: tabla sin tratar (36,66%), ladrillo o cemento 33,67% y tierra (22,69%).

Tabla 6-129 Material de Pisos Parroquia Selva Alegre

Piso	Cantidad	Porcentaje
Duela, parquet, tablón o piso flotante	6	1.50
Tabla sin tratar	147	36.66
Cerámica, baldosa, vinil o mármol	22	5.49
Ladrillo o cemento	135	33.67
Tierra	91	22.69
Total	401	100.00
N.A.:	179	

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Dentro del AID se ha observado, que las viviendas han sido elaboradas en base a diferentes materiales constructivos, sin embargo, en general, los pisos son de madera sin tratar, cemento o ladrillo, las paredes son de bloque o ladrillo y los techos de zinc.

Propiedad de la Vivienda

La mayor parte de viviendas en la parroquia Selva Alegre son propias y totalmente pagadas: 60,88%, le siguen las viviendas prestadas o cedidas que representan el 22,25% y las viviendas arrendadas que representan el 6,60%. El porcentaje restante son viviendas propias por concepto de regalo, donación heredada o posesión, viviendas que están pagando o que están viviendo a cambio de servicios.

Tabla 6-130 Tenencia o propiedad de la vivienda en la Parroquia Selva Alegre

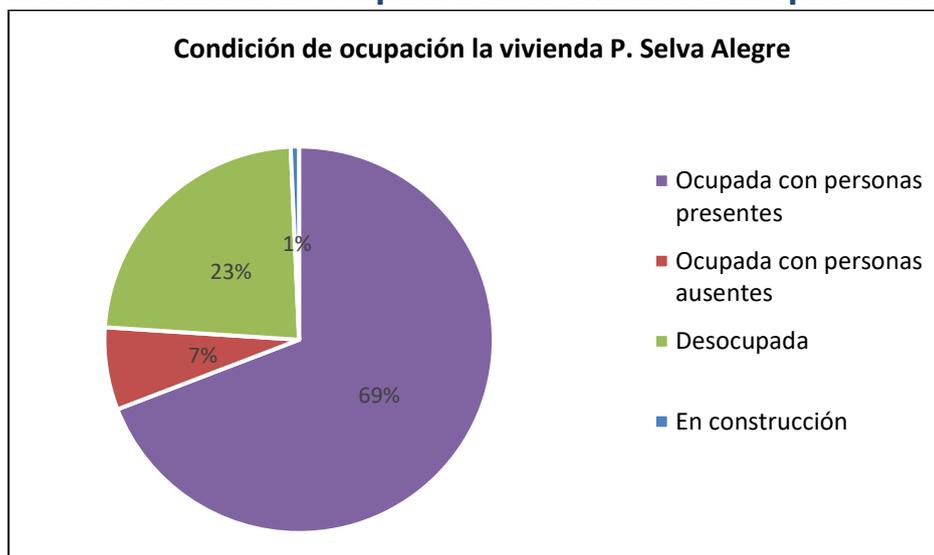
Tenencia o propiedad de la vivienda	Cantidad	Porcentaje
Propia y totalmente pagada	249	60.88
Propia y la está pagando	9	2.20
Propia (regalada, donada, heredada o por posesión)	23	5.62
Prestada o cedida (no pagada)	91	22.25
Por servicios	10	2.44
Arrendada	27	6.60
Total	409	100.00

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Respecto a la condición de ocupación de estas viviendas, se presenta en primer lugar las que se encuentran ocupadas por personas presentes (69%). Un 23% de viviendas se encuentran desocupadas y un 7% se encuentran ocupadas con personas ausentes.

Gráfico 6-64 Condición de Ocupación de la Vivienda Parroquia Selva Alegre



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

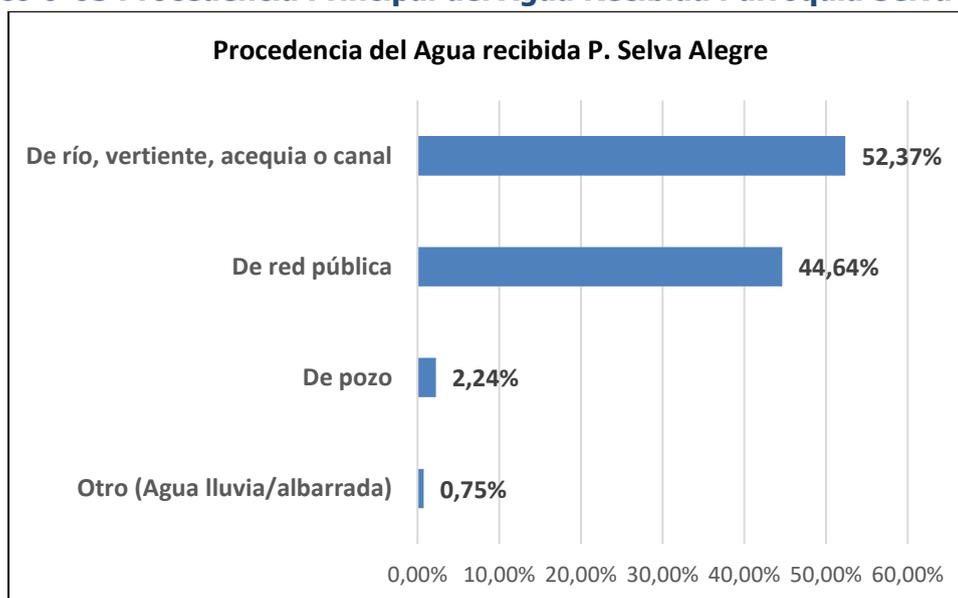
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

6.3.2.1.9 Infraestructura Física

Servicios Básicos

En la parroquia Selva Alegre la principal procedencia del agua recibida es del río, vertiente, acequia o canal, que representa el 52,37 de viviendas. El segundo sistema de procedencia del agua es de la red pública, que cubre un porcentaje de 44,64%.

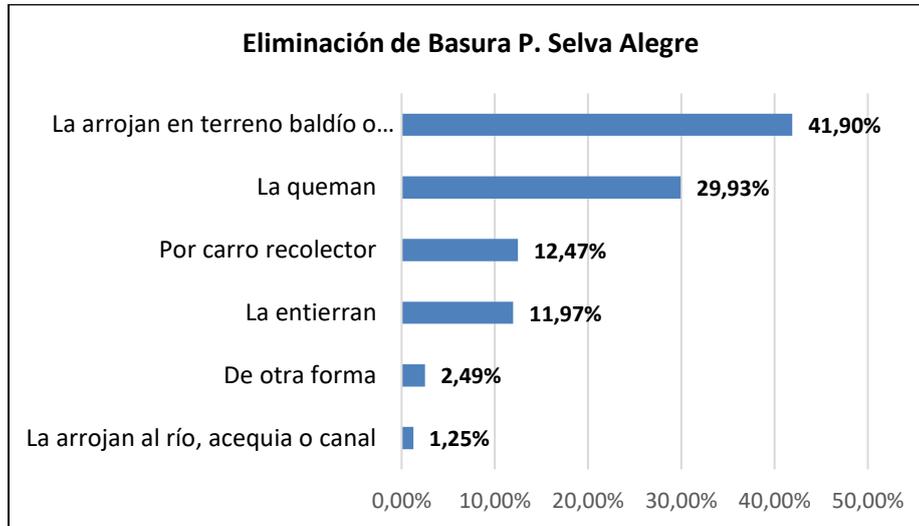
Gráfico 6-65 Procedencia Principal del Agua Recibida Parroquia Selva Alegre



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En cuanto al servicio de eliminación de basura, se ha determinado que en la parroquia Selva Alegre la principal forma de eliminación es a través de su desecho a terrenos baldíos o quebradas (41,90%), le sigue la quema con 29,93%. Pocas familias han declarado que eliminan la basura mediante carro recolector (12,47%), que la entierra (11,97%), y existe un porcentaje bajo que señala que arrojan al río, acequia o canal (1,25%)

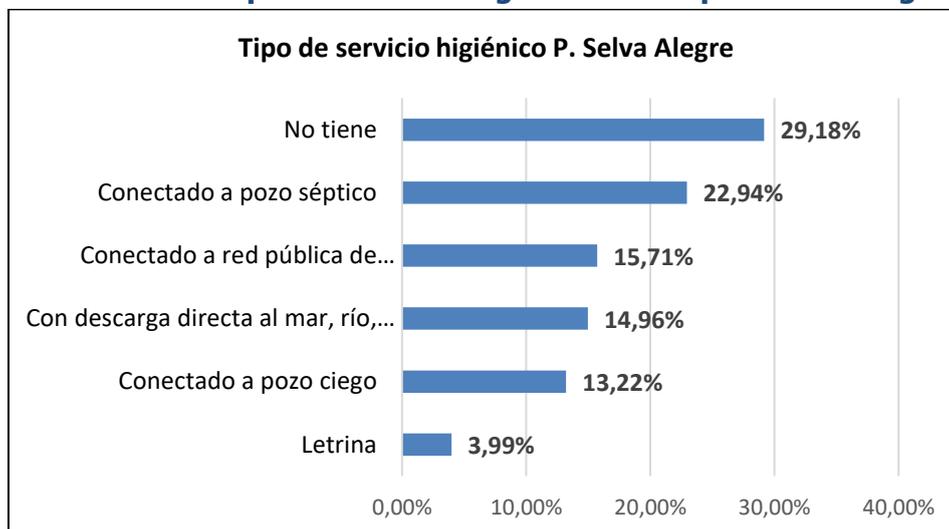
Gráfico 6-66 Eliminación de Basura Parroquia Selva Alegre



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Respecto al servicio de alcantarillado, la mayor parte de los hogares en la parroquia Selva Alegre, no cuentan con red pública. El 29,18% de la población no dispone de servicio higiénico, el 22,94% lo tiene conectado a pozo séptico, solo el 15,71% se conecta a red pública de alcantarillado. A pozo ciego lo hace el 13,225 y tienen letrina un 3,995 de viviendas.

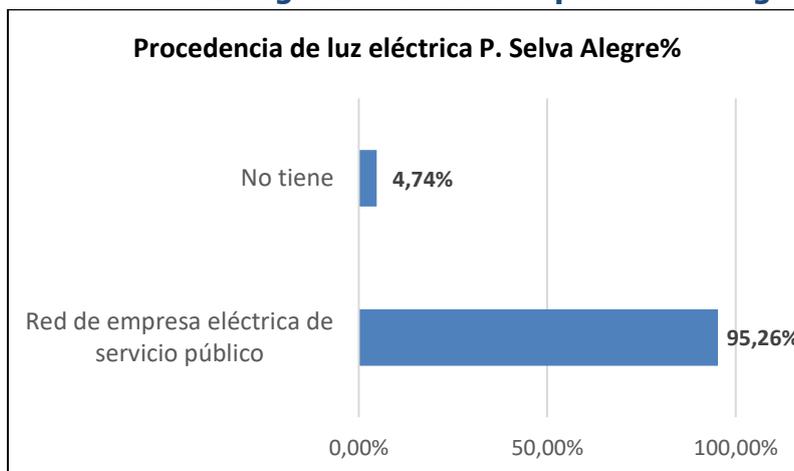
Gráfico 6-67 Tipo de Servicio Higiénico Parroquia Selva Alegre



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Con relación al servicio de Energía Eléctrica, el 95,26% de las viviendas en la parroquia Selva Alegre cuentan con este servicio; un 4,74% ha declarado que no cuenta con este servicio.

Gráfico 6-68 Energía Eléctrica Parroquia Selva Alegre



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En el AID, mediante las entrevistas realizadas a dirigentes de la Comunidad Barcelona y Quinde la Libertad declaran que, cuentan con red de agua entubada con tratamiento y medidores de agua, mientras que, solo el centro poblado de Selva Alegre cuenta con agua tratada. Tal como se ve a nivel parroquial, únicamente el centro poblado Selva Alegre cuenta con red de alcantarillado, los otros dos asentamientos eliminan excretas a través de pozos sépticos. En cuanto a la recolección de basura, sí existen carros recolectores que pasan una vez a la semana; este servicio no comprende el barrido y limpieza de las calles. En cuanto al servicio de energía eléctrica y alumbrado público, los tres asentamientos tienen este servicio, a excepción de la Comuna Quinde la Libertad que no cuenta con alumbrado público.

Tabla 6-131 Servicios Básicos en el AID

Asentamiento	Servicios Básicos	Si	No	Observación
Comunidad Barcelona	Red de agua potable	X		Agua entubada con tratamiento y medidores de agua. Agua captada del río Tonglo.
	Red de alcantarillado		X	Pozo séptico
	Recolección de basura	X		1 día a la semana
	Barrido y limpieza de calles		X	-
	Energía eléctrica	X		Red pública
	Alumbrado público	X		Solo en el centro
Comuna Quinde La Libertad	Red de agua potable	X		Agua entubada con tratamiento y medidores de agua. Agua captada en la quebrada 4, ubicada al este del área de implantación del proyecto.
	Red de alcantarillado		X	Pozo séptico y aire libre
	Recolección de basura	X		1 vez por mes también se quema
	Barrido y limpieza de calles		X	No hay calles el barrio es disperso
	Energía eléctrica	X		Red pública
	Alumbrado público		X	-

Asentamiento	Servicios Básicos	Si	No	Observación
Cabecera parroquial Selva Alegre	Red de agua potable	X		Agua tratada con medidores de consumo. Agua captada del río Tonglo.
	Red de alcantarillado	X		90% cubierto
	Recolección de basura	X		2 días por semana
	Barrido y limpieza de calles	X		2 días por semana
	Energía eléctrica	X		Red pública
	Alumbrado público	X		80% cubierto

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Tecnología y Medios de Comunicación

El medio de comunicación más utilizado en la parroquia Selva Alegre es la telefonía móvil, a la cual tienen acceso el 57,95% de pobladores. Este alto porcentaje responde justamente al insuficiente servicio de telefonía pública fija que solo llega al 7,58% de los hogares. La televisión por cable y el internet representan porcentajes menores en la población que tiene acceso. La señal de televisión abierta y radios proviene de la provincia de Pichincha (PDOT Selva Alegre 2015).

Tabla 6-132 Medios de Comunicación Parroquia Selva Alegre

	Televisión por Cable	Internet	Teléfono Móvil	Teléfono Fijo
Sí	6,60%	0,73%	57,95%	7,58%
No	93,40%	99,27%	42,05%	92,42%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

De acuerdo a las entrevistas realizadas en el AID, el sector tiene acceso y usa telefonía fija (CNT) en muy pocos casos, lo que más se utiliza es telefonía móvil (Claro), internet (CNT y CEITEL), televisión, radio y prensa escrita solo en casos puntuales. Además, se ha determinado que los canales con mayor sintonía en televisión, son Ecuador TV, RTS, TC Televisión y Teleamazonas. En cuanto a radio, las principales emisoras escuchadas son Canela, Zaracay y Radio Intag. En prensa escrita, el diario que llega hasta el área en mención es Diario El Norte.

Tabla 6-133 Principales Medios de Comunicación en el AID

Asentamiento	Medios de Comunicación	Si	No	Observación
Comunidad Barcelona	Telefonía fija	X		CNT
	Telefonía móvil	X		Claro
	Internet	X		Sólo una familia CNT
	Televisión	X		TRS, Ecuador TV, Teleamazonas
	Radio	X		Radio Intag
	Prensa Escrita	X		El Norte
	Telefonía fija		X	-

Asentamiento	Medios de Comunicación	Si	No	Observación
Comuna Quinde La Libertad	Telefonía móvil	X		Claro
	Internet	X		CEITEL pocos hogares
	Televisión	X		Ecuador TV
	Radio		X	
	Prensa Escrita		X	
Cabecera parroquial Selva Alegre	Telefonía fija	X		CNT
	Telefonía móvil	X		Claro
	Internet	X		CEITEL
	Televisión	X		TC Televisión, RTS
	Radio	X		Zaracay, Canela
	Prensa Escrita	X		El Norte

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Infraestructura Educativa

Dentro del AID se identificaron, mediante observación y entrevistas dos instituciones educativas: La Escuela Manuel Mesías Benalcázar y la Unidad Educativa Selva Alegre. La Escuela Manuel Mesías Benalcázar fue creada el 1 de mayo de 1978; se trata de una institución fiscal de jurisdicción hispana. Es pequeña, actualmente cuenta con siete alumnos: tres hombres y cuatro mujeres, y un profesor. Se encuentra localizada en la vía a Selva Alegre, comunidad Quinde La Libertad.

La Unidad Educativa Selva Alegre comienza a funcionar en octubre del 2010. Se encuentra localizada en la calle de ingreso al centro poblado Selva Alegre. Se trata de una institución fiscal de jurisdicción hispana. Tiene un total de 18 profesores y 327 estudiantes, 165 hombres y 162 mujeres.

Tabla 6-134. Instituciones Educativas en el AID

Institución	Jurisdicción	Tipo	Fecha de Creación	No. Profesores	No. Alumnos	Representante	Contacto
Escuela Manuel Mesías Benalcázar	Hispana	Fiscal	Mayo 1978	1	H = 3 M = 4 Total 7	Aurora Esmeralda Vega Quishpe	0985401288
Unidad Educativa Selva Alegre	Hispana	Fiscal	Octubre 2010	18	H = 165 M = 162 Total 327	Héctor René Donoso Narváez	0988220466

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Respecto a la infraestructura, la Escuela Manuel Mesías Benalcázar cuenta con instalaciones que se encuentran en buen estado de conservación, a excepción de las canchas que están bastante deterioradas. En cuanto a servicios básicos: el agua es entubada, la eliminación de excretas es a través de pozo séptico, la basura es quemada, cuentan con energía eléctrica y con internet proveniente de la compañía SAITEL.

Por su lado, la Unidad Educativa Selva Alegre cuenta con instalaciones que en su mayoría se encuentran en buen estado de conservación, a excepción de las canchas, comedores y cocinas que se han deteriorado y se encuentran en estado regular. Por encontrarse en el centro poblado, cuenta con todos los servicios básicos: agua por tubería, red de alcantarillado, recolección de basura diario, barrido y limpieza de calles dos veces por semana, energía eléctrica, alumbrado público, telefonía fija e internet (SAITEL y CNT).

Tabla 6-135 Infraestructura Educativa en el AID

Institución	Infraestructura	Cantidad	Estado
Escuela Manuel Mesías Benalcázar	Aulas	1	Bueno
	Baños	4	Bueno
	Canchas	1	Malo
	Comedores	1	Bueno
	Cocinas	1	Bueno
	Laboratorios computación	1	Bueno
	Viviendas maestros	1	Bueno
Unidad Educativa Selva Alegre	Aulas	12	Bueno
	Baños	20	Bueno
	Canchas	2	Regular
	Comedores	1	Regular
	Cocinas	1	Regular
	Laboratorios computación	1	Bueno
	Bar	2	Bueno
	Oficinas	3	Bueno
	Laboratorio ciencias naturales	1	Bueno

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Infraestructura en salud

En el AID existe un Centro de Salud Tipo A, ubicado en el centro poblado de Selva Alegre. A este centro de salud acuden todas las comunidades aledañas y quienes están afiliados al Seguro Campesino acuden a sus puntos de atención en las comunidades más cercanas. En pocos casos se acuden a médicos particulares.

Según entrevista a Dorjhuannys Torres odontóloga del Centro de Salud Selva Alegre, este cuenta con la atención de ocho profesionales, dos de los cuales se encargan de la atención en el área rural en brigadas que se realizan cada dos meses. Las áreas que funcionan en este centro de salud son: Medicina general, odontología, enfermería, farmacias, vacunación, estadísticas y emergencias.

Tabla 6-136 Infraestructura de Salud en el AID

Sector	Unidad Operativa	Áreas	Personal	Infraestructura	Contacto
Selva Alegre (Cabecera parroquial)	Centro de Salud Tipo A	Medicina General Odontología Enfermería Farmacia Emergencias Vacunación Estadística	Estefany Andrade (Líder de la Unidad de Salud) Dorjhuannys Torres (Odontóloga) Marcela Herrera (Licenciada) Valeria Gómez (TATS) Carlos Nogales (TATS) Anita Morales (TATS) Dagmar Tirado (Lcda. Área rural) Cristina Obando (Médico rural)	Consultorios (3) Preparación (1) Emergencias (1) Farmacia (1) Estadística (1) Sala de espera (1) Baños (2) Vivienda de médicos (3)	0981983873 (Dorjhuannys Torres) 0997782944 (Marcela Herrera)

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En el Centro de Salud Selva Alegre existen tres consultorios, salas de preparación, emergencias, sala de espera, una oficina de estadísticas, una farmacia y dos baños. Todas las instalaciones se encuentran en buen estado de conservación, a excepción de las viviendas de los médicos que son tres y que están en buen estado, malo y regular. Cuentan con un equipo odontológico, tres tensiómetros, dos termómetros, una balanza eléctrica, un glucómetro y un equipo de hemoglobina. Los tensiómetros se encuentran en mal estado y el equipo odontológico en estado regular.

Infraestructura en Saneamiento Ambiental

Dentro del área del proyecto, a través de las entrevistas realizadas, no se determinó la existencia de ningún tipo de infraestructura de saneamiento ambiental. La infraestructura existente como por ejemplo tanques de captación de agua, planta de tratamiento de aguas servidas de Selva Alegre se encuentran fuera y en algunos casos muy lejos de la concesión y área de operaciones.

Infraestructura Comunitaria

Según recorrido de campo, dentro del AID, se determinan las estructuras de uso comunitario, que se encuentran enlistadas en la siguiente tabla, destacándose la presencia de casas comunales en la comunidad Barcelona y la comuna Quinde La Libertad, mismas que fueron construidas con apoyo de la empresa CECAL. Las viseras o paradas de buses que se encuentran en dos de los asentamientos, han sido un aporte de la empresa CECAL.

Tabla 6-137 Infraestructura Comunitaria en el AID

Asentamiento	Tipo de Infraestructura	Ubicación	
		X	Y
Comunidad Barcelona	Casa comunal	770730	10028018
	Canchas deportivas	770712	10028011
	Tanques de distribución y tratamiento de agua	770857	10027926
Comuna Quinde La Libertad	Casa comunal	771073	10029312
	Escuela Manuel Mesías Benalcázar	771294	10029378
	Visera (Parada de buses)	771363	10029341
Cabecera parroquial Selva Alegre	GAD parroquial	769687	10027387
	Unidad Educativa Selva Alegre	769856	10027444
	Centro de Salud Tipo A	769912	10027414
	Iglesia católica	769679	10027355
	Canchas deportivas	769710	10027373
	UPC	769895	10027445
	Baños públicos	769770	10027372
	Infocentro	769751	10027365
	CECAL Oficia RRCC	769744	10027379
	Parque central	769696	10027349
	Visera (Parada de buses)	769719	10027341
Cancha de fútbol	769742	10026994	

Fuente: Fase de Campo mayo 2019

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Vías de Comunicación

La parroquia Selva Alegre, como consta en el PDOT, cuenta con 96 km de caminos carrozables, la mayor parte corresponde a carreteras de verano. A todas las comunidades de la parroquia se puede acceder por estas vías. El sistema de la parroquia se compone de las siguientes vías:

- Otavalo - Selva Alegre (77 km): 27 km asfaltado y 50 km con capa de rodadura de tierra.
- San Luis – Santa Rosa (14 km): capa de rodadura de tierra.
- Selva Alegre – San Francisco (9 km): capa de rodadura de tierra.
- Selva Alegre – Saguangal (38 km): asfaltado.
- Pamplona – San Carlos (8 km): capa de rodadura de tierra.
- Selva Alegre, Barcelona, San Luis Pamplona, Santa Rosa (16 km).

Las vías son en su mayoría lastradas. Existe un tráfico constante por la circulación de volquetas que, por su peso, deterioran permanentemente la capa de rodadura. Por otro lado, la topografía escarpada influye en la producción de deslizamientos, afectados por el cambio en cobertura vegetal.

Existe un proyecto de pavimentación de la vía Otavalo – Selva Alegre – Saguangal – Quinindé con lo que se pretende influir en el desarrollo sustentable de la parroquia.

En cuanto a la vialidad del AID, las calles de acceso a las comunidades son lastradas, así como las vías de circulación internas. La Comuna Quinde La Libertad y la comunidad Barcelona se encuentra a lo largo de la vía principal, por cuanto no existen vías internas. Solo el centro poblado de Selva Alegre cuenta con calles internas adoquinadas. En toda el área existen también chaquiñanes (observación de campo).

Tabla 6-138. Vialidad en el AID

Sector	Tipo de Vía de Acceso a la Comunidad	Tipo de Vías Internas
Comunidad Barcelona	Lastrada	Lastrada
Comuna Quinde La Libertad	Lastrada	No hay vías internas
Cabecera parroquial Selva Alegre	Lastrada	Adoquinadas

Fuente: Fase de Campo mayo 2019
Elaborado por: Gesambconsult, 2019

6.3.2.1.10 Transporte

El PDOT Selva Alegre (2015, 56) señala que en la parroquia el “transporte de pasajeros es desde Selva Alegre hacia Otavalo, o viceversa, a través de buses de la empresa Imbaburapak con dos turnos diarios, uno en la mañana y otro en la tarde”. Además, se usan camionetas alquiladas en casos específicos, cuando no se accede al servicio de transporte público.

En las entrevistas realizadas en el AID, se corrobora esta información, complementado que el costo aproximado del pasaje es de \$2,50 dólares.

6.3.2.1.11 Turismo

El PDOT Selva Alegre (2015) señala que la zona cuenta con atractivos naturales que pueden ser explotados turísticamente pero que aún no se ha desarrollado proyectos en torno a este tema. Para las autoridades es importante aprovechar la cercanía de la parroquia a Otavalo, que es una ciudad muy visitada por turistas nacionales y extranjeros. En la actualidad, únicamente se identifican cuatro establecimientos de hospedaje y cinco restaurantes dentro de la parroquia.

De la misma manera, los actores clave entrevistados no han señalado la existencia de atractivos turísticos ni tampoco proyectos de turismo comunitario.

6.3.2.1.12 Indicadores Socio-culturales

Identificación étnica

En la parroquia Selva Alegre, la mayoría de personas se autoidentifican como mestizas (76,94%). Quienes se identifican como indígenas representan el 14,31%, como blancos (5,44%), como porcentajes más altos.

Tabla 6-139 Autoidentificación Étnica Parroquia Selva Alegre

Autoidentificación Según su Cultura y Costumbres	Cantidad	Porcentaje
Mestizo	1231	76,94%
Indígena	229	14,31%
Blanco	87	5,44%
Negro (Afro-americano)	6	0,38%
Mulato	15	0,94%
Montubio	32	2,00%
Total	1600	100,00%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

En el AID, las poblaciones de la Comunidad Barcelona, de la Comuna Quinde La Libertad y de la cabecera parroquial Selva Alegre se autoidentifican como mestizas. Sin embargo, se debe considerar que la zona de estudio tiene una dinámica rural y campesina, en la que se han desarrollado actividades agrícolas y ganaderas desde el momento de su creación.

Religión

En el AID, la población de la Comunidad Barcelona, la comuna Quinde La Libertad y de la cabecera parroquial Selva Alegre, es católica mayoritariamente. Por esto es que se desarrollan algunas fiestas que tienen que ver con ritos católicos como la fiesta en honor al Divino Niño y la fiesta en honor a la Patrona María Auxiliadora.

Idioma y Lengua

En el AID, los pobladores de la Comunidad Barcelona, la comuna Quinde La Libertad y de la cabecera parroquial Selva Alegre tienen como idioma principal el español.

Caracterización de Valores y Costumbres

Al tratarse de un sector rural agrario campesino, que ha sido poblado con gente mestiza, que se ha movilizad dentro de la misma provincia y desde la zona de San José de Minas, Chavezpamba pertenecientes a la provincia de Pichincha principalmente, no existe presencia de etnias o culturas ancestrales.

El PDOT Selva Alegre (2015) señala que en la parroquia se desarrollan festividades en el mes de Mayo en honor a la Patrona María Auxiliadora (mes de Mayo) y en el mes de Octubre se llevan a cabo las fiestas de parroquialización.

Al tratarse de una población mestiza y de religión católica son importantes las fiestas de Navidad, de Fin de Año y del día de la Madre, tal como lo mencionan los actores clave entrevistados.

6.3.2.1.13 Campo Socio-institucional

En la siguiente tabla se enumeran las autoridades políticas correspondientes a las circunscripciones territoriales del área de influencia indirecta.

Tabla 6-140 Autoridades Políticas en el AII

Institución	Representantes	Cargo	Contacto
GAD Cantonal Otavalo	Mario Conejo	Alcalde	06-2920460
GAD Cantonal Otavalo	Marco Flores	Vicealcalde	06-2920460
GAD Provincial Imbabura	Pablo Jurado Moreno	Prefecto	06-2955225 06-2955832 06-2950939
GAD Provincial Imbabura	Cristina Males	Viceprefecta	06-2955225 06-2955832 06-2950939

Fuente: Fase de Campo mayo 2019

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Dentro del AID se han identificado organizaciones parroquiales, comunales, comités de padres de familia, etc., cuya información se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 6-141 Autoridades Políticas en el AID

Institución	Representantes	Cargo	Contacto
Junta Parroquial Selva Alegre	Cristian Nogales	Presidente	0988102037
Junta Parroquial Selva Alegre	Patricia Ruiz	Vicepresidenta	-
Junta Parroquial Selva Alegre	Patricio Ortiz	1er Vocal	-
Junta Parroquial Selva Alegre	Sebastián Santander	2do Vocal	-
Junta Parroquial Selva Alegre	Alex Mora	3er Vocal	-
Junta Parroquial Selva Alegre	Alejandro Garrido	Secretario	-
Asociación Aproaxza	Nancy	Representante	-
Club Deportivo Nueva Generación	Ramiro Pullas	Representante	-
Club Deportivo La Loma	Olmedo López	Representante	-
Organización de la Iglesia Católica	Mercedes Pullas	Representante	-
Comunidad Barcelona	José Pedro Morales	Presidente	-
Comunidad Barcelona	Omar Rosero	Vicepresidente	-
Comunidad Barcelona	Rubén Flores	Secretario	-
Comunidad Barcelona	Gladys Ruiz	Tesorero	-
Comunidad Barcelona	Luis Nelson Gerardo Gómez	Síndico	-
Comuna Quinde La Libertad	Concha Dávila	Presidenta	0969536177
Comuna Quinde La Libertad	Germán Moreno	Vicepresidente	-
Comuna Quinde La Libertad	Jenny Cuello	Tesorera	0989524875
Comuna Quinde La Libertad	Mayra Guerrero	Secretaria	0988989482
Comuna Quinde La Libertad	Saúl Tapia	Síndico	0994542642
Unidad Educativa Selva Alegre	Héctor René Donoso Narváez	Rector	0988220466
Unidad Educativa Selva Alegre	Cristian Perugachi	Inspector General	0982690420

Institución	Representantes	Cargo	Contacto
Unidad Educativa Selva Alegre	Roberto Troya	Presidente Comité Padres de Familia	0988010960
Unidad Educativa Selva Alegre	Mario Nicolalde	Vicepresidente Comité Padres de Familia	-
Unidad Educativa Selva Alegre	Licy Flores	Tesorera Comité Padres de Familia	-
Unidad Educativa Selva Alegre	Andrea Boada	Secretaria Comité Padres de Familia	0999229707
Escuela Manuel Mesías Benalcázar	Aurora Esmeralda Vega Quishpe	Líder Educativa	0985401288
Centro de Salud Selva Alegre	Estefania Andrade	Líder de Salud	0979363427

Fuente: Fase de Campo mayo 2019

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Es importante señalar en el campo socio institucional que en el AID existe solo una Junta de Administración de Agua, perteneciente a la comunidad de El Quinde La Libertad, cuya presidenta es Concha Dávila. La dotación de agua para la comunidad Barcelona la administra la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Otavalo EMAPAO, esta información fue levantada durante la fase de campo.

Tabla 6-142 Dotación de Agua

Comunidad	Tiene Junta de Agua	EMAPAO*	Directivo
El Quinde La Libertad	X		Concha Dávila
Barcelona		X	Gerente
Selva Alegre		X	Gerente

Fuente: Entrevistas de campo

Elaborado por: Gesambconsult, 2024

Figura 6-42 Planta de Agua Potable para Selva Alegre, Barcelona, La Loma San Francisco



Fuente: <https://www.facebook.com/gadotavalo/photos/a.455402321270494/1108076536003066/?type=3>

Percepción Social

De acuerdo a las entrevistas y visitas realizadas en el AID, no se han determinado conflictos con relación al desarrollo del proyecto. Los actores clave han expresado las ventajas y desventajas del proyecto según su perspectiva y los puntos que pueden ser mejorados.

Tabla 6-143 Percepción del Proyecto en el AID

Asentamiento	Ventajas	Desventajas
Comunidad Barcelona	- Fuentes de empleo a moradores - Apoyo en infraestructura - Arreglo y mantenimiento de la vía	- Afectación de suelo y del medio ambiente - Riesgo de paso por cancha mina
Comuna Quinde La Libertad	- Apoyo en infraestructura comunitaria como casa comunal - Apoyo con tubería para el agua - Apoyo con material de cantera para solucionar daños	No se dan muchas fuentes de trabajo a los pobladores de la comuna - Falta de arreglo constante en la vía - Falta de apoyo en temas de salud - Afectación ambiental
Cabecera parroquial Selva Alegre	- Apoyo a la actividad deportiva - Apoyo a la educación - Apoyo a la salud - Apoyo con fuentes de trabajo - Apoyo con infraestructura	- Afectación ambiental - Deterioro de vías - Riesgo de paso por cancha mina

Fuente: Fase de Campo mayo 2019

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

Siendo que la Comunidad Barcelona y la comuna Quinde La Libertad fueron vinculadas como áreas de influencia directa en el estudio de impacto ambiental previo, los aportes de la empresa CECAL son reconocidos y acentuados más en el centro poblado de Selva Alegre que en estas comunidades, esto puede estar definiendo un punto a trabajar en la relación de la empresa con las comunidades. La Comunidad Barcelona y la Comuna Quinde La Libertad, señalan que la comunicación entre la empresa y la comunidad puede mejorar.

Uno de los aspectos más delicados que se asocia a la afectación de las actividades mineras es el riesgo del paso por cancha mina lo que ha generado reacciones entre los habitantes que hacían uso de este paso. El MAE solicitó en el año 2011 que la empresa ponga a disposición un nuevo camino que cumple técnicamente con los requisitos de la autoridad, mismo que fue recibido. Sin embargo, debido a la negativa de los pobladores a usarlo, la empresa accedió que los comuneros pasen por cancha mina, aunque éste ingresa a las instalaciones, y para ello la empresa mantiene un procedimiento de suspensión de actividades y entrega del equipo de protección para el paso de los comuneros.

6.3.3 Conclusiones y Recomendaciones

- Los posibles impactos ambientales que pudieren producirse por la actividad técnica que se desarrollan en la concesión Mocoral, no tendrían impacto negativo directo en ninguna de las comunidades cercanas. Sin embargo, por encontrarse en territorio de las comunidades de

Barcelona y Quinde La Libertad estas constituyen su segundo nivel de relacionamiento por lo que la empresa realiza obras de compensación y de ser el caso contrata mano de obra de estos sectores. En tanto que se mantiene también relacionamiento para obras de inversión social con el centro de la parroquia Selva Alegre por ser el centro político administrativo lo que constituiría un nivel de influencia indirecta. Los procesos de influencia social de la actividad productiva respecto a beneficios o posibles afectaciones se enfocan en estos tres asentamientos.

- Uno de los impactos sociales más relevantes se asocia a la negativa de los comuneros de usar el camino nuevo, lo que pone en riesgo su bienestar, puesto que aún con las medidas de seguridad proporcionadas por la empresa para el tránsito de la población por cancha mina, esta atraviesa el área de desarrollo del proyecto. Por lo que es necesario mantener una buena comunicación con la comuna a fin de buscar nuevas soluciones que no pongan en peligro la integridad de la gente que atraviesa este camino.
- La población del área de influencia directa comprende un total de 667 habitantes que se dedican principalmente a actividades agrícolas. La responsabilidad social de la empresa para con esta población se enfoca en el apoyo y fortalecimiento de estas actividades.
- En cuanto a los servicios de salud y educación, se ha comprobado que estos se brindan en la cabecera parroquial, con excepción de la escuela de El Quinde La Libertad. La empresa CECAL ha contribuido con ayudas puntuales a estas instituciones coordinadamente con el GAD Parroquial quien determina la priorización de las necesidades de la parroquia.
- En la parroquia Selva Alegre aún no existe cobertura al 100% de todos los servicios básicos. En razón de esto, la empresa puede colaborar con el GAD en la planificación y desarrollo de estos proyectos de conformidad con las prioridades de proyectos coordinadas con el GAD Parroquial, así como también contribuir con el cuidado de los recursos naturales, principalmente fuentes de agua, ya que algunos habitantes aún usan estas fuentes para su consumo.

7 INVENTARIO FORESTAL

Con la finalidad de obtener el inventario forestal de la cobertura vegetal nativa a ser removida, por acciones inherentes al proyecto Escombrera, Mina Mocoral, se aplicó la metodología propuesta en el anexo 1 por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, basada en el Acuerdo Ministerial 134, (RO No. 812 del 18 de Octubre del 2012), que reforma al Acuerdo Ministerial 076.

El inventario forestal juega un papel importante en la toma de decisiones en el manejo forestal y la silvicultura, ya que provee los datos iniciales y a menudo a partir de los cuales el silvicultor fija el marco silvicultural que debe llevar a cumplir con los objetivos de los dueños o usuarios de los bosques a manejar.

7.1 Marco Legal

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente fue aprobado mediante Decreto Ejecutivo N° 752 y publicado en el R.O. Suplemento N°507 el 12 de junio de 2019. La última modificación se la realizó el 18 de octubre del 2022.

Este reglamento desarrolla y estructura la normativa necesaria para la aplicación del Código Orgánico del Ambiente y es de obligatorio cumplimiento para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público central y autónomo descentralizado, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional.

Art. 458.-Inventario Forestal. - El inventario forestal constituye una herramienta que permite caracterizar y cuantificar los bienes y servicios ambientales del patrimonio natural existente en un área determinada que podría verse afectada por las actividades, obras o proyectos sujetos a regularización ambiental. Los lineamientos y metodologías para la elaboración del inventario forestal serán expedidos mediante norma técnica.

Art. 459.-Tasa por remoción de cobertura vegetal. - Las actividades que impliquen la remoción o aprovechamiento de la cobertura vegetal nativa arbórea y no arbórea, están sujetas al pago de una tasa.

La cuantificación de dicha tasa será realizada con base en la valoración de bienes y servicios ambientales del patrimonio natural, establecida en el inventario forestal.

La Autoridad Ambiental Competente procederá al cobro de la tasa una vez aprobado el inventario forestal.

Art. 460.-Productos forestales maderables. - Los productos forestales maderables obtenidos por la remoción de cobertura vegetal nativa arbórea, en la ejecución de proyectos, obras o actividades, en ningún caso será susceptible de comercio, sin perjuicio de su donación o utilización para las obras del mismo proyecto, lo cual estará sujeto a verificación de la Autoridad Ambiental competente.

La donación de productos obtenidos como consecuencia de la remoción de cobertura vegetal nativa arbórea, sólo podrá realizarse a instituciones del sector privado sin fines de lucro, instituciones públicas o comunidades que destinen los mismos para el desarrollo y mejoramiento de su calidad de vida, siempre y cuando esto no involucre fines comerciales.

Acuerdo Ministerial N° 076 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del 4 de julio de 2012 reformado por el Acuerdo Ministerial 134 del 25 de septiembre de 2012 expide reformas al Acuerdo Ministerial No. 139, el 30 de diciembre de 2009, mediante el cual, fue modificado el Acuerdo Ministerial No. 037, del 4 de junio de 2004, publicado en el Registro Oficial 388 del 29 de julio de 2004

El Ministerio del Ambiente expidió la Norma de Procedimientos Administrativos para autorizar el Aprovechamiento y Corte de Madera; dicho Acuerdo Ministerial en su artículo 1 establece:

“En el caso de cobertura vegetal nativa a ser removida por la ejecución de obras o proyectos públicos, que requieran de licencia ambiental y que la corta de madera no sea con fines comerciales y se requiera cambio de uso de suelo, excepcionalmente en el Estudio de Impacto Ambiental, se deberá incluir un capítulo que contenga un Inventario de Recursos Forestales”.

En el Acuerdo Ministerial 134, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 del 18 de octubre de 2012, se realiza la siguiente reforma al Acuerdo Ministerial No. 076:

Art. 1.- En los Artículos 1, 2, Disposición General Quinta y Séptima, después de la frase “obras o proyectos públicos” agréguese la frase “y sectores estratégicos ejecutados por personas naturales o jurídicas públicas y privadas”

Art. 2.- En los Artículos 1, 3, Disposición General Tercera, Séptima, Disposición Transitoria Segunda y Cuarta, después de la frase “Estudio de Impacto Ambiental” agréguese “y demás estudios contemplados en la normativa ambiental que sean aplicables según el caso”

Adicional a ello, en el Anexo 1 se establece la Metodología para Valorar Económicamente los Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Bosques y Vegetación Nativa en los casos a ser Removida.

Acuerdo Ministerial 076, del Ministerio del Ambiente, se establece que en proyectos donde exista bosque nativo maduro o primario y secundario, se deberá presentar el levantamiento de información como mínimo el 1% del área.

Acuerdo Ministerial 39, Registro Oficial 399 de 16 de agosto del 2004, artículo 38, del CAPÍTULO IV. Normas Generales Para la Elaboración y Ejecución de Programas de Aprovechamiento y Corta, Título II de los Programas de Aprovechamiento Forestal

Acuerdo Ministerial 125, del 23 de febrero de 2015, Normas de Manejo Forestal Sostenible de los Bosques.

Acuerdo Ministerial 128 del 13 de diciembre de 2006, “Normas para el Manejo Sustentable de los Bosques Andinos”.

7.2 Descripción del Área de Estudio

La mina Mocoral, se ubica en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia Selva Alegre, dicha concesión posee un área de 123,33 ha, conformada por mosaico agropecuario con 109,92 ha (89%), bosque nativo con 7,90 ha (6,4%) y áreas con infraestructura con 5,51 ha (4,5%) (MAAE, 2022).

El presente inventario forestal reporta información neta del área correspondiente a la escombrera y accesos que cubren un área de 16,52 ha. Según el mapa de cobertura vegetal y uso del suelo MAAE, 2022, se reporta mosaico agropecuario 16,52 ha (100%).

Según el inventario forestal realizado en dicha área se reporta dominancia de pastizales destinados a actividades pecuarias, con árboles dispersos, especialmente de Lunchig (*Vernonanthura patens*).

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental, el área de la concesión Mocoral presenta un ecosistema: Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes (BsBn04), que cubre un área de 43,33 ha (35%), la mayor parte del área se reporta como Intervención (Inter01) con 80 ha (65%).

Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes (BsBn04). - Bosques siempreverdes multiestratificados que crecen sobre la Cordillera Occidental. El dosel es generalmente cerrado, alcanza de 20 a 30 m de altura, los árboles emergentes suelen superar los 35 m (Valencia et al. 1999; Josse et al. 2003). Poblaciones de palmas son comunes y es posible encontrar helechos arborescentes; la vegetación herbácea es densa dominada por helechos y aráceas; la vegetación arbustiva es escasa con dominio de Rubiaceae y Melastomataceae.

De 1500 a 2000 msnm la riqueza de especies trepadoras, leñosas y árboles disminuye mientras que el número de epifitas aumenta (Gentry 1993; Küper et al. 2004). La mayoría de especies de varias familias características de tierras bajas desaparecen (e.g. Bombacaceae s.s.) (Valencia et al. 1999).

Familias representativas en este ecosistema son: Lauraceae, Rubiaceae, Moraceae, Urticaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae y Arecaceae. Entre los géneros arbóreos, en el dosel se encuentran: *Ficus*, *Ocotea*, *Nectandra*, *Persea*, *Guarea*, *Carapa*, *Inga*; en el subdosel: *Cecropia*, *Miconia*, *Palicourea*, *Psychotria* y *Elaeagia*. En palmas, se puede observar: *Socratea exorrhiza*, *Ceroxylon echinulatum*, *Prestoea acuminata* y *Geonoma* sp. (Nieder and Barthlott 2001; MECN-SA DMQ 2010).

Estos bosques crecen sobre la zona transversal Puna-Méndez que en la región norte del país corresponden a la cordillera occidental, constituida por basaltos toleíticos del Cretácico Inferior y rocas volcánicas calco-alcálicas originada en un arco de islas del Cretácico Superior-Eoceno (Paladines 2005). El volcanismo intenso ha acumulado material de piroclastos y lahares que se relacionan con la cobertura de lapillis (fragmentos entre 2 y 64 mm de composición basáltica) en la parte oriental de la región costera (Winckell 1982).

Especies diagnósticas: *Alsophila erinacea*, *Beilschmiedia costaricensis*, *Calatola costaricensis*, *Carapa megistocarpa*, *Cedrela odorata*, *Chrysochlamys dependens*, *Croton floccosus*, *Cyathea caracasana*, *Cybianthus peruvianus*, *Elaeagia utilis*, *Eriotheca squamigera*, *Escallonia pendula*, *Guarea kunthiana*, *Gustavia dodsonii*, *G. speciosa*, *Hedyosmum racemosum*, *Hieronyma alchorneoides*, *Huerteia glandulosa*, *Ladenbergia macrophylla*, *Mauria hererophylla*, *Morus insignis*, *Nectandra acutifolia*, *N. globosa*, *N. lineata*, *Otoba gordoniiifolia*, *Prestoea acuminata*, *Protium ecuadorensis*, *Sapium laurifolium*, *S. stylare*, *Tovomita weddelliana*, *Turpinia occidentalis*.

7.3 Uso del Suelo y Cobertura

El área correspondiente a la escombrera y accesos cubren un área de 16,52 ha. Según el mapa de cobertura vegetal y uso del suelo MAAE, 2022, se reporta mosaico agropecuario 16,52 ha (100%).

La especie dominante es el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), otra de las especies comunes de hábito arbóreo es el Lunchig (*Vernonanthura patens*), se trata de una especie pionera de poco valor ecológico.

7.3.1 Tenencia de la Tierra

La mayor parte del área correspondiente a la escombrera, está conformada por pastizal, cuya propiedad pertenece al proponente del proyecto.

El área correspondiente a la escombrera, consta de 16,52 hectáreas, se ubica en la provincia de Imbabura; Pertenece a la Empresa CEVALLOS CALISTO CÍA. LTDA.

7.3.2 Clasificación del Estado de Intervención de la Cobertura Según el Tipo de Vegetación

El área de estudio (Escombrera de la mina Mocoral), se encuentra en la concesión minera Mocoral (código 182) y dentro de esta área se realizará la adecuación de la escombrera cuya extensión es de 14.02 hectáreas, para lo cual será necesario la adecuación y desbroce del área. Cabe mencionar que los accesos cubren un área de 2,5 ha. En total el área de intervención es de 16,52 ha, el 100% de dicha área corresponde a Mosaico agropecuario (MAAE, 2022)

Dicha área corresponde a pastizal cuya especie dominante es el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), existen también árboles dispersos de Lunchig (*Vernonanthura patens*) principalmente. El área de estudio corresponde al ecosistema Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes (BsBn04) (MAE, 2013).

7.4 Fase de Campo

La compilación de información por medio del trabajo de campo se la realizó durante 3 días efectivos de muestreo.

7.4.1 Materiales y Métodos

Entre los materiales utilizados para el levantamiento de información forestal en el área de estudio se utilizaron:

- | | | |
|--------------------|----------------------|-------------------------|
| - GPS | - Cámara fotográfica | - Brújula |
| - Cinta diamétrica | - Hipsómetro | - Cinta métrica de 50 m |
| - Machetes | - Cinta de marcaje | - Mapas de cobertura |
| - Computador | - Pintura spray | - Lápiz de cera |
| - Piola | - Periódicos | - Alcohol potable 70% |

- Podadora aérea
- Podadora manual
- Trepadores de gancho

7.4.2 Inventario Forestal Total

Con el fin de realizar el inventario forestal en el área a intervenir con las actividades de construcción de la escombrera, se aplicó la metodología de Inventario Forestal Aleatorio, que consiste en la evaluación de una muestra representativa (Carrera, 1996). El área de estudio está conformada por 16,52 hectáreas, el 100% del área corresponde a mosaico agropecuario, conformado principalmente por pastizal, el muestreo consistió en la evaluación de una muestra de 5 ha, que corresponden al 30% del área total de intervención.

Se consideraron los especímenes arbóreos con el diámetro ≥ 10 cm DAP. Además, se registró la altura total, altura comercial (estimación en base a trozas de 2.60 m de longitud) y el nombre común. Todos los árboles censados se marcaron con pintura fluorescente, los cuales fueron identificados *In Situ*, es decir en el mismo campo.

7.4.2.1 Identificación de los Tipos de Bosque o Hábitats

En la caracterización de las áreas en las que se llevó a cabo el levantamiento de información se realizó a través del empleo mapas de cobertura vegetal y uso del suelo (MAAE, 2022), Mapa de ecosistemas publicado en el Mapa Interactivo Ambiental (MAAE, 2015), Sistema de clasificación de ecosistemas de Ecuador continental (MAE, 2013), la observación directa de la topografía del suelo y la identificación de especies vegetales propias de cada hábitat.

7.4.2.2 Grado de Intervención

El grado de intervención del bosque es una medida cualitativa que el investigador botánico determina en base a la fisonomía del bosque ya que éste puede presentar áreas taladas, claros de bosque ya sea por acción natural o antrópicas y la presencia de especies indicadoras de bosques maduros y disturbados, ejemplos de especies indicadoras de áreas disturbadas son las pioneras, es decir las que intervienen en el proceso de sucesión vegetal, el mismo que presenta etapas seriales y que inicia con herbáceas, luego con arbustos y finalmente con árboles (Odum y Sarmiento, 1998).

Para América tropical se han determinado varias especies de árboles pioneros también llamados árboles maleza por su rápido crecimiento y corta vida se distinguen por la formación de leño de muy bajo peso, una copa en forma de sombrilla formada por hojas heliófilas (requieren luz solar directa) y por una producción masiva de semillas. Sobreviven en claros medianos a grandes por 20 a 30 años hasta que árboles de más lento crecimiento de la fase madura del bosque acaban sombreándolos (Gómez-Pompa y Vázquez-Yáñez, 1981).

Entre las especies de árboles pioneros más importantes para América Tropical están: *Spondias Bombin* (Anacardiaceae), *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), *Ochroma pyramidale* (Bombacaceae), *Cecropia* spp., *Pourouma* spp. (Cecropiaceae), *Aparisthium cordatum*, *Croton lechleri* (Euphorbiaceae), *Inga edulis*, *Schizolobium parahytum* (Fabaceae), *Miconia elata*,

Miconia spp. *Bellucia pentamera* (Melastomataceae), *Apeiba membranacea* (Malvaceae) entre otras (Alvira *et al.*, 2002).

7.4.2.3 Identificación de Especies

La identificación de las especies vegetales se la realizó *In Situ* por medio de observación directa, destacando características morfológicas de las plantas, tales como formas de la raíz, tallo, hojas, flores y frutos, existen otros detalles de importancia como observar la presencia de látex, resina o sabia, y algunas familias botánicas se las puede distinguir por olores, sabores o colores de las estructuras de las plantas. La experiencia del botánico cumple un papel de mucha importancia en esta etapa, debido a que es aquí en donde debe utilizar todos los elementos antes mencionados para llegar a determinar especies en el área de estudio. También para las determinaciones se utilizaron láminas fotográficas de plantas de bosque montano bajo de Ecuador, Colombia y Perú, producidas por: The Field Museum of Chicago.

7.5 Fase de Gabinete (Análisis de Datos)

7.5.1 Análisis de los Datos

Evaluación cuantitativa, para la ejecución de esta evaluación cuantitativa se delimitó un área de muestreo dentro de la cual se clasificaron taxonómicamente y se analizó la frecuencia con que aparece cada especie en general y más específicamente dentro de cada unidad de muestra.

Se emplea los términos de **Riqueza** (S), **Abundancia** (N) y **frecuencias o abundancia relativa** (P_i = porción de individuos de una especie en relación a la abundancia) para expresar la presencia o ausencia de especies y el grado de frecuencia de encuentro en una determinada área.

Todos ellos son términos válidos para evaluar la Diversidad de las comunidades y realizar comparaciones científicas de las mismas (Moreno, 2001). En el análisis de la **Composición**, se contabiliza y enumera taxonómicamente las especies que conforman cada familia botánica.

Diversidad. - Con los valores de Riqueza y Abundancia relativa, se calcula el valor de Diversidad según el Índice de Shannon-Wiener (H') tomando en cuenta la Equidad (E), características ecológicas intrínsecas del sitio durante el período de muestreo.

La **Equidad** expresa la uniformidad de los valores de importancia (distribución de las frecuencias o proporciones de individuos) a través de todas las especies de la muestra. En base a esto, el índice de Shannon-Wiener (H') mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecería un individuo escogido al azar en la muestra, es decir, indica el estado de la Diversidad obtenida en un determinado muestreo. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie (es decir menos diversidad) y el logaritmo natural de la riqueza (número de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1987), a pesar de que lo segundo es muy improbable en medios naturales (McDiarmid, 1994, Pearman, 1997).

7.5.1.1 Pruebas Estadísticas e Índices Empleados

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), por transecto con el fin de determinar cuál de ellos es el más diverso en cuanto a especies arbóreas se refiere, la fórmula de este índice es: $H' = - \sum p_i \ln p_i$; donde p_i es la proporción de individuos de la especie i divididos para el número total de individuos de la muestra (N). \ln es el logaritmo natural de p_i . El valor de la fórmula describe una población infinitamente larga y resulta en el promedio de Diversidad por especie (Moreno, 2001).

Índice de Diversidad de Simpson 1-D

Atribuye más peso a la abundancia relativa de las especies en una comunidad dado que se basa en la probabilidad de que dos individuos extraídos de una comunidad infinitamente grande sean de la misma especie.

$$D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Densidad Relativa (DnR)

Está determinada por el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población (Aguirre & Aguirre, 1999); en este caso con respecto al número total de árboles de la parcela.

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

Área Basal (AB) en m²

Se la define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo. El área basal de una especie determinada en una parcela es la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP ≥ 10 cm (Aguirre & Aguirre, 1999).

AB: área basal calculado mediante la siguiente fórmula.

$$AB = \text{DAP}^2 \times 3.1416 / 40000$$

Dominancia Relativa (DmR)

Representa el porcentaje de biomasa que aporta una determinada especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada (Aguirre & Aguirre, 1999).

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

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal) y densidad. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

Para obtener el I.V.I. es necesario transformar los datos de área basal, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 200 (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

La fórmula se muestra a continuación: $IVI = DnR + DmR$

Volumen de los Árboles en Pie

Se define como la cantidad de madera estimada en m^3 a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen puede ser total o comercial, sin incluir las ramas. Depende a partir de que se tomen las alturas, si es altura comercial, o altura total. En nuestro caso por ser un bosque latifoliado normalmente se calcula el volumen total del fuste.

No.: número con el cual se registró el árbol en el censo forestal.

DAP: diámetro a la altura del pecho.

Hc: altura comercial.

AB: área basal calculado mediante la siguiente fórmula,

$$AB = DAP^2 \times 3,1416 / 40000$$

Vol.: volumen calculado mediante la siguiente fórmula,

$$V = AB \times Hc \times f$$

f: factor de forma = 0,7.

Estado de Conservación

Se analizan las especies vegetales registradas en el inventario forestal, desde el punto de vista de origen, endemismo, especies raras y registros importantes tales como especies nuevas para la ciencia o ampliación de distribución de las mismas (Jørgensen y León-Yáñez, 1999).

Especies de Importancia Económica

Se considera las especies de potencial económico, tales como maderables.

7.6 Resultados del Inventario Forestal

7.6.1 Tipos de Cobertura Vegetal Existente

Tomando en consideración aspectos estructurales fisonómicos generales de la vegetación del área en su totalidad y parámetros geomorfológicos e información obtenida en el campo, dentro del área de estudio se han determinado los siguientes tipos de vegetación:

Pastizales (Pa)

El área correspondiente a la construcción de la escombrera, está conformada por pastizales destinados a actividades pecuarias, principalmente de ganado vacuno, cuya especie dominante es el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), existen también árboles dispersos de Lunchig (*Vernonanthura patens*) principalmente.

7.6.2 Estructura Vertical de la Vegetación

El área correspondiente a la escombrera está constituida por pastizal, sin embargo se registraron varias especies de hábito arbóreo, las cuales presentan la siguiente estructura vertical:

Tabla 7-1 Estructura vertical del bosque

Estrato	Alto (m)	No. Individuos	Porcentaje %
Sotobosque	< - 7,9 m	92	18,4%
Subdosel	8 - 9,9 m	161	32,3%
Dosel	10 - 15,9 m	246	49,3%
Emergente	16 - 25,9 m	0	0,05%
Total		499	100%

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Elaborado: Gesambconsult Cía. Ltda., octubre/2016

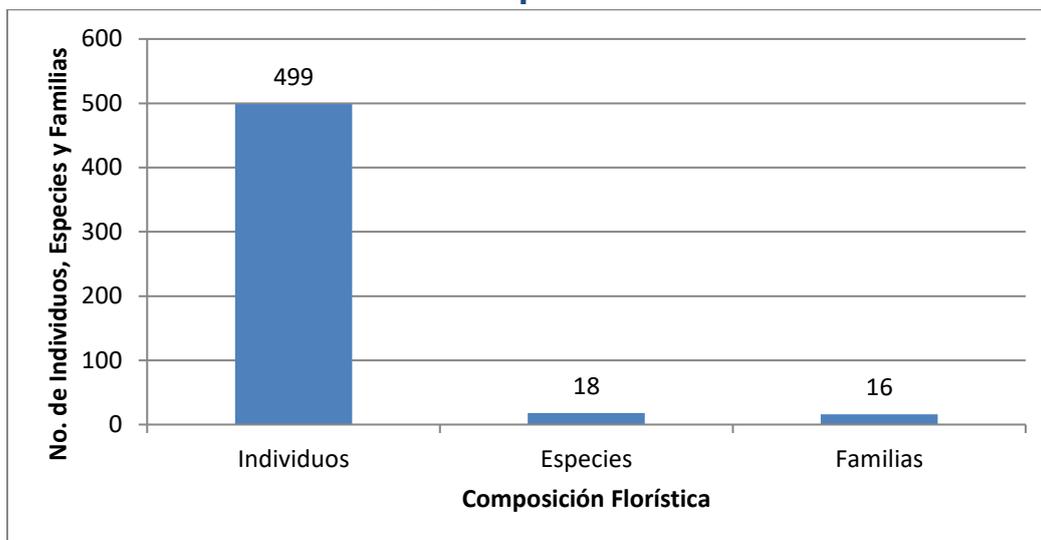
El estrato herbáceo que se encuentra dominando la zona, es denso y está constituido por la especie introducida y cultivada denominada "kikuyo" (*Pennisetum clandestinum*).

Las especies arbóreas que se registraron en el inventario forestal presentan un promedio del diámetro (DAP=diámetro a la altura del pecho, 1,30 m) de $\pm 14,2$ cm.

7.6.3 Composición Florística y Diversidad

En el área de construcción de la escombrera, se registraron 499 individuos con un DAP ≥ 10 cm, 18 especies y 16 familias botánicas.

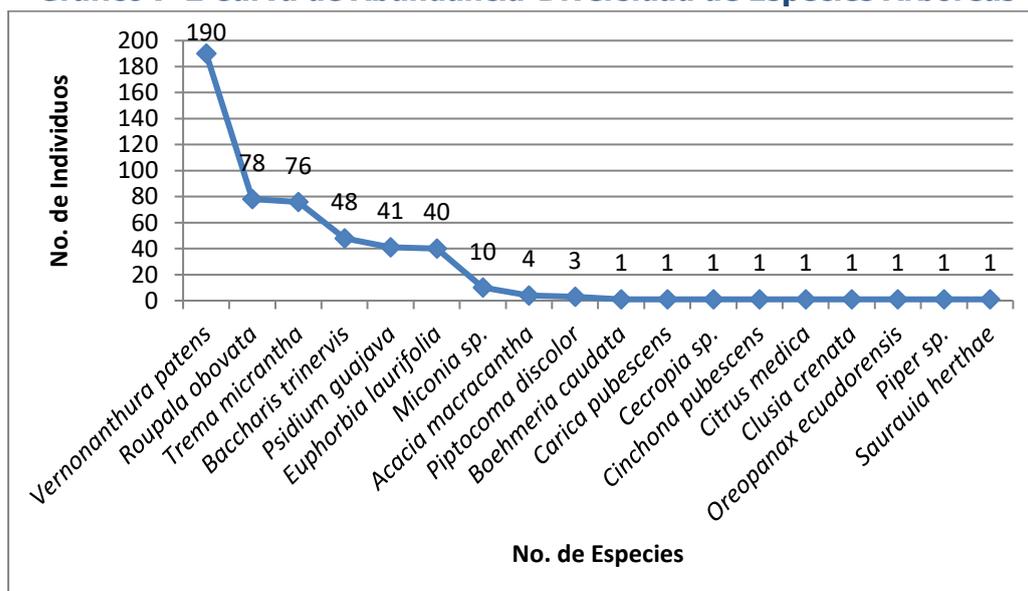
Gráfico 7-1 Composición Florística



Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Entre las especies dominantes registradas destacan: Lunchig (*Vernonanthura patens*), Roble (*Roupala obovata*), Sapán (*Trema micrantha*), Chilca (*Baccharis trinervis*), Guayaba (*Psidium guajava*) y Lechero (*Euphorbia laurifolia*) presentaron 190, 78, 76, 48 y 41 individuos respectivamente, las especies Roble y Guayaba presentan su densidad de la madera de 0,73 y 0,71 g/cm³ lo cual las ubica entre las especies indicadoras de bosque maduro, sin embargo hay que recalcar que la Guayaba es una especie cultivada. Las demás especies dominantes son pioneras o indicadoras de áreas intervenidas, debido a su baja densidad de la madera, según Zanne et al., (2009) se considera como especies indicadoras de bosque maduro, es decir maderas duras aquellas que poseen su densidad de la madera superior a 0,6 g/cm³.

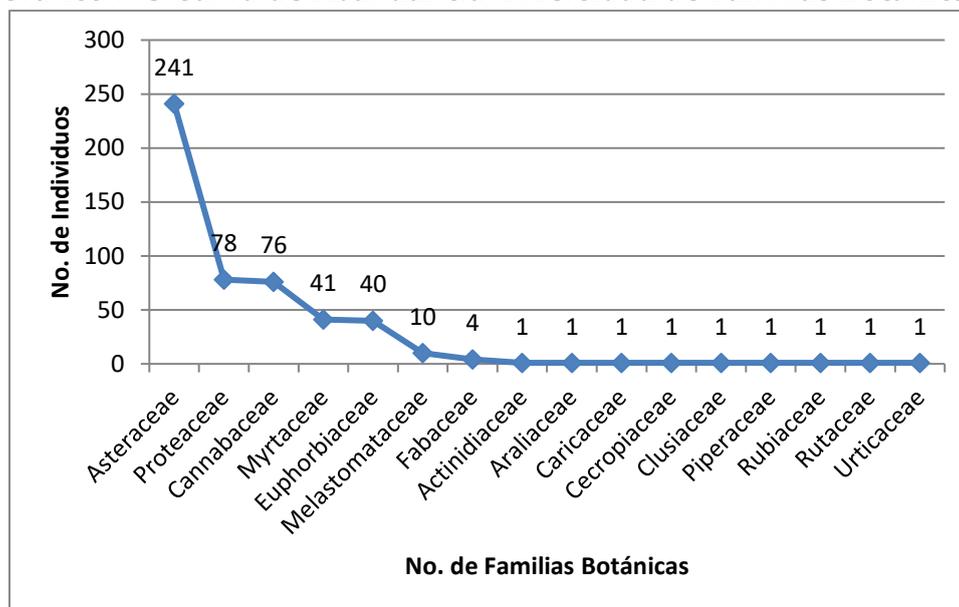
Gráfico 7-2 Curva de Abundancia-Diversidad de Especies Arbóreas



Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Las familias botánicas dominantes fueron: Asteraceae con 241 individuos, seguida de Proteaceae con 78 individuos, Cannabaceae con 76 individuos, Myrtaceae con 41 individuos y Euphorbiaceae con 40 individuos. Mientras que, las demás familias presentaron menos de 10 individuos (Gráfico 7-3).

Gráfico 7-3 Curva de Abundancia-Diversidad de Familias Botánicas



Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Una vez realizados los análisis del inventario forestal, se obtuvo que la diversidad según el índice de Shannon Wiener, corresponde a: 1,8 Bits que representa Diversidad Media, cuya escala de valoración es de 1 – 5, es importante resaltar que la diversidad obtenida pese a encontrarse en el rango de diversidad media, se ubica a 0,3 puntos de reportarse como diversidad baja, puesto que según la escala propuesta por Magurran (1987): Diversidad baja de 0,1 a 1,5. Diversidad media de 1,6 a 3,4 y Diversidad alta de 3,5 a 5 Bits.

De acuerdo al índice de diversidad de Simpson 1-D se obtuvo un valor de 0,8 en la escala de 0 – 1, que demuestra que se trata de un área diversa, considerando que dicho índice se basa en la abundancia (Magurran, 1987).

Tabla 7-2 Especies Arbóreas Registradas en el Área de Estudio

Nº	Familia	Especie	Nombre común	Frec.
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia herthae</i>	Moquillo	1
2	Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaki	1
3	Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i>	Chilca	48
4	Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i>	Lunchi 2 Pigue	3
5	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Lunchig	190
6	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Sapán	76
7	Caricaceae	<i>Carica pubescens</i>	Chamburo	1
8	Cecropiaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumo	1

Nº	Familia	Especie	Nombre común	Frec.
9	Clusiaceae	<i>Clusia crenata</i>	Incienso	1
10	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero	40
11	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	Algarrobo	4
12	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Payas	10
13	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	41
14	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	Cordoncillo	1
15	Proteaceae	<i>Roupala obovata</i>	Roble	78
16	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	Quina	1
17	Rutaceae	<i>Citrus medica</i>	Limón	1
18	Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i>	Ortiga	1

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Elaborado: Gesambconsult Cía. Ltda., octubre/2016

7.6.4 Índice de Valor de Importancia

De acuerdo a los datos obtenidos en el inventario forestal, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), determinándose que la especie con mayor representatividad por su frecuencia y diámetro del fuste fue: "lunchig" *Vernonanthura patens* con 73,13 de IVI, seguida de "roble" *Roupala obovata* con 34,49 de IVI, "sapán" *Trema micrantha* con 34,08 de IVI y "chilca" *Baccharis trinervis* con 17,25 de IVI.

Cabe recalcar que estas especies presentaron la mayor frecuencia o abundancia 190, 78, 76 y 48 individuos respectivamente, en suma, representan el 79% de la abundancia total.

Las especies: "lunchig, sapán y chilca" son pioneras es decir indicadoras de áreas con signos de intervención, mientras que la especie "roble" es indicadora de bosque maduro (Tabla 7-3).

Tabla 7-3 Índice de Valor de Importancia, de las 20 Especies Más Representativas

No.	Nombre Científico	Nombre Común	AGB t	Vol.Ht m ³	Frec.	AB m ²	DnR	DmR	IVI
1	<i>Vernonanthura patens</i>	Lunchig	18,11	21,21	190	2,99	38,08	35,06	73,13
2	<i>Roupala obovata</i>	Roble	14,53	12,09	78	1,61	15,63	18,86	34,49
3	<i>Trema micrantha</i>	Sapán	4,98	13,16	76	1,61	15,23	18,85	34,08
4	<i>Baccharis trinervis</i>	Chilca	3,83	3,82	48	0,65	9,62	7,63	17,25
5	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero	3,60	5,10	40	0,68	8,02	8,01	16,02
6	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	4,72	4,03	41	0,61	8,22	7,18	15,40
7	<i>Miconia sp.</i>	Payas	0,81	0,88	10	0,16	2,00	1,85	3,86
8	<i>Acacia macracantha</i>	Algarrobo	0,31	0,23	4	0,04	0,80	0,52	1,33
9	<i>Piptocoma discolor</i>	Pibi	0,16	0,17	3	0,03	0,60	0,41	1,01
10	<i>Cinchona pubescens</i>	Quina	0,33	0,30	1	0,04	0,20	0,50	0,70
11	<i>Saurauia herthae</i>	Moquillo	0,16	0,19	1	0,03	0,20	0,32	0,52
12	<i>Piper sp.</i>	Cordoncillo	0,04	0,08	1	0,01	0,20	0,16	0,36
13	<i>Boehmeria caudata</i>	Ortiga	0,04	0,07	1	0,01	0,20	0,14	0,34
14	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumo	0,04	0,11	1	0,01	0,20	0,13	0,33
15	<i>Citrus medica</i>	Limón	0,04	0,04	1	0,01	0,20	0,11	0,31

No.	Nombre Científico	Nombre Común	AGB t	Vol.Ht m ³	Frec.	AB m ²	DnR	DmR	IVI
16	<i>Carica pubescens</i>	Chamburo	0,01	0,04	1	0,01	0,20	0,09	0,29
17	<i>Clusia crenata</i>	Incienso	0,04	0,04	1	0,01	0,20	0,09	0,29
18	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaki	0,04	0,05	1	0,01	0,20	0,09	0,29
Total			51,81	61,62	499	8,53	100	100	200

AGB: Biomasa aérea. AB: Área basal; Frec: frecuencia o abundancia; DnR: dominancia relativa; DmR: densidad relativa; IVI: índice de valor de importancia.

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Elaborado: Gesambconsult Cía. Ltda., octubre/2016

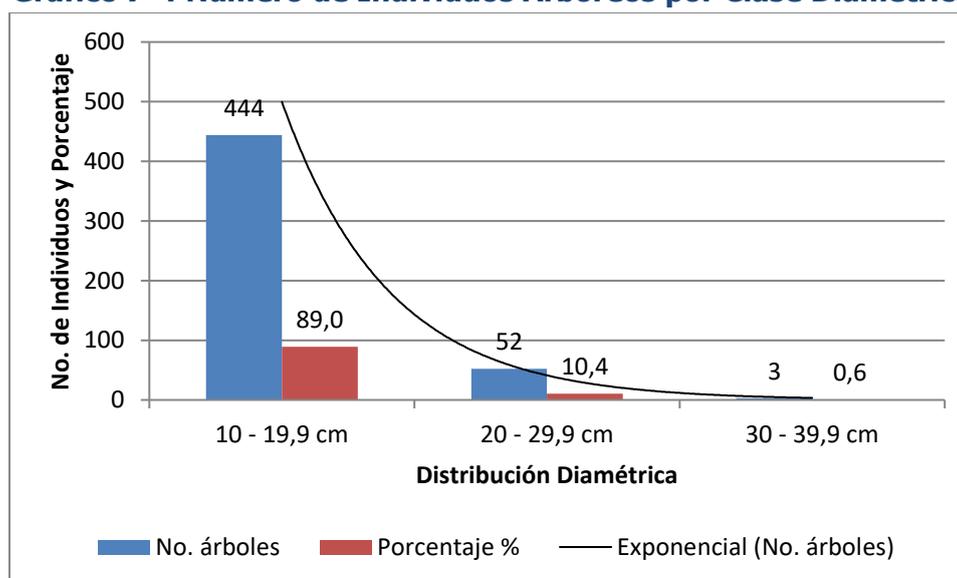
7.6.4.1 Biomasa Vegetal

La biomasa aérea (AGB) de acuerdo a la ecuación alométrica (Chave I, 2005) empleada para bosques subtropicales, el área muestreada (5 ha) el valor calculado fue: 51,81 toneladas (t), las especies con mayor aporte de biomasa son: "lunchig" *Vernonanthura patens* con 18,11 t, "roble" *Roupala obovata* con 14,53 t, "sapán" *Trema micrantha* con 4,98 t. Mientras que las familias con mayor aporte de biomasa aérea son: Asteraceae con 22,10 t, Proteaceae 14,53 t y Cannabaceae con 4,98 t.

7.6.5 Distribución Diamétrica

En este tipo de área el mayor número de individuos se ubica en la clase diamétrica de 10 - 19,9 cm de DAP con 444 individuos que representa el 89%, seguida de la clase de 20 - 29,9 cm con 52 individuos que representa el 10,4%. Desde el punto de vista forestal el área es de poco valor ecológico, dominada por pastizal, cuya especie arbórea dominante es el lunchig (*Vernonanthura patens*), especie pionera o indicadora de áreas intervenidas.

Gráfico 7-4 Número de Individuos Arbóreos por Clase Diamétrica



Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

7.6.6 Valores Dasométricos

De acuerdo a los datos obtenidos en el inventario forestal, se presentan los valores dasométricos calculados para el área de estudio

El volumen total del área de estudio es de 61,62 m³, las especies representativas de acuerdo al volumen total son: lunchig (*Vernonanthura patens*) con 21,21 m³, sapán (*Trema micrantha*) con 13,16 m³, roble (*Roupala obovata*) con 12,09 m³ y lechero (*Euphorbia laurifolia*) con 5,10 m³

En términos forestales, las especies: "lunchig, sapán y lechero" no presentan importancia por ser pioneras, es decir, de madera suave, lo contrario ocurre con: "roble" que, si se puede aprovechar su madera, sin embargo, no se trata de madera fina, es decir, de valor comercial alto.

7.6.7 Especies de Aprovechamiento Condicionado

Tomando en consideración el artículo 38, del CAPÍTULO IV. Normas Generales Para la Elaboración y Ejecución de Programas de Aprovechamiento y Corta, Título II de los Programas de Aprovechamiento Forestal del Acuerdo Ministerial 39, Registro Oficial 399 de 16 de Agosto del 2004, no se registró especies que actualmente tienen aprovechamiento condicionado. De igual manera se revisó el Acuerdo Ministerial 128 del 13 de diciembre de 2006, "Normas para el Manejo Sustentable de los Bosques Andinos", no se registraron especies que presenten aprovechamiento forestal condicionado.

7.6.8 Especies de Importancia Económica

En el área de estudio se registró una especie de importancia económica, cuyo uso es maderable.

Tabla 7-4 Especies de Importancia Económica

Nº	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Indicador	Uso
1	Proteaceae	<i>Roupala obovata</i>	Roble	Maduro	Maderable

Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Elaborado: Gesambconsult Cía. Ltda., octubre/2016

7.6.9 Estado de Conservación de las Especies

En esta parte del estudio se analiza cada especie tomando en cuenta su estado de conservación y confirmando como está catalogada según las categorías de conservación de la UICN y CITES, en el estudio realizado se identificó que, de las 18 especies registradas mediante el inventario forestal, existen dos especies endémicas, se trata de "moquillo" *Saurauia herthae* y "puma maki" *Oreopanax ecuadorensis*. Dichas especies se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC) (León-Yáñez et al., 2011), de igual manera en la lista de la UICN las dos especies se ubican en la categoría LC (UICN, 2016).

Tabla 7-5 Especies Endémicas

Nº	Familia	Especie	Nombre común	L. Rojo	UICN	CITES
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia herthae</i>	Moquillo	LC	LC	-
2	Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaki	LC	LC	-

Fuente: León-Yáñez et al., 2011; UICN, 2016; CITES, 2016.

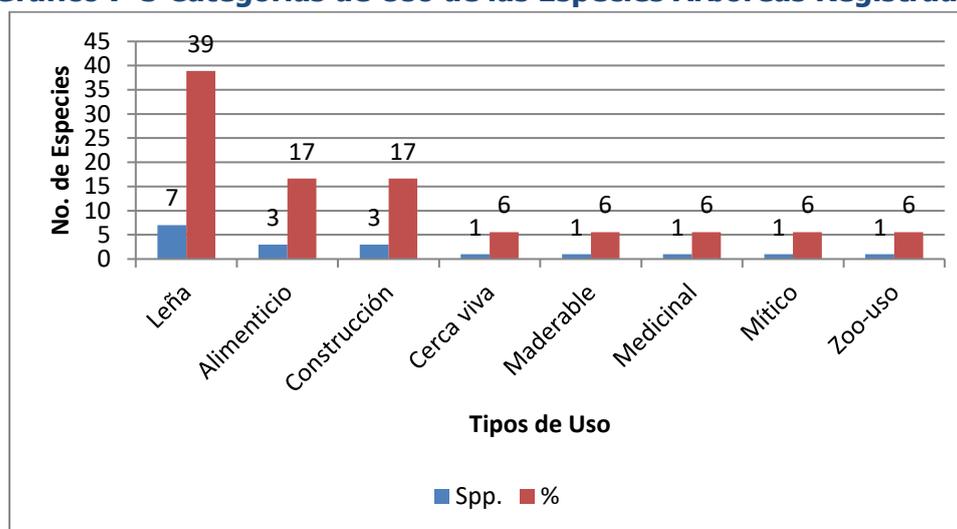
Elaborado: Gesambconsult Cía. Ltda., octubre/2016

Se registró dos especies introducidas, se trata de la guayaba y el limón (*Psidium guajava* y *Citrus medica*), dichas especies son de uso alimenticio.

7.6.10 Uso del Recurso

En el área inventariada se determinaron 18 especies de árboles con DAP \geq 10 cm, a los cuales se tomó en cuenta como dato de importancia el uso que la gente de la zona da a estas especies vegetales y se registró los tipos de usos dominantes: leña o combustible con 7 especies (39%), seguido de los usos alimenticio y construcción con 3 especies (17%) cada una. Mientras que los usos menos representativos fueron: Para cercas vivas, maderable, medicinal, mítico y zoo-uso con 1 especie (6%) cada una.

Gráfico 7-5 Categorías de Uso de las Especies Arbóreas Registradas



Fuente: Información del Levantamiento de Campo, octubre/2016

Elaborado: Gesambconsult Cía. Ltda., octubre/2016

Nota: Las tablas de datos registrados en el inventario forestal, el Listado de especies registradas y el anexo fotográfico, se presentan en la carpeta de anexos: *Ver Anexo 10. INVENTARIO FORESTAL.*

7.7 Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ecosistémicos del Bosque y Vegetación Nativa a ser removida, ampliación de la plataforma wpn

La valoración económica de bienes y servicios ambientales se vale de diversas metodologías que usan varios *indicadores técnico-físicos*: valor de la propiedad, cambios en la productividad, costos

de salud, capital humano, costos de reposición, costos de reubicación, costos preventivos o de mitigación, precios hedónicos, costos de viaje, diferencial de salario, etc. Siendo el método de valoración contingente o la disposición a pagar uno de los más aceptado, pero por lo general dependiendo del tipo de uso (directo e indirecto) o no uso (opción o existencia) del bien o servicio ambiental se define el método de valoración más apropiado.

De acuerdo a la metodología propuesta por el Ministerio del Ambiente en su Acuerdo Ministerial 134, (RO No. 812 del 18 de Octubre del 2012), que reforma al Acuerdo Ministerial 076.

Se establecen varios parámetros a ser considerados como variables a medir para fijar una tasa o valor económico de reposición por el desbroce de vegetación nativa en bosques naturales, en dicha metodología se analiza la estimación de los aportes económicos de los bosques y vegetación nativa a la economía, se ha definido a partir de ecuaciones que se constituyen en una propuesta metodológica para la estimación de dichos aportes. Entre los bienes que brindan los bosques y vegetación nativa encontramos: agua como insumo de la producción, productos maderables y no maderables, artesanías, productos medicinales silvestres, y plantas ornamentales, productos minerales, proteínas, nutrientes del suelo. Entre los servicios se considera la regulación de gases (secuestro de carbono), belleza escénica.

En este caso específico, por tratarse de un área de pastizal con pocos árboles relictos distribuidos espaciosamente entre uno y otro, se considera innecesario aplicar todas las variables de valoración económica, considerando únicamente el cálculo del valor de madera en pie.

7.7.1 Metodología de Valoración

7.7.1.1 Productos Maderables y no Maderables del Bosque

Las especies maderables y no maderables en los ecosistemas, que son de interés económico, tienen diferentes precios en el mercado.

Para estimar los aportes por el aprovechamiento de las especies maderables y no maderables de procedencia silvestre, es necesario conocer el volumen de madera extraída con valor comercial proveniente de la región, las especies que serán aprovechadas y su valor comercial.

La estimación de los aportes se obtiene con la aplicación de la siguiente ecuación: fuente.

$$Y_m = \sum_{i=1}^n P_i^{mn} Q_i^{mn}$$

Dónde:

Y_m : Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año)

P_i^{mn} : Precio de bien i (\$/m³)

Q_i^{mn} : Volumen de bien i (m³/año)

7.7.2 Resultados Valoración Económica

7.7.2.1 Productos Maderables y No Maderables del Bosque

De acuerdo a testimonio de la gente local, se estableció que la gente de la zona utiliza como bien económico al recurso madera, no existen otras actividades relacionadas con los productos no maderables del bosque.

En base a los resultados obtenidos en el inventario forestal, se determinó el valor de volumen total de madera en pie, que corresponde a: 61,62 m³. En base al valor establecido en el Acuerdo Ministerial 041 dónde se fija 3,00 USD (tres dólares) por cada metro cúbico de madera en pie.

Dicho volumen de madera corresponde al área de muestreo, extrapolando este valor para 16,52 ha del área total de intervención se calcula 203,60 m³.

$$Y_m = \sum_{i=1}^n P_i^{mn} Q_i^{mn}$$

Dónde:

Y_m : Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año)

P_i^{mn} : Precio de bien i (\$/m³)

Q_i^{mn} : Volumen de bien i (m³/año)

$$Y_m = 3.00 \text{ USD} \times 203,60 \text{ m}^3$$

$$Y_m = \mathbf{610,80 \text{ USD}}$$

El valor total obtenido en base al parámetro calculado asciende a: **610,80 USD** (seis cientos diez con 80/100 dólares).

7.8 Conclusiones

- ✓ El área de construcción de la escombrera en la mina Mocoral, corresponde a: pastizal con árboles dispersos, la especie dominante es el "kikuyo" (*Pennisetum clandestinum*), existen también árboles dispersos de lunchig (*Vernonanthura patens*) principalmente. Motivo por el cual se establece que las actividades inherentes al proyecto de construcción y adecuación de la escombrera no repercutirán negativamente en la flora nativa de la zona, debido a que el área presenta altos signos de intervención humana.
- ✓ Mediante el inventario forestal total o al 100 % del área a intervenir con la construcción de la escombrera, se registró 499 individuos, 18 especies y 16 familias botánicas, se trata de especies de hábito arbóreo con el diámetro del fuste ≥ 10 cm DAP., la estructura vertical del bosque presenta un dosel de 10 a 15,9 m de alto (49%).

- ✓ Según los valores de Diversidad calculados para el área de estudio se obtuvo una **Diversidad Media**, cuyo índice de Shannon fue de 1,8 bits. Mientras que según el índice de Simpson se obtuvo **Diversidad Alta** con 0,8 bits. Esto debido a que se reportaron 18 especies de las cuales "lunchig" *Vernonanthura patens* con 190 individuos, "roble" *Roupala obovata* con 78 individuos y "sapán" *Trema micrantha* con 76 individuos, que abarcan el 69% de la abundancia total. Cabe recalcar que las especies lunchig y sapán son frecuentes en potreros o pastizales, cuya madera es suave, por tal motivo son consideradas pioneras.
- ✓ De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI), se determinó que la especie con mayor representatividad por su frecuencia y diámetro de sus fustes fue: "lunchig" *Vernonanthura patens*, seguida de "roble" *Roupala obovata*, "sapán" *Trema micrantha* y "chilca" *Baccharis trinervis*. Las especies: "lunchig, sapán y chilca" son pioneras es decir indicadoras de áreas con signos de intervención, mientras que la especie "roble" es indicadora de bosque maduro.
- ✓ El volumen total, calculado para el área total de intervención corresponde a 203,60 m³, dicho valor es bajo comparado con otros estudios debido al alto grado de intervención del área, que corresponde a pastizal con especies arbóreas dispersas. De igual manera la biomasa aérea (ABG) es de 51,81 toneladas.
- ✓ Dentro del área inventariada no se registró especies que actualmente se las considera de aprovechamiento condicionado.
- ✓ Se reportaron una especie considerada de importancia económica, la cual es de uso maderable (*Roupala obovata*).
- ✓ Se reportaron dos especies endémicas, se trata de "moquillo" *Saurauia herthae* y "puma maki" *Oreopanax ecuadorensis*. Dichas especies se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC) (León-Yáñez et al., 2011), de igual manera en la lista de la UICN las dos especies se ubican en la categoría LC (UICN, 2016).
- ✓ Los usos dominantes fueron: leña o combustible con 7 especies (39%), seguido de los usos: alimenticio y construcción con 3 especies (17%) cada una.
- ✓ Cuando se realice actividades en el área de influencia directa reutilizar la tierra removida, en zonas destinadas para revegetación.
- ✓ Permitir procesos de regeneración natural en los lugares en que se ha intervenido y el proyecto lo permita.
- ✓ Incrementar planes de revegetación o reforestación con especies pioneras y de bosque maduro equitativamente, dichas especies deberán ser nativas de la zona y de preferencia especies frutales para incrementar sitios de disposición de alimento para fauna silvestre que son escasos en el lugar.

- ✓ Con respecto a la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los bosques y vegetación nativa a ser removida, se establece que, no aplica la valoración de las 7 variables propuestas en el Anexo 1 del AM 134, por tratarse de un área de pastizal con árboles dispersos y en este caso específico aplica la valoración de la madera en pie, que de acuerdo al AM 041 fija el valor de 3,00 \$ por cada metro cúbico de madera en pie. En tal virtud el cálculo del volumen total calculado fue de 203,60 m³, multiplicado por 3,00\$ corresponde a: 610, 80\$ (seis cientos diez con 80/100 dólares).

8 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impactos ambientales es un conjunto de técnicas y procedimientos de estudio para identificar, predecir, evaluar, interpretar, proponer correcciones y comunicar resultados, acerca de las relaciones de causa – efecto (positiva y negativas) entre un programa de desarrollo y el ambiente físico, biológico y socio-económico (Leal,1997); y hay un impacto ambiental cuando una acción de la actividad humana produce una alteración o cambio (favorable o desfavorable), en el ambiente o en alguno de sus componentes (Conesa, 1996).

8.1 Evaluación de Impactos del Proyecto Minero

La identificación y evaluación de impactos del proyecto, se realizó mediante el análisis de la característica actual del ambiente en sus dimensiones física, biótica y social, sobrepuesta con las del proyecto en su fase de construcción, operación y abandono. El análisis permitió proyectar en tiempo y espacio las condiciones ambientales de la zona, con y sin proyecto.

Mediante la evaluación se espera obtener:

- La identificación de los impactos generados por las actividades de construcción, operación y abandono de la mina, sobre los componentes ambientales cuya caracterización consta en la línea de base levantada.
- La valoración de los impactos se lo realizará bajo los criterios de la naturaleza, intensidad, extensión, duración, reversibilidad y riesgo, así como de la magnitud e importancia del impacto.
- La jerarquización de los impactos, que permita priorizarlos e identificar las medidas para su prevención, mitigación, corrección y compensación.

8.2 Metodología

8.2.1 Identificación de Impactos

Una de las primeras actividades que se realiza en el estudio de impacto ambiental, es la identificación de los impactos potenciales asociados a las diferentes fases que se vienen desarrollando en la mina Mocoral.

La identificación de los impactos ambientales se logra con el análisis de la interacción resultante entre los componentes del proyecto y los factores ambientales de su medio circundante.

Para la identificación de los impactos generados por las actividades de la mina Mocoral se utilizó como herramienta principal una matriz de identificación de impactos, cuyo diseño contiene los siguientes pasos:

- Se identifican los componentes ambientales que son susceptibles de sufrir alguna alteración, ya sea de carácter positivo o negativo.
- Se definen las actividades de cada una de las etapas del proyecto que se considera serán las generadoras de las alteraciones sobre los diferentes componentes ambientales.
- Las columnas de la matriz contienen en su primera fase un listado de las emisiones y efectos posibles a generarse en el proyecto, los mismos que reciben una calificación ya sea como emisión / efecto menor, representado por el símbolo (o); o emisión / efecto mayor, representado por (*).
- Finalmente se relacionan las actividades del proyecto y los componentes ambientales, con el objeto de detectar la causalidad y el efecto que da origen a los impactos.

La identificación de impactos depende del conocimiento de las actividades y de la determinación del estado de los componentes ambientales potencialmente a ser afectados.

Los factores ambientales a considerarse en la presente evaluación, se citan a continuación:

Componente Físico

- ❖ Aire
 - ✓ Emisiones Gaseosas
 - ✓ Material Particulado
 - ✓ Ruido

- ❖ Agua
 - ✓ Calidad de Agua Superficial
 - ✓ Caudal

- ❖ Suelo
 - ✓ Modificación de la topografía
 - ✓ Calidad de Suelo
 - ✓ Uso de Suelo

Medio Biótico

- ❖ Flora
 - ✓ Pérdida de Cobertura Vegetal
 - ✓ Diversidad
 - ✓ Abundancia

- ❖ Fauna
 - ✓ Alteración de hábitat
 - ✓ Huida de especies

Medio Socio-Cultural

- ❖ Económico
 - ✓ Empleo
 - ✓ Dinamización económica (Compras locales)
 - ✓ Agricultura

- ❖ Salud
 - ✓ Ruido colindante
 - ✓ Material particulado
 - ✓ Vibraciones por voladura colindantes
 - ✓ Uso del agua para consumo humano de las comunidades
 - ✓ Uso del agua de las quebradas afectadas por la escombrera
 - ✓ Uso del agua de la quebrada sin nombre ubicada tras el campamento

- ❖ Infraestructura
 - ✓ Infraestructura comunitaria
 - ✓ Infraestructura pública parroquial
 - ✓ Vías de comunicación

- ❖ Paisaje
 - ✓ Alteración del paisaje

- ❖ Relaciones con la comunidad
 - ✓ Percepción sobre obras de compensación
 - ✓ Uso de vías internas por parte de la población
 - ✓ Comunicación con las comunidades

- ❖ Cultural
 - ✓ Restos arqueológicos (En caso de encontrar)

Las actividades desarrolladas en la mina Mocal, consideradas en la presente evaluación, se citan a continuación:

Tabla 8-1 Actividades para la fase de explotación de minerales no metálicos del área minera Mocal (Código 182)

Etapa	Estado de las Actividades	Actividades	Subactividades
Etapa de construcción	Actividades Nuevas	Construcción de la Nueva Escombrera	Desmote y descapote
			Acopio temporal de material de descapote y suelo
			Construcción del sistema de drenaje de la escombrera
			Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras

Etapa	Estado de las Actividades	Actividades	Subactividades
Etapa de operación / mantenimiento		Construcción del acceso principal	Desbroce y limpieza del terreno
		Generación de desechos	Generación de desechos
	Actividades Licenciadas	Preparación	Destape de Yacimiento
		Sistema de arranque	Arranque mecánico
			Arranque por perforación y voladura
		Transporte	Carguío interno y externo
			Acopio de caliza
		Instalaciones complementarias	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros
			Mantenimiento de maquinaria
			Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)
		Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos
		Actividades Nuevas	Escombrera
	Sistema de drenaje de la escombrera		
	Aspectos complementarios		Mantenimiento de vías
Etapa de cierre y abandono	Actividades Licenciadas	Recuperación de áreas intervenidas	Reconformación y revegetación de áreas
	Actividades Nuevas	Mantenimiento de Escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera

Fuente: Gesambconsult Cía. Ltda, 2024

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda, 2024

Luego de conocidas tanto las actividades como los componentes ambientales, se está en capacidad de poder identificar aquellos componentes ambientales que podrían ser afectados de alguna manera y se puede definir también qué actividades afectarán al ambiente.

Una vez identificados y seleccionados los impactos ambientales significativos (positivos o negativos), para el medio natural y del proyecto, se procede a evaluarlos en forma particular.

8.2.2 Metodología de Evaluación de Impactos

La evaluación de impactos ambientales del proyecto minero, se lo realizará mediante la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (Buroz, 1994), este método permite elaborar índices de impacto ambiental para cada efecto identificado. Esta metodología se aplica a proyectos específicos en los que participa un grupo multidisciplinario de biólogos, arqueólogos, sociólogos, geólogos y especialistas ambientales.

Este método permite la realización de matrices causa-efecto, acción que permite la identificación y valorización del impacto que pueden ser ajustadas a las distintas fases del proyecto. Este método es el más adecuado para identificar y valorar los impactos directos. Se debe tomar en consideración que las matrices de interacción no reportan los aspectos temporales o espaciales de los impactos además, identificar los impactos directos, ayudará a definir las interrelaciones cualitativas o cuantitativas de las actividades y acciones del proyecto con los indicadores ambientales y pueden emplearse además para sintetizar otro tipo de información, por ejemplo ubicar en el espacio y tiempo las medidas preventivas o correctoras asociándolas con los responsables de su implementación.

En forma específica la evaluación considera una primera fase de calificación de los efectos, según los siguientes criterios: Tipo de acción, Carácter del impacto, Intensidad, Extensión, Duración, Riesgos y Reversibilidad, estos criterios se detallan a continuación:

- **Carácter del Impacto**, establece si el cambio con relación al estado previo de cada acción de la fase de explotación, es positivo o negativo, conforme se cita en la siguiente tabla.

Tabla 8-2 Carácter del Impacto

Variable	Símbolo	Carácter	Valor	Escala de calificación
Naturaleza del Impacto	N	Positivo	-	-1 Impacto Negativo
		Negativo	+	+1 Impacto Positivo
		Neutral	0	0 Al escoger <i>Neutral</i> , se asume que el impacto es menor o imperceptible.

Fuente: Buroz, 1994.

Elaborado por: Gesambconsult 2019

- **La Intensidad del Impacto**, considera el vigor con que se manifiesta el cambio por las actividades del proyecto. Sobre la base de una calificación subjetiva, se establece la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto. El valor numérico de la intensidad varía de 1 a 10 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo 10 el valor indicativo de mayor cambio (irreversible), y 1 el de menor cambio (muy bajo impacto), se designa el valor 0 a los impactos muy leves o imperceptibles. La Tabla 8-2 presenta una escala de valoración de la intensidad de los impactos.

Tabla 8-3 Escala de Valoración de la Intensidad de los Impactos

Variable	Símbolo	Carácter	Escala de Calificación	Tipo de Impacto
Intensidad	In	Alto. - Alteración muy notoria y extensiva, que puede recuperarse a corto o mediano plazo, siempre y cuando exista una intervención oportuna y profunda del hombre, que puede significar costos elevados.	8 – 10	Impacto Alto
		Medio. - Alteración notoria, producida por la acción de una actividad determinada,	4 – 7	Impacto Medio

Variable	Símbolo	Carácter	Escala de Calificación	Tipo de Impacto
		donde el impacto es reducido y puede ser recuperado con una mitigación sencilla y poco costosa.		
		Bajo. - Impactos que con recuperación natural o con una ligera ayuda por parte del hombre, es posible su recuperación.	0 – 3	Impacto Bajo

Fuente: Buroz, 1994.

Elaborado por: Gesambconsult 2019

- **La Extensión o Influencia Espacial**, considera la superficie afectada por las actividades de explotación, tanto directa como indirectamente, o el alcance global sobre el componente ambiental. La Tabla 8-4 presenta una escala de valoración de la extensión de los impactos.

Tabla 8-4 Escala de Valoración de la Extensión de los Impactos

Variable	Símbolo	Carácter	Escala de Calificación	Tipo de Impacto
Área de Influencia	Ai	Regional. - La región geográfica del proyecto, si el efecto o impacto sale de los límites del área del proyecto	8 – 10	Impacto Alto
		Local. - si el efecto se concentra en los límites de área de influencia del proyecto.	4 – 7	Impacto Medio
		Puntual. - En el sitio en el cual se realizarán las actividades.	0 – 3	Impacto Bajo

Fuente: Buroz, 1994.

Elaborado por: Gesambconsult 2019

- **La Duración del Cambio** se establece considerando el tiempo de ejecución de las actividades del proyecto y que impliquen cambios ambientales. Para la valoración de este factor se considera la escala de valoración de la duración de los impactos, que se presenta en la Tabla 8-5.

Tabla 8-5 Escala de Valoración de la Duración de los Impactos

Variable	Símbolo	Carácter	Escala de Calificación	Tipo de Impacto
Duración del Impacto	D	Permanente. - Cuando la permanencia del efecto continúa aun cuando se haya finalizado la actividad.	4-5	Impacto Alto
		Temporal. - Si se presenta mientras se ejecuta la actividad y finaliza al terminar la misma.	2-3	Impacto Medio
		Transitorio. - Si se presenta en forma intermitente mientras dure la actividad que los provoca.	1	Impacto Bajo

Fuente: Buroz, 1994.

Elaborado por: Gesambconsult 2019

- **Reversibilidad**, considera la capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial, la valorización se asigna de acuerdo a los parámetros de la siguiente tabla.

Tabla 8-6 Escala de Valoración de la Reversibilidad de los Impactos

Variable	Símbolo	Carácter	Escala de Calificación	Tipo de Impacto
Reversibilidad	R	Alto o irrecuperable	10	Irreversible
		El impacto puede ser recuperable a muy largo plazo (>30 años) y a elevados costos	8-9	
		Media. Impacto reversible a largo y mediano plazo por procesos naturales	4-7	Parcialmente reversible
		Bajo. Impacto reversible de forma inmediata o a corto plazo por medio de procesos naturales	0-3	Reversible

Fuente: Buroz, 1994.

Elaborado por: Gesambconsult 2019

- **Riesgo o Probabilidad del Suceso**, se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad de los componentes, se valora según la escala de la Tabla 8-7.

Tabla 8-7 Escala de Valoración de la Probabilidad de Ocurrencia de los Impactos

Variable	Símbolo	Carácter	Escala de Calificación	Tipo de Impacto
Riesgo	Ri	Alto Riesgo. - Existe la certeza de que el impacto se produzca en forma real.	8-10	Alto
		Riesgo Medio. - La condición intermedia de duda de que se produzca o no el impacto.	4-7	Medio
		Bajo Riesgo. - No existe la certeza de que el impacto se produzca, es una probabilidad.	0-3	Bajo

Fuente: Buroz, 1994.

Elaborado por: Gesambconsult 2019

8.2.3 Cálculo de la Magnitud (M)

Para calcular la magnitud del impacto se consideran las siguientes variables:

- ✓ Intensidad (I)
- ✓ Extensión (E)
- ✓ Duración (D)

La magnitud del impacto es evaluada de acuerdo a la siguiente fórmula:

Fórmula 1

$$M_i = \Sigma [(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Los factores se representan por:

I = Intensidad

E = Extensión

D = Duración

Los pesos se representan por las siglas indicadas y numéricamente equivalen a:

W_I = peso del factor intensidad = 0.4

W_E = peso del factor extensión = 0.4

W_D = peso del factor duración = 0.2

Los tres coeficientes de ponderación en la fórmula 1 (W_I , W_E , y W_D), son utilizados para distribuir peso o importancia entre los criterios de evaluación: extensión, duración, e intensidad, respectivamente. Estos factores de ponderación son expresados como un número decimal al centésimo lugar; la suma de estos tres factores debe ser igual a 1.00. En el presente análisis, el criterio más importante para evaluar los impactos respectivos, corresponde a la extensión e intensidad.

Determinado los coeficientes de ponderación, el equipo técnico evaluador asigna valores entorno a cada uno de los criterios de evaluación (intensidad, extensión, duración) para cada uno de los factores ambientales, considerados en la evaluación de impactos.

Al valor final de la magnitud se le asigna el signo negativo, si el impacto evaluado es de carácter adverso, y no se coloca signo alguno si es de carácter benéfico. Una vez obtenido el valor de la magnitud de los impactos.

8.2.4 Cálculo del Índice Ambiental Ponderado modificado (VIA)

El cálculo del Índice Ambiental Ponderado Modificado (VIA) de cada factor ambiental será a través de la siguiente fórmula:

Fórmula 2:

$$VIA = \Sigma (R_i^{wr} \times RG_i^{wrg} \times M_i^{wm})$$

Donde:

R: Reversibilidad

RG: Riesgo

M: Magnitud

Los pesos se representan por las siglas indicadas y numéricamente equivalen a:

wr: peso del criterio reversibilidad = 0.6

wrg: peso del criterio riesgo = 0.2

wm: peso del criterio magnitud = 0.2

Los coeficientes de ponderación wr, wrg, wm, son aplicados con diferentes valores en los estudios en donde el área del proyecto es muy compleja o heterogénea, por ejemplo, un área de estudio que incluyan tanto las zonas urbanas con baja sensibilidad y zonas rurales con sensibilidad baja, media y alta.

Una vez obtenida la matriz de evaluación se procesa y analiza los resultados. El procedimiento consiste en la sumatoria algebraica de las filas y columnas, y el conteo de los impactos negativos y positivos; estos resultados permiten realizar la jerarquización de impactos.

Nota: La severidad de los impactos se realiza en función de los resultados obtenidos en la matriz del Valor de Impacto Ambiental, de cada indicador ambiental se toma los valores de la sumatoria de impacto. Según su valor se califica si la severidad del impacto es compatible, moderado, severo o crítico, ver su escala de calificación se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 8-8 Escala de Calificación de la Severidad del Impacto

Rango de Calificación	Severidad de Impacto
0 hasta 2.5	Compatible
2.6 hasta 5	Moderado
5.1 hasta 7.5	Severo
7.6 hasta 10	Crítico

Fuente: Buroz, 1994

Elaborado por: Gesambconsult 2019

8.3 Identificación del Impacto Ambiental

Para la identificación de los impactos a producirse en la fase de construcción, operación y abandono, se identificó las interacciones ambientales indicadas en la Tabla 8-9, acción que sirvió para relacionar las acciones de la explotación con las características del ambiente en una relación de causa efecto, la que permitirá determinar qué acciones afectan puntualmente a los diferentes componentes medioambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos).

Tabla 8-9 Identificación de Impactos

Etapas			Etapas de construcción						Etapas de operación / mantenimiento										Etapas de cierre y abandono					
Estado de las actividades			Actividades Nuevas (AN)						Actividades Licenciadas (AL)										Actividades Nuevas (AN)					
Actividades del proyecto			Construcción de la Nueva Escombrera				Construcción de accesos	Generación de desechos	Preparación	Sistema de arranque		Transporte		Instalaciones complementarias				Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Escombrera		Aspectos complementarios		Recuperación de áreas intervenidas	Mantenimiento de escombrera
Componentes ambientales	Factores ambientales	Indicadores de alteración	Desmonte y descapote	Acopio temporal de material de descapote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Generación de desechos	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Cargue interno y externo	Acopio de caliza	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Generación de desechos	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera	
Físicos	Aire	Emissiones gaseosas	x	0	0	0	x	0	x	0	x	x	0	x	x	0	0	x	0	x	0	0	0	
		Material particulado	x	0	x	x	x	0	x	x	x	x	x	0	0	0	x	x	0	x	0	x	0	
		Ruido	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	0	x	x	
	Agua	Calidad del agua superficial	x	0	x	x	0	x	x	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	
		Caudal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	
	Suelo	Modificación de la topografía	0	x	0	0	0	0	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	
Calidad del suelo		x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x		
Uso del suelo		x	0	x	x	x	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	x	0	x		
Biótico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	x	0	x	0	x	x	0	0	0	x	0	x	x	0	0	0	x	x	x	x		
		Diversidad	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Abundancia	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	
	Fauna	Alteración de hábitat	x	x	x	0	x	x	x	0	x	0	0	x	0	x	0	x	x	x	x	x	0	
Social	Económico	Huida de especies	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	0	x	x	x	x	0	x	0	x	0		
		Empleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Dinamización económica (Compras locales)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Salud	Agricultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ruido colindante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Material particulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vibraciones generadas en el transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Uso del agua para consumo humano de las comunidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Uso del agua de la quebrada afectada por la escombrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Infraestructura	Uso del agua de la quebrada sin nombre ubicada tras el campamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Infraestructura comunitaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Infraestructura pública parroquial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vías de comunicación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Paisaje	Alteración paisaje	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			Percepción sobre obras compensación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Percepción de generación de empleo	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Relaciones con la Comunidad	Uso de vía internas por parte de la población	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Comunicación con las comunidades	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Cultural	Restos arqueológicos (En el caso de encontrar)	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	0	0	0	0	x	x	x	0	x	x		

Fuente: Gesambconsult 2024
Elaborado por: Gesambconsult 2024

8.4 Determinación de la Naturaleza de Impactos

La determinación de la naturaleza de impactos (positivo o negativo) a producirse por la puesta en marcha del proyecto se indicada en la Tabla 8-10.

Tabla 8-10 Naturaleza de Impactos

Etapas			Etapas de construcción						Etapas de operación / mantenimiento										Etapas de cierre y abandono							
Estado de las actividades			Actividades Nuevas (AN)						Actividades Licenciadas (AL)										Actividades Nuevas (AN)							
Actividades del proyecto			Construcción de la Nueva Escombrera				Construcción de accesos	Generación de desechos	Preparación	Sistema de arranque		Transporte		Instalaciones complementarias				Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Escombrera		Aspectos complementarios		Recuperación de áreas intervenidas	Mantenimiento de escombrera		
Componentes ambientales	Factores ambientales	Indicadores de alteración	Desmonte y descapote	Acopio temporal de material de descapote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Generación de desechos	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Carguo interno y externo	Acopio de caliza	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Generación de desechos	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera			
Físicos	Aire	Emisiones gaseosas	-1				-1		-1		-1	-1		-1	-1	-1		-1			-1					
		Material particulado	-1			-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1		-1			-1				
		Ruido	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1			-1		-1	-1	
	Agua	Calidad del agua superficial	-1		-1	-1		-1	-1					-1	-1	-1	-1		-1		1	-1	-1		1	
		Caudal											-1													
	Suelo	Modificación de la Topografía		-1		-1			-1	-1	-1								-1						1	
Calidad del suelo		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1		-1	-1	-1	1	-1	
Uso del suelo		-1		-1	-1		-1	-1	-1									-1						1	-1	
Biótico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	-1		-1		-1	-1						-1	-1				-1		-1	-1		1		
		Diversidad	-1																							
	Abundancia	-1																							1	
Fauna	Alteración de hábitat	-1	-1	-1			-1	-1	-1		-1	-1		-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1		1		
	Huida de especies	-1	-1	-1	-1		-1		-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-1	-1	-1				1		
Social	Económico	Empleo																								
		Dinamización económica (Compras locales)																								
		Agricultura																								
	Salud	Ruido colindante																								
		Material particulado																								
		Vibraciones por voladura colindantes																								
		Uso del agua para consumo humano de las comunidades																								
	Infraestructura	Uso del agua de las quebradas afectadas por la escombrera																								
		Uso del agua de la quebrada sin nombre ubicada tras el campamento																								
		Infraestructura comunitaria																								
		Infraestructura pública parroquial																								
		Vías de comunicación																								
		Paisaje	Alteración paisaje	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Relaciones con la Comunidad	Percepción sobre obras de compensación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Percepción de generación de empleo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Uso de vías internas por parte de la población	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Cultural	Comunicación con las comunidades	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Restos arqueológicos (En el caso de encontrar)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

Fuente: Gesambconsult 2024
Elaborado por: Gesambconsult 2024

8.5 Determinación de la Magnitud de Impactos

La determinación de la magnitud de impactos a producirse por la puesta en marcha del proyecto se indicada en la Tabla 8-11.

Tabla 8-11 Magnitud de Impactos

Etapas			Etapas de construcción										Etapas de operación / mantenimiento										Etapas de cierre y abandono		Sumatoria	Porcentual (%)			
Estado de las actividades			Actividades Nuevas (AN)										Actividades Licenciables (AL)										AL				AN		
Actividades del proyecto			Construcción de la Nueva Escombrera				Construcción de accesos		Generación de desechos		Preparación		Sistema de arranque		Transporte		Instalaciones complementarias				Trozoamiento Secundario. Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos		Escombrera				Aspectos complementarios		Recuperación de áreas intervenidas
Componentes ambientales	Factores ambientales	Indicadores de alteración	Desmonte y descapote	Acoplamiento temporal de material de escarpote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Generación de desechos	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Carguo interno y externo	Acoplamiento de caliza	A basicimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)	Trozoamiento Secundario. Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Generación de desechos	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera						
Físicos	Aire	Emissiones gaseosas	3	0	0	0	2,8	0	3,8	0	3	3,8	0	3	2,8	2,8	0	4,4	0	3	0	0	0	0	0	32,4	2,35		
		Material particulado	3,4	0	2,8	4,4	3	0	4,4	3,2	4,8	4,4	2,6	0	0	0	3	5	0	3,4	0	3,8	0	0	0	48,2	3,50		
	Agua	Ruido	2,8	2,8	2,4	3,8	2,8	0	4,6	3,4	5,8	3,8	3	3	3,2	2,8	4,4	5	0	3,6	0	4,6	2,4	0	0	64,2	4,67		
		Calidad del agua superficial	4	0	2,8	4	0	2,6	4	0	0	3	0	4,2	4,6	4	3,8	4	4	3,2	3,4	0	2,2	0	0	53,8	3,91		
	Suelo	Caudal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0	5,2	0,38	
		Modificación de la Topografía	0	2,6	0	4,6	0	0	3,8	3,4	4,6	0	0	0	0	0	0	0	4,6	0	3,4	0	4,2	0	0	0	31,2	2,27	
Biótico	Flora	Calidad del suelo	4,4	2,8	3,2	5,8	3,6	3,4	5,4	4,8	0	3,6	3,4	4,8	4	5,2	4,4	0	3,2	3,6	3,8	4,8	2,6	0	0	76,8	5,58		
		Uso del suelo	4,8	0	3,6	5,8	3,6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8	0	3,2	0	4,6	2,6	0	0	37	2,69	
	Fauna	Pérdida de cobertura vegetal	4,4	0	3,2	0	3,2	2,6	0	0	0	2,8	0	3,2	3,2	0	0	0	3,2	3,2	3	4	0	0	0	0	36	2,62	
		Diversidad	4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,4	0,32	
	Fauna	Abundancia	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8	0	0	0	9	0,65	
		Alteración de hábitat	4,4	2,8	3,2	0	3,6	3	3,8	0	3,8	3,2	0	3,6	4	0	3,2	3,8	3,2	3	3,4	4,8	0	0	0	0	56,8	4,13	
	Social	Económico	Huida de especies	4,8	3,6	3,2	4,8	4	0	4,6	3,4	5,8	4,2	3	0	3	3,4	3	4,2	0	3,4	0	4,2	0	0	0	62,6	4,55	
			Empleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Salud	Dinamización económica (Compras locales)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Agricultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura		Ruido colindante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Material particulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Relaciones con la Comunidad		Vibraciones por voladura colindantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Uso del agua para consumo humano de las comunidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cultural	Uso del agua de las quebradas afectadas por la escombrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Uso del agua de la quebrada sin nombre ubicada tras el campamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Paisaje	Infraestructura comunitaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Infraestructura pública parroquial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Relaciones con la Comunidad	Vías de comunicación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Alteración paisaje	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	155,4	11,29		
Cultural	Percepción sobre obras de construcción	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	151,2	10,99		
	Percepción de generación de empleo	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	147	10,68		
Cultural	Uso de vías internas por parte de la población	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	147	10,68		
	Comunicación con las comunidades	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	147	10,68		
Cultural	Restos arqueológicos (En el caso de encontrar)	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	0	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	0	0	0	0	0	7,4	7,4	7,4	0	7,4	7,4	0	0	111	8,07		
	SUMATORIA	87,6	57,6	67,4	76,2	69,6	47,2	82,4	61,2	70,8	71,8	57,4	57,4	60,4	53,8	57,4	77,8	59,4	76	49,2	82,8	52,8	0	0	1376,2	100			
PORCENTUAL (%)		6,37	4,19	4,90	5,54	5,06	3,43	5,99	4,45	5,14	5,22	4,17	4,17	4,39	3,91	4,17	5,65	4,32	5,52	3,58	6,02	3,84	0	0	100				

Fuente: Gesambconsult 2024
Elaborado por: Gesambconsult 2024

8.6 Determinación del Valor de Impacto Ambiental (VIA)

La determinación del Valor de Impacto Ambiental de cada factor ambiental a producirse en la fase de explotación, se indicada en la Tabla 8-12.

Tabla 8-12 Valor de Impacto Ambiental

Etapa			Etapa de construcción					Etapa de operación / mantenimiento													Etapa de cierre y abandono		Sumatoria	Porcentual		
Estado de las actividades			Actividades Nuevas (AN)					Actividades Licenciadas (AL)													AL				AN	
Actividades del proyecto			Construcción de la Nueva Escombrera		Construcción de accesos	Generación de desechos	Preparación	Sistema de arranque	Transporte	Instalaciones complementarias			Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Escombrera		Aspectos complementarios		Recuperación de áreas intervenidas	Mantenimiento de escombrera							
Componentes ambientales	Factores ambientales	Indicadores de alteración	Desmonte y descapote	Acopio temporal de material de descapote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Generación de desechos	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Cargio interno y voladura	Acopio de calza	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Generación de desechos	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera			
Físicos	Aire	Emissiones gaseosas	1,89	0,00	0,00	0,00	1,81	0,00	1,80	0,00	1,93	2,03	0,00	1,89	1,86	1,81	0,00	2,09	0,00	1,93	0,00	0,00	0,00	19,05	1,59	
		Material particulado	2,93	0,00	1,86	2,13	2,93	0,00	3,94	3,03	3,29	3,23	1,92	0,00	0,00	0,00	2,93	4,23	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00	38,43	3,21	
		Ruido	1,86	1,95	1,89	2,07	1,95	0,00	3,26	2,02	2,25	2,07	1,97	1,97	2,00	1,95	2,13	2,19	0,00	2,05	0,00	2,15	1,81	37,54	3,14	
	Agua	Calidad del agua superficial	3,76	0,00	2,82	6,78	0,00	1,51	3,37	0,00	0,00	2,49	0,00	3,40	4,11	3,03	3,00	5,38	4,47	3,60	1,76	0,00	3,97	53,46	4,47	
		Caudal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,28	0,00	0,00	0,00	0,00	5,85	0,49	
		Modificación de la Topografía	0,00	2,78	0,00	6,91	0,00	0,00	6,19	7,71	8,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,49	0,00	3,74	0,00	4,85	0,00	48,24	4,03	
Suelo	Calidad del suelo	5,60	3,60	2,74	7,24	4,50	3,64	7,40	4,01	0,00	3,88	4,55	7,03	6,78	7,34	5,35	0,00	4,00	3,88	3,00	4,19	4,10	92,84	7,75		
	Uso del suelo	5,70	0,00	2,97	7,24	3,79	0,00	7,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,06	0,00	3,79	0,00	2,15	3,55	43,51	3,63		
Biótico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	4,12	0,00	2,90	0,00	4,59	3,09	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00	5,80	5,80	0,00	0,00	4,28	2,52	2,49	2,09	0,00	41,28	3,45		
		Diversidad	4,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,42	0,37	
	Abundancia	3,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,19	0,00	8,10	0,68		
	Fauna	Alteración de hábitat	4,68	3,60	1,91	0,00	3,96	3,18	3,83	0,00	7,06	2,90	0,00	6,21	6,34	0,00	4,57	7,21	4,39	3,65	2,77	2,17	0,00	68,43	5,72	
	Huida de especies	4,01	1,96	1,91	4,01	3,17	0,00	3,98	1,94	3,41	3,13	2,86	0,00	1,89	1,94	2,99	3,20	0,00	2,02	0,00	2,11	0,00	44,54	3,72		
Social	Económico	Empleo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	
		Dinamización económica (Compras locales)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
		Agricultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Salud	Ruido colindante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
		Material particulado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
		Vibraciones por voladura colindantes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
		Uso del agua para consumo humano de las comunidades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Infraestructura	Uso del agua de las quebradas afectadas por la escombrera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
		Uso del agua de la quebrada sin nombre ubicada tras el campamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Paisaje	Infraestructura comunitaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
		Vías de comunicación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Relaciones con la Comunidad	Alteración paisaje	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	197,73	16,52
		Percepción sobre obras compensación	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	113,48	9,48
		Percepción de generación de empleo	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	112,84	9,43
Uso de vía internas por parte de la población		4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	94,95	7,93	
Cultural	Comunicación con las comunidades	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	112,84	9,43	
	Restos arqueológicos (En el caso de encontrar)	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	0,00	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	3,98	3,98	0,00	3,98	3,98	59,70	4,99		
SUMATORIA			76,95	47,96	53,07	70,45	60,77	41,51	75,11	52,78	60,58	57,40	46,55	56,39	58,87	46,16	51,07	72,90	55,49	64,26	40,11	60,98	47,50	1197,24		
PORCENTUAL (%)			6,43	4,01	4,43	5,88	5,08	3,47	6,27	4,41	5,06	4,79	3,92	4,71	4,92	3,86	4,27	6,09	4,64	5,37	3,35	5,09	3,97		100	

Fuente: Gesambconsult 2024

Elaborado por: Gesambconsult 2024

8.7 Determinación de la Severidad de Impactos

La determinación de la Severidad de Impactos de cada factor ambiental a producirse en el desarrollo del proyecto minero, se indica en la Tabla 8-13.

Tabla 8-13 Severidad de Impacto

Etapas			Etapas de construcción										Etapas de operación / mantenimiento										Etapas de cierre y abandono		Sumatoria	Porcentual (%)	
Estado de las actividades			Actividades Nuevas (AN)										Actividades Licenciadas (AL)										AL				AN
Actividades del proyecto			Construcción de la Nueva Escombrera				Construcción de accesos		Generación de desechos	Preparación	Sistema de arranque		Transporte		Instalaciones complementarias				Trozoamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos		Escombrera		Aspectos complementarios		Recuperación de áreas intervenidas	Mantenimiento de escombrera	
Componentes ambientales	Factores ambientales	Indicadores de alteración	Desmonte y descapote	Acopio temporal de material de descapote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Generación de desechos	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Carga y transporte	Acopio de caliza	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocinas, comedor, entre otros)	Trozoamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Generación de desechos	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera				
Físicos	Aire	Emissiones gaseosas	1,89	0,00	0,00	0,00	1,81	0,00	1,80	0,00	1,93	2,03	0,00	1,89	1,86	1,81	0,00	2,09	0,00	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,05	1,59
		Material particulado	2,93	0,00	1,86	2,13	2,93	0,00	3,94	3,03	3,29	3,23	1,92	0,00	0,00	0,00	2,93	4,23	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00	38,43	3,21	
		Ruido	1,86	1,95	1,89	2,07	1,95	0,00	3,26	2,02	2,25	2,07	1,97	1,97	2,00	1,95	2,13	2,19	0,00	2,05	0,00	2,15	1,81	37,54	3,14		
	Agua	Calidad del agua superficial	3,76	0,00	2,82	6,78	0,00	1,51	3,37	0,00	0,00	2,49	0,00	3,40	4,11	3,03	3,00	5,38	4,47	3,60	1,76	0,00	3,97	53,46	4,47		
		Caudal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,85	0,49	
		Modificación de la Topografía	0,00	2,78	0,00	6,91	0,00	0,00	6,19	7,71	8,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,49	0,00	3,74	0,00	4,85	0,00	48,24	4,03		
Suelo	Calidad del suelo	5,60	3,60	2,74	7,24	4,50	3,64	7,40	4,01	0,00	3,88	4,55	7,03	6,78	7,34	5,35	4,00	4,55	3,88	3,00	4,19	4,10	92,84	7,75			
	Uso del suelo	5,70	0,00	2,97	7,24	3,79	0,00	7,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,06	0,00	3,79	0,00	2,15	3,55	43,51	3,63			
	Pérdida de cobertura vegetal	4,12	0,00	2,90	0,00	4,59	3,09	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00	5,80	5,80	0,00	0,00	0,00	4,28	2,52	2,49	2,09	0,00	41,28	3,45			
Biótico	Flora	Diversidad	4,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,42	0,37	
		Abundancia	3,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,19	0,00	8,10	0,68		
	Fauna	Alteración de hábitat	4,68	3,60	1,91	0,00	3,96	3,18	3,83	0,00	7,06	2,90	0,00	6,21	6,34	0,00	4,57	7,21	4,39	3,65	2,77	2,17	0,00	68,43	5,72		
Económico	Empleo	Huida de especies	4,01	1,96	1,91	4,01	3,17	0,00	3,98	1,94	3,41	3,13	2,86	0,00	1,89	1,94	2,99	3,20	0,00	2,02	0,00	2,11	0,00	44,54	3,72		
		Dinamización económica (Compras locales)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Agricultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Ruido colindante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Social	Salud	Vibraciones por voladura colindantes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Uso del agua para consumo humano de las comunidades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Uso del agua de las quebradas afectadas por la escombrera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Uso del agua de la quebrada sin nombre ubicada tras el campamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Infraestructura	Paisaje	Infraestructura comunitaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Infraestructura pública parroquial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Vías de comunicación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Relaciones con la Comunidad	Cultural	Alteración paisaje	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	197,73	16,52	
		Percepción sobre obras compensación	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	113,48	9,48
		Percepción de generación de empleo	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	112,84	9,43	
		Uso de vía internas por parte de la población	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	94,95	7,93	
Cultural	Comunicación con las comunidades	Restos arqueológicos (En el caso de encontrar)	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	112,84	9,43	
		Restos arqueológicos (En el caso de encontrar)	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	0,00	3,98	3,98	3,98	3,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	3,98	3,98	3,98	0,00	3,98	3,98	59,70	4,99	
SUMATORIA			76,95	47,96	53,07	70,45	60,77	41,51	75,11	52,78	60,58	57,40	46,95	56,39	58,87	46,16	51,07	72,90	55,49	64,26	40,11	60,98	47,50	1197,24	0,00		
PORCENTUAL (%)			6,43	4,01	4,43	5,88	5,08	3,47	6,27	4,41	5,06	4,79	3,92	4,71	3,86	4,27	6,09	4,64	5,37	3,35	5,09	3,97	0,00	100,00			

Fuente: Gesambconsult 2024
Elaborado por: Gesambconsult 2024

8.8 Interpretación de Resultados

Debido a que el informe corresponde a una actualización se consideraron tanto las nuevas actividades como las antiguas; por lo que, el desarrollo de la mina Mocoral hacia los factores ambientales producirá 260 impactos, de los cuales 250 impactos son negativos y 10 impactos son positivos.

Del total de impactos a producirse, 94 corresponden al componente físico, 46 al componente biótico y 120 al componente social.

Según la severidad de impactos: 47 son de carácter Compatible, 105 de carácter Moderado, 85 de carácter Severo y 23 son de carácter Crítico. Del componente físico, los factores ambientales agua y suelo mostraron severidad moderada y severa en las tres etapas de desarrollo del proyecto; mientras que, el componente biótico factor fauna, en el arranque por voladura e instalaciones complementarias mostró severidad Severo. Por otro lado, el factor aire se vería afectado mayormente por impactos compatibles y unos pocos son moderados.

8.8.1 Impactos al Medio Físico

8.8.1.1 Impactos en el aire

8.8.1.1.1 Generación de Ruido

En el análisis de este estudio se consideraron nuevos impactos generados por las subactividades para la construcción de la escombrera y los accesos, así como el uso de las mismas. La mayoría de estos focos de contaminación son puntuales o locales y temporales.

En las actividades permanentes o de la etapa de operación, la contaminación que se genera por fuentes móviles (vehículos y equipo pesado) durante la construcción de la vía, el transporte interno- externo y operación de los equipos mineros, produce alteración de los niveles de ruido que afecta a los trabajadores, personas que circulen por el área y a la fauna.

Durante la fase de cierre y abandono los efectos a este factor se generan por el uso de maquinaria y equipos para la recuperación de áreas intervenidas y durante el mantenimiento y uso del sistema de drenaje de la escombrera.

De acuerdo a la severidad, todos los impactos son compatibles y solo existe un impacto moderado que se debe al destape de yacimiento durante la operación del proyecto, debido a que su efecto es local, medio y temporal.

8.8.1.1.2 Material Particulado

La generación de material particulado, afecta especialmente cuando se realizan actividades que implican la remoción de cobertura vegetal y movimiento de tierras, como sucede durante la construcción de la escombrera y de los accesos en la primera etapa; mientras que, en la etapa de operación, la mayor afectación se produce con el destape del yacimiento y el relleno gradual

de la escombrera, cuya severidad es moderada, sin embargo, puede disminuir con las condiciones climáticas.

En la etapa de cierre y abandono, la reconfiguración y revegetación de áreas será la única actividad que produce un efecto moderado sobre el material particulado puesto que se removerá tierra en un área local, aunque su duración será temporal.

8.8.1.1.3 Generación de Emisiones Gaseosas

La emisión de gases está asociada tanto al funcionamiento de vehículos como del equipo pesado y la maquinaria que se usa en el proyecto. La mayoría de los impactos se producirá durante la etapa de operación por actividades como relleno gradual de la escombrera, sistema de arranque, destape del yacimiento, transporte y mantenimientos.

La severidad de los impactos es compatible en todos los casos puesto que son efectos temporales y en su mayoría puntuales.

8.8.1.2 Impactos en el Agua

8.8.1.2.1 Alteración de la Calidad del Agua

La calidad del agua es un parámetro susceptible que puede verse afectado por cualquier actividad que utilice este recurso de alguna forma o que afecte directamente a los cauces. En la actividad minera se producen impactos a la calidad del agua con diferente grado de importancia dependiendo del uso de este recurso en el proceso industrial minero o en los campamentos.

En la mina Mocala se realiza la explotación a cielo abierto de tal manera que solo se utiliza el agua para el lavado de la roca, así como para las actividades del campamento y cocina. Sin embargo, existen actividades que pueden afectar los cauces de agua, como el movimiento de tierras que levanta material particulado que luego se deposita en los cursos hídricos o por la mala disposición del material removido como puede suceder durante la construcción de la escombrera, puesto que existe una quebrada de aguas de escorrentía que cruza esta área.

Con el fin de proteger los cauces y realizar drenajes adecuados para las aguas de escorrentía, se realiza la construcción del sistema de drenaje de la escombrera cuyo funcionamiento ayudará a preservar la calidad del agua.

Considerando lo antes mencionado, se obtuvieron impactos mayormente moderados y unos pocos compatibles y severos.

8.8.1.2.2 Alteración de Caudal de Quebradas

El caudal de las quebradas puede verse afectado si existe una mala disposición del material de acopio o su nivel puede aumentar en época lluviosa por aguas de escorrentía direccionadas mediante el sistema de drenaje que desemboca en estos cursos hídricos. En el primer caso se produciría un impacto compatible, puesto que su efecto es temporal y puntual; mientras que, en el segundo caso su severidad es moderada porque la afectación es permanente pero puntual.

8.8.1.3 Impactos en el Suelo

8.8.1.3.1 Modificación de la Topografía y Geomorfología

La actividad minera que se realiza en la mina Mocoral provoca una alteración de la topografía y geomorfología del entorno del proyecto.

En la etapa constructiva la subactividad "excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras" producirá un impacto severo por su duración permanente, aunque puntual; en cambio, el acopio temporal de material de descapote y suelo generará una alteración de severidad moderada si se desarrolla únicamente en el sitio designado para ello y su efecto se presentará durante la ejecución de la actividad.

Durante la etapa de operación, se identificaron dos impactos críticos debido a los dos tipos de arranque usados para la extracción del recurso mineral, dado que su efecto es permanente sin ser posible su reversibilidad a las condiciones iniciales antes de la actividad. También se presentaron dos impactos severos y un moderado por la operación de la escombrera, el mantenimiento de las vías y la extracción del mineral, que es a cielo abierto lo que produce un cambio notable a sus condiciones originales, no obstante, cuando se produzca el cierre de la mina el área será reacondicionada mediante procesos de estabilización y revegetación para que su aspecto sea armonizado con el entorno presente en la zona del proyecto.

8.8.1.3.2 Alteración de la Calidad del Suelo

La remoción del suelo es un proceso que se realiza para implementar con más facilidad las instalaciones que van a ser ocupadas en la explotación minera. El desmonte y descapote, la excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras para la construcción de la escombrera, así como el destape del yacimiento, actividades de mantenimiento de maquinaria e infraestructuras y trozamiento secundario alteran la calidad del suelo. La severidad de estos impactos es Severa, sin embargo, puede ser reversible en las actividades citadas, exceptuando las áreas de la mina y escombrera debido a que, en el primer caso, el suelo orgánico es eliminado y en el segundo caso el suelo es compactado.

Por otro lado, las subactividades que generan los impactos moderados se desarrollan en áreas puntuales como es el caso del carguío interno y externo, el arranque mecánico o el mantenimiento de las vías, en las que se producirá compactación del suelo con posterior erosión y por tanto la alteración de su calidad.

El acopio de material obtenido de la mina y de material de descapote, así como el desbroce y limpieza del terreno para la construcción de los accesos, también producen impactos con severidad moderada, debido a que las afectaciones no sobrepasan el área donde se desarrollan y son reversibles a mediano plazo.

8.8.1.3.3 Uso de Suelo

El uso de suelo se verá mayormente afectado por subactividades que implican la primera intervención de un área como el desmonte y descapote para la construcción de la nueva

escombrera, donde actualmente está identificado como agrícola residencial y su cobertura vegetal es tierra agropecuaria, la que será removida únicamente de las áreas previamente delimitadas. Este impacto es severo puesto que su afectación es notoria, aunque se manifestará dentro del área de influencia del proyecto.

También se presentarán subactividades con impactos moderados como la construcción del sistema de drenaje de la escombrera, mantenimiento de vías y sistema de drenaje de la escombrera cuyo efecto será puntual en el área que se realicen.

8.8.2 Impacto al Medio Biótico

Los impactos a la flora y fauna son de una magnitud media y alta, intensidad media y extensión puntual en el caso de la flora, debido a que la explotación de material será a cielo abierto, con la excepción de que únicamente serán desbrozadas la vegetación del área de la escombrera y se tratará en lo posible de mantener el remanente boscoso, refugio de especies de fauna, presente en la parte alta de la concesión, lejos de las nuevas adecuaciones a licenciarse.

8.8.2.1 Impactos en la Flora

8.8.2.1.1 Pérdida de Cobertura Vegetal

Para adecuar el área de minado, construcción de la escombrera y su sistema de drenaje, será necesario retirar la cobertura vegetal de la zona de estudio, su incidencia es de severidad moderada por lo que es reversible a corto plazo, lo que se realizará durante la etapa de cierre y abandono.

La alteración de la cobertura vegetal provoca la pérdida de especies herbáceas y arbustos en las áreas intervenidas, su incidencia de alteración es mayormente puntual, intensidad media a baja y el impacto es reversible debido a que la mayor parte de la cobertura en el área a intervenir es pastizal o bosque secundario.

En cuanto a las actividades de mantenimiento de maquinaria, área de abastecimiento de combustibles y generación de desechos, la afectación se produciría por vertidos que se pueden dar durante el desarrollo de las mismas si no se aplican medidas preventivas por lo que su probabilidad de ocurrencia es intermedia.

8.8.2.1.2 Alteración de la Diversidad y Abundancia

El nivel de impacto es de severidad Moderado debido a la diversidad media que presenta la zona donde se realizará el desmonte y descapote para la construcción de la nueva escombrera, puesto que aquí se evidenció bosque maduro alterado, áreas reforestadas y zonas de pastizales. Sin embargo, las áreas intervenidas serán rehabilitadas durante el cierre y abandono con especies previamente seleccionadas.

8.8.2.2 Impactos a la Fauna

8.8.2.2.1 Alteración de Hábitat

La mayoría de las actividades que se realizan dentro del proyecto ocasionan una alteración a los hábitats, debido a cambios en la composición florística y faunística del área.

El desmonte y descapote del suelo que se debe realizar para la construcción de la nueva escombrera y los accesos generará impactos moderados puesto que se realizará en áreas puntuales previamente definidas; sin embargo, estas zonas serán rehabilitadas durante la etapa de cierre y abandono.

El impacto producido por las actividades: arranque por perforación y voladura y mantenimiento de maquinaria, alteran los hábitats debido al ruido que producen, su impacto es medio debido a la poca presencia de fauna terrestre presente en las zonas a ser intervenidas y su extensión es puntual. El impacto al hábitat es severo.

8.8.2.2.2 Huida de Especies

La huida de especies en las zonas de la mina Mocoral son de impacto moderado a compatible, debido a la poca presencia de fauna terrestre. Las actividades que afectan a este indicador sucederán tanto en la etapa de construcción de la nueva escombrera y accesos como en la etapa de operación, en los dos casos se deberá mayormente al ruido que estas generan.

8.8.3 Impactos al Medio Socio – Cultural

8.8.3.1 Alteración del Paisaje

La afectación visual es el impacto que genera un cambio en el paisaje respecto a la percepción de la población, turistas o cualquier visitante de la zona, cuando han conocido las condiciones paisajísticas iniciales.

Las actividades que se desarrollan en el proyecto generarán impactos críticos al paisaje, puesto que algunas modificarán la topografía del lugar, otras retirarán la cobertura vegetal o afectarán la vegetación si se producen vertidos de aceites o combustibles. Para estas últimas actividades, se establecieron medidas en el plan de manejo ambiental, mientras que, durante la etapa de cierre y abandono también se rehabilitarán las áreas que se alteraron.

8.8.3.2 Percepción sobre obras, compensación

Todas las actividades del proyecto pueden generar afectación sobre el entorno y ser percibido por las personas que habitan alrededor. En caso de que estos impactos se produzcan en áreas que no pertenezcan a la empresa CECAL y luego de realizar una evaluación, se determinarán las acciones que se deben tomar.

8.8.3.3 Percepción de generación de empleo

Las actividades mineras en la zona han generado empleo local ya que la empresa contrata a su personal en la zona, además contrata servicio y obras, generando también empleo indirecto. Sin embargo, por el momento no se realizarán nuevos procesos de contratación.

8.8.3.4 Uso de vías internas por parte de la población

Este indicador presenta impactos moderados por parte de las actividades del proyecto, puesto que aún existen pobladores que usan la vía que atraviesa varias áreas de trabajo. Su severidad es moderada dadas las medidas que ha aplicado la empresa, como es el caso de una alarma que indica cuando un poblador ingresa por la garita, lo que conlleva a la paralización de las actividades cercanas.

8.8.3.5 Comunicación con las comunidades

La comunicación con las comunidades presenta impactos severos pues, durante las entrevistas realizadas, los dirigentes de las comunidades aseguraron que no conocen las actividades que desarrollan en el proyecto, en el PMA se ha incluido medidas para mejorar la comunicación con las comunidades.

8.8.3.6 Restos arqueológicos

En la zona de la mina existe una sensibilidad arqueológica media por la ausencia de sitios arqueológicos, conforme los cita el informe de prospección arqueológica del área minera Mocoral, estudio realizado por el Dr. Eduardo Almeida Reyes. Sin embargo, cabe indicar que, fuera de los sitios de trabajo, se identificaron camellones que actualmente son manejados conforme las recomendaciones del arqueólogo como zonas verdes dentro de la concesión.

Hasta el momento no se han hallado restos arqueológicos en las áreas operativas del proyecto, mas, en el caso de encontrarlos se procederá a paralizar las actividades y comunicar al organismo respectivo de acuerdo a lo que establece la ley que rige el patrimonio cultural.

9 DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA Y ÁREAS SENSIBLES

De acuerdo a la Guía Metodológica para Definición de Áreas de Influencia - marzo 2015, se define el área de influencia como el área de gestión del proyecto, obra o actividad, la cual es el área espacial donde el promotor va a gestionar los impactos positivos y/o negativos ocasionados por su actividad sobre los componentes socio ambientales, la misma que se ajustará en las actualizaciones del Plan de Manejo Ambiental que se realicen, en base a lo establecido en la normativa ambiental en vigencia.

Partiendo de este concepto el área de influencia se determina en función de la interrelación entre los medios físico, biótico y social que pudieran verse afectados positiva o negativamente por la construcción y operación de actividades que se realizan en el proyecto para la fase de explotación.

La metodología aplicada utiliza una apreciación cualitativa y cuantitativa de las áreas de influencia, en función de los sitios donde se desarrollan y se implementarán las actividades del proyecto, posteriormente se realizó un análisis considerando los cuerpos hídricos a ser afectados, la superficie a intervenir y el área que podrá ser afectada por la emisión de ruido o material particulado. Este análisis utilizó como base el levantamiento de información en campo, información secundaria, identificación y evaluación de impactos y los sistemas de información geográfica (SIG).

Para una mejor diferenciación, al área de influencia se la subdivide en dos: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII), a continuación, se define cada una de estas áreas en base a las actividades realizadas en la Concesión.

9.1 Área de Influencia Directa (AID)

El Área de Influencia Directa (AID) es aquella comprendida dentro del área gestión, es la unidad espacial donde se manifiestan de manera evidente los impactos socio ambientales, durante la realización de los trabajos (Guía Metodológica para Definición de Áreas de Influencia, 2015).

Para la determinación del Área de Influencia Directa se definió la superficie a ser intervenida directamente por las actividades del proyecto, además se tomó en cuenta los cuerpos de agua superficiales por su directa relación con la zona de vida y el paisaje. A continuación, se relacionaron los criterios técnicos, ambientales y sociales, considerados para la delimitación de las AID.

9.1.1 Área de Influencia Directa Física

Para la determinación del área de influencia directa se consideraron los impactos definidos para cada componente ambiental de acuerdo a las actividades nuevas y existentes a ser desarrolladas en el proyecto.

9.1.1.1 AID de Agua

La determinación del AID de agua considera todos los cuerpos hídricos que atraviesan las actividades desarrolladas dentro del área de implantación, así como el uso dado por las mismas y las descargas recibidas hacia su cauce.

Conforme se menciona en el capítulo de Línea Base, en el área de implantación del proyecto existen tres cuerpos superficiales que atraviesan la concesión, sin embargo, únicamente dos de ellos se verán directamente afectados por las actividades del proyecto:

- Quebrada 2, atraviesa de sureste a noroeste la concesión y recibe el agua de escorrentía que baja la montaña, aguas arriba se realiza la captación para consumo del campamento
- Quebrada 3, ubicada en el área de la nueva Escombrera, recibirá el agua del drenaje de la misma.

De acuerdo al párrafo que antecede, se determina que el AID de agua corresponde a las dos quebradas antes mencionadas por lo que la superficie que abarca el AID es de 2,097 ha. En el *Anexo 7. CARTOGRAFÍA* se incluye el mapa del AID de Calidad del Agua.

9.1.1.2 AID de Aire

Para la determinación de la calidad del aire se consideró la maquinaria y equipos a utilizar durante la etapa de construcción y operación, así como la climatología, resultados de monitoreo y las medidas establecidas en el Plan de Manejo para minimizar los posibles impactos generados producto del desarrollo de las actividades.

El comportamiento de los gases y material particulado, al igual que el ruido generado producto de la utilización de la maquinaria y actividades realizadas en el proyecto, se ve influenciado por la presencia de barreras físicas y condiciones climáticas de la zona, pues el viento, precipitación, temperatura, humedad y la presencia de infraestructura o cobertura vegetal pueden aumentar o disminuir la dispersión de los mismos (Silva & Arcos, 2011).

Conforme se evidenció en el capítulo de línea base, la precipitación, bajas velocidades del viento y la condición generalmente nublada en la zona, minimizan la dispersión vertical de emisiones y material particulado, por lo que, el impacto en la calidad del aire por estas emisiones será focalizado al área donde se desarrollarán las actividades; en este aspecto, los sitios que se verán directamente influenciados por la presencia de material particulado serán los nuevos accesos a construir, el área de la escombrera y de los cuerpos mineralizados, a esto se le suma que las emisiones generadas se producen a pocos metros de la superficie, por lo que el arrastre de partículas es menor (Arrieta A., 2016).

Para la determinación del AID de aire se considera además el ruido generado producto del desarrollo de las actividades, para ello, se determinó la propagación sonora mediante el algoritmo que representa el efecto de la distancia en la propagación de los niveles de ruido, desde la fuente hasta el receptor, en condiciones de campo libre, sin considerar las características del terreno y con un factor de directividad semiesférica (Environmental Acoustics 2008);

$$Leq=Lw-10\log_{10}(2\pi r^2)$$

Donde:

Leq: Nivel de presión sonora continuo equivalente (dBA).

Lw: Nivel de potencia sonora (dBA).

r: Distancia entre la fuente y el receptor (m).

Para ello se consideró los niveles de potencia sonora (Lw) de las principales fuentes de ruido identificadas (Tabla 9-1), los cuales provienen de fuentes secundarias como estudios o artículos científicos y un valor criterio obtenido mediante el promedio de resultados de ruido medidos durante el levantamiento de información de línea base en el año 2019 (Tabla 9-2).

Tabla 9-1 Niveles de Potencia Sonora (L_w) de las fuentes de Ruido

Fuente de Ruido	L _w (dBA)
Voladuras ⁷	125
Vehículos medianos y pesados (velocidad de 50 km/h) ⁸	85,3
Operación de una Cantera	97

⁷ Estudio sobre la afectación del ruido en la minería, una revisión sistemática de las principales afectaciones que presenta para la salud de los trabajadores. ISSN: 2796-9320

⁸ Ruido en minería: Sistemática de medición y medidas preventivas. Recuperado de:

https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/43809/TFM_VirginiaMasAndres.pdf;jsessionid=D9F385DD840D98D1477E3E456A78374E?sequence=6

Fuente de Ruido	L _w (dBA)
Carga, transporte y descarga de mineral y material estéril	102
Excavadoras	102
Compresores ⁹	85
Martillos Trozeadores	92
Rig Drill ¹⁰	90

Fuente: ISST, Huaquisto S.

Tabla 9-2 Resultados de Ruido Ambiente

Tipo de Monitoreo	Puntos de Monitoreo	L _{MIN} [dB(A)]	L _{MAX} [dB(A)]	NPS eq LEQ [dB(A)]
Fuentes fijas	Punto 1 (10h58)	47,0	47,8	47,4
Fuentes fijas	Punto 2 (13h22)	45,9	46,9	46,5
Fuentes fijas	Punto 3 (13h47)	55,4	55,7	55,6
Fuentes fijas	Punto 4 (13h54)	47,9	48,6	48,2
Fuentes fijas	Punto 5 (14h04)	45,5	47,7	47,1
Fuentes fijas	Punto 6 (15h31)	44,9	45,5	45,2
Fuentes fijas	Punto 7 (16h23)	46,5	47,2	46,8
Promedio				48,114

Fuente: Camacho & Cifuentes, abril 2019.

Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

A continuación, se realiza el cálculo de los valores de ruido considerando las distancias y los valores de ruido estimados por actividad o proceso.

⁹ Chicago Pneumatic. Recuperado de: [https://compressors.cp.com/es-latinamerica/products/compresor-de-aire/compresor-de-aire-silencioso#:~:text=El%20nivel%20de%20ruido%20medio,hasta%20110%20dB%20\(A\).](https://compressors.cp.com/es-latinamerica/products/compresor-de-aire/compresor-de-aire-silencioso#:~:text=El%20nivel%20de%20ruido%20medio,hasta%20110%20dB%20(A).)

¹⁰ The Driller. Recuperado de: <https://www.thedriller.com/articles/86218-hearing-protection-and-air-rotary-drilling-part-1>

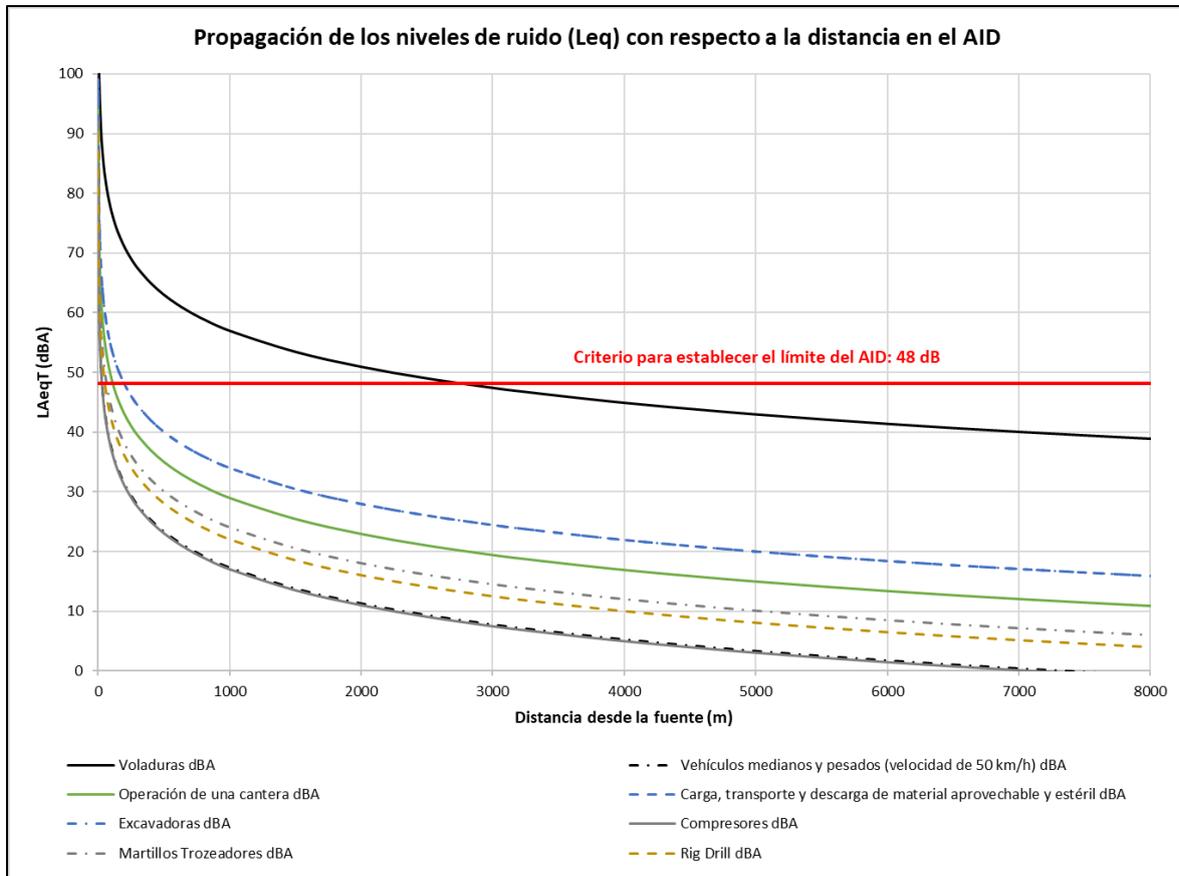
Tabla 9-3 Propagación de los Niveles de Ruido (L_{eq}) con Respecto a la Distancia

Distancia	Voladuras	Vehículos medianos y pesados (velocidad de 50 km/h)	Operación de una cantera	Carga, transporte y descarga de material de construcción y material estéril	Excavadoras	Compresores	Martillos Trozeadores	Rig Drill
m	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
0	125	85,3	97	102	102	85	92	90
5	103,04	63,34	75,04	80,04	80,04	63,04	70,04	68,04
10	97,02	57,32	69,02	74,02	74,02	57,02	64,02	62,02
20	91,00	51,30	63,00	68,00	68,00	51,00	58,00	56,00
30	87,48	47,78	59,48	64,48	64,48	47,48	54,48	52,48
40	84,98	45,28	56,98	61,98	61,98	44,98	51,98	49,98
50	83,04	43,34	55,04	60,04	60,04	43,04	50,04	48,04
70	80,12	40,42	52,12	57,12	57,12	40,12	47,12	45,12
90	77,93	38,23	49,93	54,93	54,93	37,93	44,93	42,93
100	77,02	37,32	49,02	54,02	54,02	37,02	44,02	42,02
125	75,08	35,38	47,08	52,08	52,08	35,08	42,08	40,08
150	73,50	33,80	45,50	50,50	50,50	33,50	40,50	38,50
200	71,00	31,30	43,00	48,00	48,00	31,00	38,00	36,00
250	69,06	29,36	41,06	46,06	46,06	29,06	36,06	34,06
300	67,48	27,78	39,48	44,48	44,48	27,48	34,48	32,48
400	64,98	25,28	36,98	41,98	41,98	24,98	31,98	29,98
500	63,04	23,34	35,04	40,04	40,04	23,04	30,04	28,04
600	61,46	21,76	33,46	38,46	38,46	21,46	28,46	26,46
700	60,12	20,42	32,12	37,12	37,12	20,12	27,12	25,12
750	59,52	19,82	31,52	36,52	36,52	19,52	26,52	24,52
800	58,96	19,26	30,96	35,96	35,96	18,96	25,96	23,96
1000	57,02	17,32	29,02	34,02	34,02	17,02	24,02	22,02
1500	53,50	13,80	25,50	30,50	30,50	13,50	20,50	18,50
2000	51,00	11,30	23,00	28,00	28,00	11,00	18,00	16,00
2500	49,06	9,36	21,06	26,06	26,06	9,06	16,06	14,06
3000	47,48	7,78	19,48	24,48	24,48	7,48	14,48	12,48
3200	46,92	7,22	18,92	23,92	23,92	6,92	13,92	11,92
4000	44,98	5,28	16,98	21,98	21,98	4,98	11,98	9,98
5000	43,04	3,34	15,04	20,04	20,04	3,04	10,04	8,04
6000	41,46	1,76	13,46	18,46	18,46	1,46	8,46	6,46
7000	40,12	0,42	12,12	17,12	17,12	0,12	7,12	5,12
8000	38,96	-0,74	10,96	15,96	15,96	-1,04	5,96	3,96

Fuente: Gesambconsult, 2023

Elaborado por: Gesambconsult, 2023

Figura 9-1 Propagación de los Niveles de Ruido (Leq) con Respecto a la Distancia en el AID



Fuente: Gesambconsult, 2023
Elaborado por: Gesambconsult, 2023

De acuerdo a la tabla y gráfico que anteceden, se puede observar que, a mayor distancia, menor será el ruido percibido; considerando las actividades y maquinaria a utilizar, la distancia a la cual el registro de ruido se encuentra dentro del valor criterio varía de 30 a 3000 m (Tabla 9-4), siendo esta última la distancia a la cual el ruido generado por las voladuras alcanza el valor criterio (48,1 dB); tomando en cuenta que estas actividades son instantáneas, de corta duración y se realizan como máximo una vez a la semana, la distancia correspondiente a esta actividad se descarta, manteniéndose como AID las distancias lineales de 30 m alrededor de vías y accesos dentro de la concesión y 200 m alrededor de las actividades potencialmente generadoras de ruido como son los cuerpos mineralizados y escombrera.

Tabla 9-4 Distancias de AID

Fuente de Ruido	AID (m)
Voladuras	3000
Vehículos medianos y pesados (velocidad de 50 km/h)	30
Operación de una Cantera	125
Carga, transporte y descarga de material de construcción y material estéril	200

Fuente de Ruido	AID (m)
Excavadoras	200
Compresores	30
Martillos Trozadores	70
Rig Drill	50

Fuente: Gesambconsult, 2023

Elaborado por: Gesambconsult, 2023

Por lo tanto, el AID de Aire considerada para el presente estudio, corresponde a la superficie de 98,2904 ha.

9.1.1.3 AID de Suelo

Para la determinación del AID de Suelo, se consideraron todas aquellas actividades que puedan provocar cambios en el relieve, la estructura del suelo y su calidad, por lo que el AID la conforma toda el área ocupada por la infraestructura actual y la superficie de emplazamiento de las nuevas obras e infraestructuras a implementarse en el presente estudio.

Considerando que el ancho de los accesos varía dependiendo de la topografía de la zona y las condiciones de seguridad para las maniobras de la maquinaria, se definió un buffer de al menos 10 m desde el eje de cada acceso.

Tabla 9-5 Infraestructura del Área Minera

	Nombre	Área (m ²)
Infraestructura Licenciada	Cuerpos Mineralizados	55,272
	Escombrera reforestada	6.312,88
	Balanza Camionera	24,78
	Polvorín	11,67
	Piscinas de sedimentación	61,03
	Garita	5,2
	Almacén de combustible	1,99
	Cubeto de diésel	32,69
	Almacén de aceites usados	7,83
	Bodegas y taller mecánico	163,66
	Bodega de cucharones	25,13
	Oficina y campamento	79,05
	Baños de oficina	5,77
	Área de refrigerio	18,34
	Tanque de agua	7,72
	Baños y duchas	31,87
	Villa técnicos	62,09
	Sala de juegos	50,36
	Consultorio médico	20,54
	Lavandería	2,29
	Bodega de alimentos	19,77
	Cocina y comedor	75,10
	Cancha deportiva	298,33
	Villa administrativa	119,45
Bomba de agua	6,86	
Relleno sanitario	130,89	

	Nombre	Área (m ²)
	Área de reciclaje orgánico e inorgánico	36,94
	Vivero	155,70
	Vías de acceso	-
Infraestructura a Licenciar	Escombrera Nueva	140.204
	Vías de acceso nuevas	-

Fuente: CECAL

De acuerdo a la tabla que antecede, se determina que, el AID del suelo corresponde a una superficie de 35,89 ha, cabe mencionar que este valor no corresponde a una suma algebraica sino a la superposición de mapas.

9.1.2 Área de Influencia Directa Biótica

9.1.2.1 AID de Flora

9.1.2.2 AID de Fauna

9.1.3 Área de Influencia Directa Social

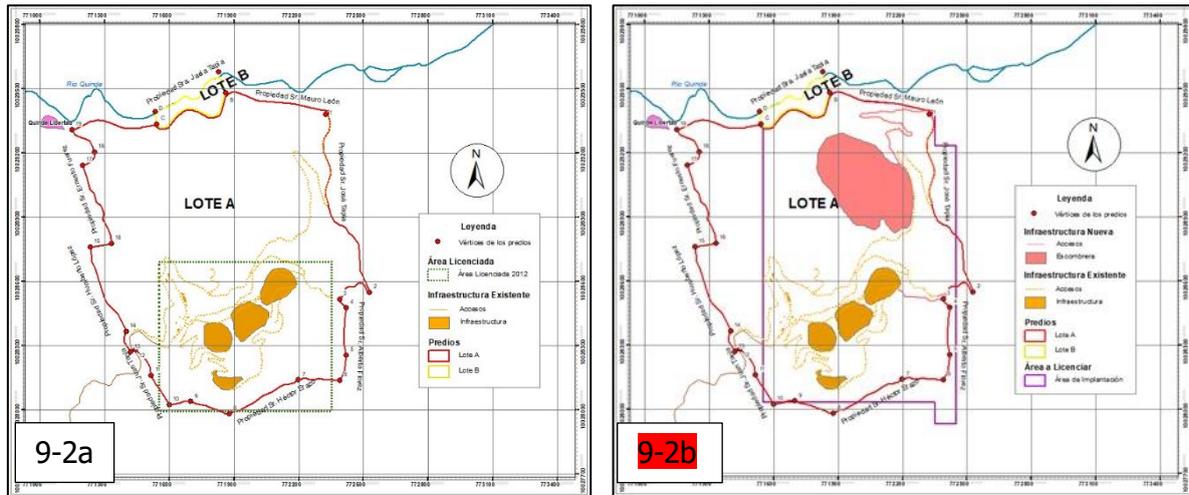
Dentro del área de influencia social se consideran las influencias socio-económicas y culturales que las actividades del proyecto ocasionan en los poblados cercanos al espacio físico de intervención y que pueden transformar la relación entre las estructuras sociales y su territorio.

Se determina como Área de Influencia Directa (AID) dentro del componente social al: "espacio que resulta de las interacciones directas, de uno o varios elementos del proyecto, obra o actividad, con uno o varios elementos del contexto social donde se implantará.

La relación directa entre el proyecto, obra o actividad y el entorno social se da en por lo menos dos niveles de integración social: unidades individuales (fincas, viviendas, predios, y sus correspondientes propietarios) y organizaciones sociales de primer y segundo orden (comunidades, recintos, barrios asociaciones de organizaciones y comunidades). En el caso de que la ubicación definitiva de los elementos y/o actividades del proyecto estuviera sujeta a factores externos a los considerados en el Estudio u otros aspectos técnicos y/o ambientales posteriores, se deberá presentar las justificaciones del caso debidamente sustentadas para evaluación y validación de la Autoridad Ambiental Competente; para lo cual la determinación del área de influencia directa se hará al menos a nivel de organizaciones sociales de primer y segundo orden". (Acuerdo Ministerial 103 – 2015).

Para el caso de la Concesión Minera Mocoral, dentro del primer nivel de integración se encuentran los terrenos en donde se asienta y operarán todas las actividades de la minera, los cuales cabe señalar son y han sido siempre propiedad de CECAL (*Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL/ Escritura unificación de lotes y Anexo 7 CARTOGRAFÍA/ Mapa de propietarios.*), motivo por el cual no existirá afectación en predios colindantes.

Figura 9-2 Mapa de predios



Fuente: CECAL, 2024

De acuerdo a la figura 9-2a se observa que el área licenciada con Resolución 1782 de 9 de noviembre de 2012 se encuentra dentro del Lote A, propiedad de CECAL y es donde se desarrollan las actividades principales y complementarias de la empresa; por otro lado, en la figura 9-2b se observa el área actual a ser licenciada en el presente estudio, la cual consta de una superficie de 123,328 ha y abarca todas las infraestructuras nuevas y previamente licenciadas, las cuales se encuentran dentro del Lote correspondiente a la empresa.

En la siguiente tabla se identifican todos los terrenos colindantes a los lotes de la empresa.

Tabla 9-6 Predios Colindantes

Propietarios	Límites	Distancia al Área de Implantación (m)	Descripción
Sra. Jaela Tapia	Norte	72	Distancia lineal al área de implantación. Separa del Lote A, el Lote B y el río Quinde.
Sr. Mauro León	Norte	8	Distancia lineal al área de implantación. Al otro lado de la vía Selva Alegre - Otavalo
Sr. José Tapia	Este	-	El área de implantación se encuentra asentada sobre dicho terreno al este del acceso principal.
Sr. Alberto Florez	Este	-	El área de implantación se encuentra asentada sobre dicho terreno al este del acceso a mina, el cual ingresa a dicho predio en al menos 0,042ha aproximadamente.
Sr. Hector Erazo	Sur	-	El área de implantación se encuentra asentada sobre dicho terreno al sur de los cuerpos mineralizados.

Propietarios	Límites	Distancia al Área de Implantación (m)	Descripción
Sr. Juan Tapia	Oeste	-	El área de implantación se encuentra asentada sobre dicho terreno al suroeste de los cuerpos mineralizados.
Sr. Humberto López	Oeste	156	Distancia lineal al área de implantación. Se ubica al oeste de la infraestructura complementaria.
Sr. Ernesto Furez	Oeste	218	Distancia lineal al área de implantación. Se ubica al oeste de la nueva escombrera.
CECAL (Lote A y B)	-		Toda la infraestructura se encuentra ubicada en el lote A

Fuente: CECAL, 2024

Dentro del segundo nivel de integración, correspondiente a organizaciones sociales, el Estudio de Impacto Ambiental realizado para la fase de explotación de minerales no metálicos, determinó la comuna Quinde La Libertad y la comunidad Barcelona, ubicados dentro de la parroquia Selva Alegre, forman parte del área de influencia directa. Sin embargo, dado el nivel de cercanía de la minera con la cabecera parroquial y el nivel de interrelación de la población de toda la parroquia con el centro poblado, se determina la importancia de considerar este asentamiento también como parte del área de influencia directa (114.14 ha).

Tabla 9-7 Asentamientos del Área de Influencia Directa Componente Social

Asentamiento	Ubicación (WGS 84)		Parroquia	Cantón	Provincia
	Este	Norte			
Barcelona	770710	10028012	Selva Alegre	Otavalo	Imbabura
Quinde La Libertad	771294	10029378			
Selva Alegre	769690	10027382			

Fuente: Gesambconsult, 2019

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

9.2 Área de Influencia Indirecta (AII)

Se considera como Área de Influencia Indirecta (AII) aquellas zonas alrededor del área de influencia directa en donde se podrían evidenciar impactos de tipo indirecto por las actividades del proyecto. Estas zonas pueden definirse como zonas de amortiguamiento con un radio de acción determinado, y su tamaño puede depender de la magnitud del impacto y el componente afectado. En este sentido, la determinación del área de influencia indirecta es variable, según se considere el componente físico, biótico o socio-económico y cultural; e incluso dentro de cada uno de estos componentes el área de influencia indirecta puede variar según el elemento ambiental analizado, particularmente para la fase constructiva.

9.2.1 Área de Influencia Indirecta Física

9.2.1.1 AII de Agua

Para la determinación del AII de agua, se consideró los resultados de agua proveniente de las piscinas de sedimentación, delimitándose como AII las dos microcuencas de las quebradas consideradas como AID, así como el tramo del Río Quinde desde la quebrada 3 que recibirá las descargas de la nueva escombrera hasta la unión con la quebrada 2 que recibe el agua de escorrentía.

Cabe mencionar que, la quebrada 4 ubicada al este de la concesión no ha sido considerada pues, las actividades existentes y aquellas a implementar no afectarán dicho cauce.

Por otro lado, es importante señalar que el río Quinde se encuentra fuera del área de implantación de las actividades, sin embargo, la sección definida como AII fue considerada dado que se encuentra entre las quebradas empleadas para el desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, el AII correspondiente al recurso agua abarca una superficie de 53,01 ha.

9.2.1.2 AII de Aire

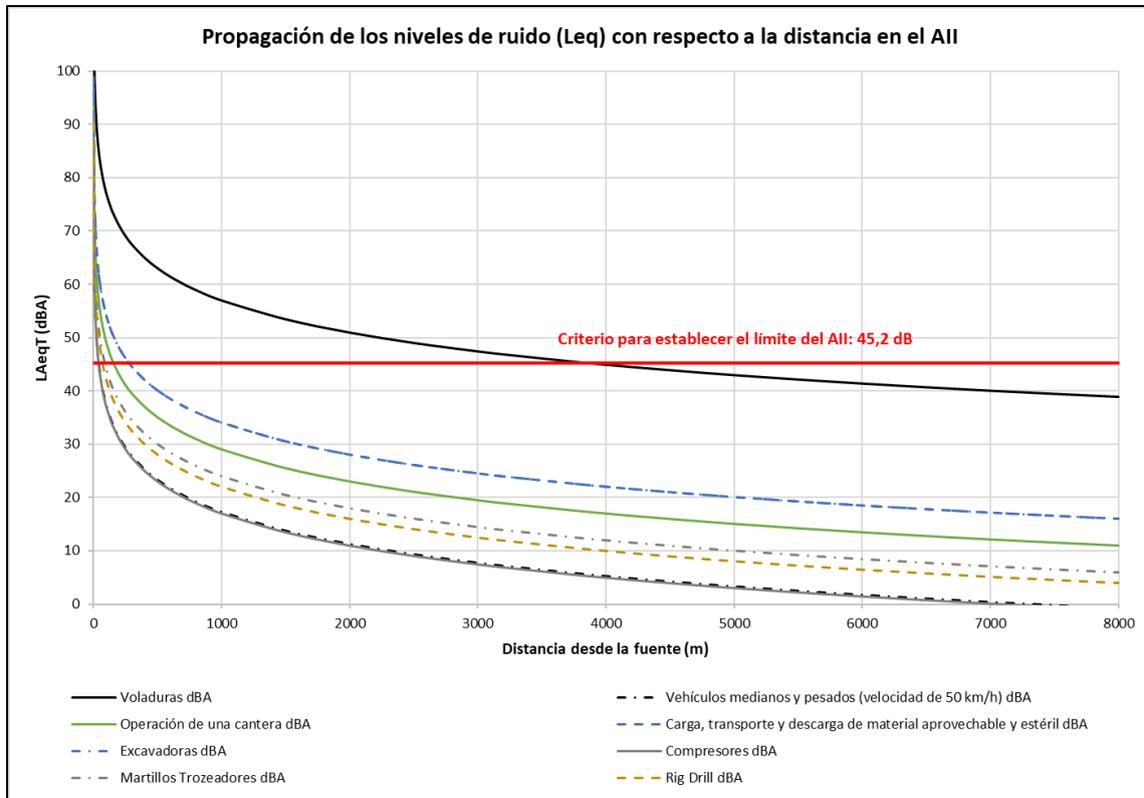
Para la determinación del AII de Aire se consideró la generación de material particulado y el ruido producido por la maquinaria, así como las operaciones desarrolladas en el proyecto.

Considerando que los parámetros medidos de calidad del aire se encuentran dentro de la norma ambiental dentro de la concesión Mocoral, el AII de aire por generación de emisiones se limita al área de implantación de las infraestructuras, principalmente de aquellas que pueden causar la generación de dicho material (accesos, escombrera, cuerpos mineralizados).

En cuanto al ruido generado la propagación sonora se calculó con un valor criterio el cual viene dado por el resultado de ruido ambiental más bajo medido durante el levantamiento de información de línea base (Área de Escombrera: 45,2 decibeles).

Tomando como base dicho valor, en el siguiente gráfico se identifica la distancia a la cual el ruido percibido alcanza los 45,2 decibeles.

Gráfico 9-1 Propagación de los Niveles de Ruido (Leq) con Respecto a la Distancia en el AII



Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

De acuerdo al gráfico que antecede, se observa que el rango de distancias a la cual, el ruido percibido alcanza el valor criterio varía de 40 a 3.900 m, esta última viene dada por los eventos de voladura desarrollados, los cuales al realizarse una sola vez a la semana no han sido considerados para la delimitación del AII; cabe mencionar que el algoritmo de propagación empleado no considera condiciones climáticas o barreras naturales que puedan atenuar o disminuir el ruido percibido, por lo que, en este caso, el AII abarca una distancia lineal de 50 m alrededor de las vías y 300 m alrededor de las principales infraestructuras donde se genera el ruido.

Considerando el párrafo que antecede se determina que el AII de aire abarca una superficie de 137, 81 ha.

9.2.1.3 AII de Suelo

Dado que las actividades nuevas y existentes ya cuentan con un área definida para su implementación, el AII de suelo abarca todas las infraestructuras más una distancia lineal de 15 m alrededor de las mismas, la cual considera una superficie necesaria para el desplazamiento de maquinaria para actividades de mantenimiento y adecuación de la infraestructura.

En cuanto a los accesos, se considera que el AII es la misma que del AID, pues esta, ya abarca una superficie de amortiguamiento para el desplazamiento y desarrollo de mantenimientos viales.

Por lo que, el AII de suelo lo conforman 40,45 ha.

9.2.2 Área de Influencia Indirecta Biótica

Para la determinación del área de influencia indirecta del Proyecto Mocal se tomó en cuenta el análisis realizado para cada componente ambiental (Tabla 9-3) y una zona de amortiguamiento que rodee el AID poniendo un mayor énfasis en los cursos de agua y calidad del aire; para este último se tomó en cuenta el recorrido de la maquinaria (Dirección N-E) y la dirección del viento, que de acuerdo al muestreo realizado este tiende hacia el sur y el noreste.

El área de influencia indirecta para el componente físico se determinó una superficie de 97.84 ha, mientras que para el área de influencia indirecta biótica se estableció una superficie de 41.70 ha.

9.2.2.1 AID de Flora

9.2.2.2 AID de Fauna

9.2.3 Área de Influencia Indirecta Social

Se determinan como Área de Influencia Indirecta (AII) dentro del componente social al “espacio socio- institucional que resulta de la relación del proyecto con las unidades político-territoriales donde se desarrolla el proyecto, obra o actividad: parroquia, cantón y/o provincia. El motivo de la relación es el papel del proyecto, obra o actividad en el ordenamiento del territorio local. Si bien se fundamenta en la ubicación político-administrativa del proyecto, obra o actividad, pueden existir otras unidades territoriales que resultan relevantes para la gestión Socio- ambiental del proyecto como las circunscripciones territoriales indígenas, áreas protegidas, mancomunidades” (Acuerdo Ministerial 103 – 2015).

Considerando el párrafo que antecede y el Certificado de Intersección del área a licenciar, se determina que, el AII del área de implantación de la Mina Mocal, comprende la parroquia Selva Alegre, ubicada dentro del cantón Otavalo, provincia de Imbabura.

Tabla 9-8 Área de influencia indirecta componente social

PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
Selva Alegre	Otavalo	Imbabura

Fuente: INEC, 2010

Elaborado por: Gesambconsult, 2019

La parroquia rural Selva Alegre se creó el 26 de octubre de 1937; cuenta con una población estimada de 1.600 habitantes y una extensión territorial de 133,15 km². Selva Alegre limita al norte con las parroquias Vacas Galindo, Quiroga y Plaza Gutiérrez; al sur con la parroquia San José de Minas (provincia de Pichincha); al este con la parroquia Quichinche y al oeste, con la parroquia García Moreno (PDOT Selva Alegre, 2015).

9.3 Áreas Sensibles

La sensibilidad ambiental se la define como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función.

9.3.1 Metodología

Para determinar las áreas sensibles se considerará cada uno de los componentes de la línea base, así como también las actividades desarrolladas en el proyecto, para ello se consideró los criterios de cada uno de los especialistas y finalmente, mediante un consenso general, se definieron las áreas sensibles.

En el caso de la sensibilidad social se tomó en cuenta, además, las actividades económicas realizadas por los pobladores y las posibles afectaciones generadas producto del desarrollo del proyecto en su forma de vida, por lo que en este caso no se lo definió de manera conjunta con el componente físico y biótico al ubicarse estos en la superficie directa a ser intervenida.

Para definir la sensibilidad de los componentes ambientales presentes en el área del proyecto se consideraron los siguientes criterios, los cuales se relacionan a la situación actual del área a intervenir:

Tabla 9-9 Nivel de Degradación Antrópica

Escala	Nivel de Degradación Antrópica
Nulo (1)	Corresponde a un área no alterada, casi prístina. Elevada calidad ambiental y de paisaje. Se mantienen las condiciones naturales originales.
Bajo (2)	Las alteraciones al ecosistema son bajas, las modificaciones a los recursos naturales y al paisaje son bajas. La calidad ambiental de los recursos puede restablecerse fácilmente.
Moderado (3)	Las alteraciones al ecosistema, el paisaje y los recursos naturales tienen una magnitud media. Las condiciones de equilibrio del ecosistema se mantienen aun cuando tienden a alejarse del punto de equilibrio.
Alto (4)	Las alteraciones antrópicas al ecosistema, paisaje y los recursos naturales son altas. La calidad ambiental del ecosistema es baja; se encuentra cerca del umbral hacia un nuevo punto de equilibrio. Las condiciones originales pueden establecerse con grandes esfuerzos en tiempos prolongados.
Crítico (5)	La zona se encuentra profundamente alterada, la calidad ambiental del paisaje es mínima. La contaminación, alteración y pérdida de los recursos naturales es muy alta. El ecosistema ha perdido su punto de equilibrio natural y es prácticamente irreversible.

Fuente: Bustos, 2007

El segundo nivel de análisis para la determinación de la sensibilidad es la probabilidad de ser afectado por las acciones del proyecto, análisis que requiere, además del conocimiento de las condiciones iniciales del ecosistema, su capacidad de asimilación y la intensidad de las acciones a ser llevadas a cabo para la ejecución del proyecto. En la siguiente tabla se presenta los niveles de análisis de tolerancia ambiental.

Tabla 9-10 Nivel de Tolerancia Ambiental

Escala	Nivel de Tolerancia Ambiental
Nulo (1)	La capacidad asimilativa es muy baja o la intensidad de los efectos es muy alta
Bajo (2)	Tiene una baja capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es alta
Moderado (3)	Tiene una moderada capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es media
Alto (4)	Tiene una alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es baja
Muy alta (5)	Tiene una muy alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es muy baja

Fuente: Bustos, 2007

Una vez se haya realizado la evaluación respectiva, se procede a la determinación de los Niveles de Sensibilidad para Calificar los Criterios utilizados con la siguiente fórmula:

$$\text{Sensibilidad Ambiental} = \text{Nivel de Degradación} \times \text{Tolerancia Ambiental}$$

Los niveles de sensibilidad serán comparados con los establecidos en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 9-11 Nivel de Sensibilidad

Grado de Sensibilidad	Rango
Sensibilidad Nula	21 a 25
Sensibilidad Baja	16 a 20
Sensibilidad Media	11 a 15
Sensibilidad Alta	6 a 10
Sensibilidad Muy Alta	0 a 5

Fuente: Bustos, 2007

9.3.2 Áreas de Sensibilidad Física

Para la determinación de las áreas sensibles se elaboraron 3 matrices para los 2 componentes analizados. A continuación, se presentan las tablas calificadas con base en los criterios mencionados anteriormente.

Tabla 9-12 Resultados de Nivel de Degradación Antrópica

Componente	Factor Ambiental	Indicadores	Etapa de construcción Actividades Nuevas (AN)				Etapa de Operación y Mantenimiento Actividades Licenciadas (AL)										Etapa de Cierre y Abandono				
			Construcción de la Nueva Escombrera				Construcción de Accesos	Preparación	Sistema de Arranque		Transporte		Instalaciones Complementarias			Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Escombrera		Aspectos Complementarios	Recuperación de áreas intervenidas	Mantenimiento de Escombrera
			Desmonte y descapote	Acopio temporal de material de descapote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Carguo interno y externo	Acopio de caliza	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera
Físico	Agua	Hidrología y Calidad del agua superficial	3	3	3	3	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	2	2	5	4
		Hidrogeología	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
	Suelo y Geología	Geología	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	4	4	1
		Topografía y geomorfología	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	4	4	1
	Aire	Calidad del suelo	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	3
		Ruido	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	3	3	2
		Calidad del aire	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	2	3	3	2	

Elaborado por: Gesambconsult, 2024

Tabla 9-13 Resultados de Nivel de Tolerancia Ambiental

Componente	Factor Ambiental	Indicadores	Etapa de construcción Actividades Nuevas (AN)				Etapa de Operación y Mantenimiento Actividades Licenciadas (AL)										Etapa de Cierre y Abandono					
			Construcción de la Nueva Escombrera				Construcción de Accesos	Preparación	Sistema de Arranque		Transporte		Instalaciones Complementarias			Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Escombrera		Aspectos Complementarios	Recuperación de áreas intervenidas	Mantenimiento de Escombrera	
			Desmonte y descapote	Acopio temporal de material de descapote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Carguo interno y externo	Acopio de caliza	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera	
Físico	Agua	Hidrología y Calidad del agua superficial	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	2	2	1	2	
		Hidrogeología	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	
	Suelo y Geología	Geología	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	4	3	3	4	5	5
		Topografía y geomorfología	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	2	2	4	3	3	
	Aire	Calidad del suelo	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	3	3		
		Ruido	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	3	5	5	
		Calidad del aire	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	3	5	5		

Elaborado por: Gesambconsult, 2024

Tabla 9-14 Sensibilidad Ambiental

Factor Ambiental	Indicadores	Etapa de construcción				Etapa de Operación y Mantenimiento											Etapa de Cierre y Abandono		Sensibilidad Total		
		Actividades Nuevas (AN)				Actividades Licenciadas (AL)											AL	AN			
		Construcción de la Nueva Escombrera				Construcción del Acceso Principal	Preparación	Sistema de Arranque		Transporte		Instalaciones Complementarias			Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Escombrera		Aspectos Complementarios		Recuperación de áreas intervenidas	Mantenimiento de Escombrera
Desmonte y descapote	Acopio temporal de material de descapote y suelo	Construcción del sistema de drenaje de la escombrera	Excavación, relleno de taludes laterales y movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	Destape de Yacimiento	Arranque mecánico	Arranque por perforación y voladura	Carguo interno y externo	Acopio de caliza	Abastecimiento de combustible, explosivos y otros	Mantenimiento de maquinaria	Mantenimiento de infraestructura (campamentos, oficinas, cocina, comedor, entre otros)	Trozamiento Secundario, Clasificación, Lavado y Recuperación de Finos	Relleno gradual y compactación de la escombrera	Sistema de drenaje de la escombrera	Mantenimiento de vías	Reconformación y revegetación de áreas	Sistema de drenaje de la escombrera			
Agua	Hidrología y Calidad del agua superficial	3	3	3	3	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	9	4	4	5	8	14,58
	Hidrogeología	10	10	10	10	20	20	20	20	20	10	10	10	10	10	10	10	4	15	10	12,58
Suelo y Geología	Geología	4	4	1	1	1	5	5	5	5	5	5	25	20	20	3	3	15	20	5	7,26
	Topografía y geomorfología	1	1	1	1	1	10	10	10	15	15	20	20	20	20	2	2	15	12	3	9,47
	Calidad del suelo	3	3	3	3	2	12	12	12	12	12	12	15	15	15	6	4	15	12	9	9,32
Aire	Ruido	9	9	9	9	9	15	15	15	15	15	8	12	8	9	6	10	9	15	10	11,15
	Calidad del aire	9	9	9	9	9	15	15	15	15	15	8	12	8	9	6	10	9	15	10	11,15

Elaborado por: Gesambconsult, 2024

Dentro del componente físico la sensibilidad promedio por indicadores varía de media a alta, esta última se debe a que los cuerpos mineralizados, así como el área establecida para la nueva escombrera y accesos afectan de manera significativa la calidad del suelo, topografía y geomorfología del área. En cuanto a la sensibilidad media identificada corresponde a la hidrología, calidad del agua, hidrogeología, aire y ruido, la cual fue dada considerando las actividades generadoras de ruido, material particulado y aquellas que causen afectación a los cursos hídricos o acuíferos presentes; tomando en cuenta que la única quebrada que se verá afectada con la nueva infraestructura corresponde a aguas de escorrentía, no siempre presenta agua en su cauce, además que las infraestructuras se asientan sobre áreas casi impermeables y con muy baja permeabilidad.

Considerando la sensibilidad por infraestructuras, en aquellas áreas donde no se realizarán actividades y se encuentran fuera del AID de aire, se determina como sensibilidad nula, mientras que para la calidad del aire se considerará la superficie del AID como Sensibilidad media.

Tabla 9-15 Sensibilidad Total por Infraestructura

Sensibilidad Física		
Áreas	Evaluación	Sensibilidad Total
Escombrera Nueva	6,4	Sensibilidad Alta
Accesos Nuevos	10,48	Sensibilidad Alta
Accesos Antiguos	14,14	Sensibilidad Media
Cuerpos Mineralizados	14,14	Sensibilidad Media
Infraestructura Complementaria	13,95	Sensibilidad Media
AID Física Total	12,37	Sensibilidad Media
Área de Implantación	-	Sensibilidad Nula

Fuente: Gesambconsult, 2024

Elaborado por: Gesambconsult, 2024

9.3.3 Áreas de Sensibilidad Biótica

9.3.4 Áreas de Sensibilidad Social

La sensibilidad socioeconómica se define mediante la capacidad de respuesta de los asentamientos del área de influencia directa ante cualquier tipo de impacto que podría generar o que ha generado las actividades del proyecto. Para ello se realizó la evaluación de una matriz que considera además de variables socioeconómicas, la degradación antrópica y tolerancia ambiental conforme la metodología antes mencionada y obteniéndose de esta manera el grado de sensibilidad.

Adicional se incluye la Tabla 9-16 con los elementos sociales sensibles y su distancia al proyecto.

Tabla 9-16 Análisis de Sensibilidad

Componente	Subcomponente	Variables	Degradación Antrópica	Tolerancia Ambiental	Sensibilidad		OBSERVACIÓN / COMENTARIO
Socio Económico y Cultural	Económico	Empleo	3	3	9	Alta	La sensibilidad es Alta debido a la expectativa que genera la posibilidad de acceder a una fuente de trabajo e ingreso, pese a que no se contratará más personal lo que puede generar una percepción negativa de parte de la comunidad
		Dinamización económica (Compras locales)	4	4	16	Baja	Las compras de insumos y bienes de consumo que utiliza la empresa en sus actividades diarias se proveen desde fuera del sector, esto debido tanto a la magnitud como a su costo, debiendo señalar que por el tamaño del proyecto no se requiere de grandes volúmenes
		Agricultura y Ganadería	5	5	25	Nula	La actividad minera se la realiza en terrenos de propiedad del concesionario minero, cuya área de operación se encuentra alejada de los terrenos colindantes como se puede observar en el mapa de propietarios, por lo que no existe ningún tipo de afectación o interacción con la ganadería o agricultura.
	Salud	Ruido colindante	5	5	12	Nula	La afectación por ruido según el estudio ambiental no va más allá de los 150 metros lineales por lo que los colindantes no sufrirán impactos negativos que afecten a su salud.
		Material Particulado	5	4	20	Nula	Según lo señalado por los entrevistados y mediante la observación directa, se ha podido determinar que no existen posibles afectaciones a la salud por material particulado, ruido y vibraciones a la población, esto debido a la distancia existente entre la mina, las viviendas y los sectores poblados. El transporte del material de la mina se la realiza por una vía interna de la concesión hasta la vía principal Selva Alegre Otavalo, por lo que no circulan ni por Barcelona ni por Selva

Componente	Subcomponente	Variables	Degradación Antrópica	Tolerancia Ambiental	Sensibilidad		OBSERVACIÓN / COMENTARIO
							Alegre. En un solo caso, uno de los colindantes ha señalado que al inicio si sentían extraño el ruido de las explosiones pero que ahora al no ser un ruido perturbado no existe afectación.
		Vibraciones generado en el transporte de materiales desde o para la concesión minera	5	5	25	Nula	El transporte desde y hacia la zona de operaciones y la vía principal que es la Otavalo Intag, se lo hace por una vía interna de la concesión en terrenos de la propia concesión por lo cual no existe ningún tipo de afectación por vibraciones en el transporte.
		Uso del Agua para consumo humano de las comunidades	5	5	25	Nula	La empresa para sus actividades técnicas no hace uso de las fuentes hídricas que utilizan las comunidades del Quinde y Barcelona
		Uso del agua de la quebrada afectada por la escombrera	3	4	12	Nula	La escombrera tendrá subdrenes del agua los cuales se descargarán en una quebrada inferior, y posteriormente al río Quinde, esta agua no es usada por la comunidad del Quinde La Libertad y todo su curso atraviesa por propiedad de la empresa CECAL
		Uso del agua de la quebrada sin nombre ubicada tras el campamento	4	4	16	Nula	En esta quebrada que cae a la comunidad del Quinde se descarga el agua de escorrentía, no es usado para consumo humano puesto que poseen una red de agua tratada, y solo eventualmente lo usan para dar de beber a los animales

Componente	Subcomponente	Variables	Degradación Antrópica	Tolerancia Ambiental	Sensibilidad		OBSERVACIÓN / COMENTARIO
	Infraestructura	Infraestructura comunitaria	5	5	25	Nula	La infraestructura comunitaria se encuentra distante del área de operaciones de la empresa CECAL, la cual cuenta con vías internas propias que hace que no tengan que circular por los lugares poblados de las comunidades del AID
		Infraestructura pública parroquial	5	5	25	Nula	La infraestructura PÚBLICA se encuentra distante del área de operaciones de la empresa CECAL, la cual cuenta con vías internas propias que hace que no tengan que circular por los lugares poblados de las comunidades del AID
		Vías de comunicación	4	4	16	Baja	La empresa CECAL para sus actividades técnicas y transporte del material utiliza vías internas hasta salir directamente a la vía principal que conduce a Otavalo
	Paisaje	Alteración paisaje infraestructura licenciada	4	3	12	Media	Las actividades actualmente licenciadas se mantienen por lo que la calidad del paisaje se evalúa como media
		Alteración paisaje infraestructura nueva	3	1	3	Muy Alta	La construcción de la escombrera y los nuevos accesos alteran el paisaje natural lo cual altera las percepciones de los pobladores sobre su vida en el campo
	Relaciones con la Comunidad	Percepción sobre obras compensación	3	2	6	Alta	CECAL es percibida como una fuente de recursos para obras en las comunidades sobre todo del AID, sin embargo, al no priorizar y mantener coordinaciones directas y permanentes puede generarse un ambiente de conflicto

Componente	Subcomponente	Variables	Degradación Antrópica	Tolerancia Ambiental	Sensibilidad		OBSERVACIÓN / COMENTARIO
		Uso de vía internas por parte de la población	4	2	8	Alta	Existe la queja de miembros de la comunidad que no se les permite circular libremente por el camino que usaban antes para salir a la vía a Otavalo y que ahora atraviesa la cancha de mina, por temas de seguridad CECAL construyó una vía alterna pero no es usada por los pobladores señalando que es más larga
		Comunicación con las comunidades	3	3	9	Alta	Existe una queja de los diferentes actores y líderes de las comunidades quienes plantean que CECAL debería tener una mayor comunicación con las comunidades a fin de conocer las actividades que realizan, así como para poder coordinar las obras de compensación que brindan de acuerdo a las necesidades prioritarias de las comunidades
	Cultural	En el caso de encontrarse restos arqueológicos	2	2	4	Muy Alta	De acuerdo a lo que establece la Ley de Patrimonio, de encontrarse restos arqueológicos se deberá parar las actividades y notificar a dicha institución a fin de que se adopten los respectivos procedimientos para preservar restos culturales

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

Tabla 9-17 Priorización de Sensibilidades a abordar

Componente	Subcomponente	Variables	Degradación Antrópica	Tolerancia Ambiental	Sensibilidad		Medidas a adoptarse
Socio Económico y Cultural	Económico	Empleo	3	3	9	Alta	Es necesario generar acciones que permitan aclarar los procedimientos para la contratación de mano de obra local, el número requerido de personal y demás acciones que permitan disminuir las percepciones negativas

Componente	Subcomponente	Variables	Degradación Antrópica	Tolerancia Ambiental	Sensibilidad	Medidas a adoptarse	
	Paisaje	Alteración paisaje	4	3	12	Media	Es necesario generar acciones para difundir los planes y las acciones que demuestren las acciones que se tomaran para disminuir, mitigar y compensar este impacto
		Alteración paisaje infraestructura nueva	3	1	3	Muy Alta	
	Relaciones con la Comunidad	Percepción sobre obras compensación	3	2	6	Alta	El plan de relaciones comunitarias deberá contemplar mecanismos que permitan fortalecer los mecanismos de comunicación y coordinación con las comunidades
		Uso de vía internas por parte de la población	4	2	8	Alta	Se deberá procurar acuerdos que viabilicen el uso de la vía alterna por parte de los miembros de las comunidades mediante la adopción de mecanismos que estimulen su uso
		Comunicación con las comunidades	3	3	9	Alta	Fortalecer y generar mecanismos que permitan un contacto directo tanto con dirigentes como con los miembros de las comunidades y así mejorar la comunicación.
	Cultural	En el caso de encontrarse restos arqueológicos	2	2	4	Muy Alta	Generar los protocolos a seguir en el caso de encontrar restos arqueológicos

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

Tabla 9-18 Elementos Sociales Sensibles

Nombre de la Comunidad	Elemento Sensible (Vivienda, cuerpo hídrico, infraestructura comunitaria, etc.)	Coordenadas		Distancia de Elementos Sensibles a infraestructura principal más cercana (m)	Nivel de sensibilidad en relación del Proyecto	Observación
Comuna El Quinde La Libertad	Fuente y Tanque de captación de agua para el Quinde	772370,40	10028985,50	122	Nula	Distancia al sitio donde se construirá la escombrera. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas.
Comuna El Quinde La Libertad	Tanque de almacenamiento de agua para consumo comunidad El Quinde	771813,40	10029427,90	161	Nula	Distancia a la nueva escombrera. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Comuna El Quinde La Libertad	Escuela Manuel Mesías Benalcázar	771301,00	10029372,50	537	Nula	Distancia a la nueva escombrera. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Comuna El Quinde La Libertad	Casa comunal	771089,50	10029317,10	727	Nula	Distancia a la nueva escombrera. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Tenencia Política, puesto de policía	769899,7	10027437,3	2037	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Centro Salud Selva Alegre Tipo A	769910,70	10027415,70	2060	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas

Nombre de la Comunidad	Elemento Sensible (Vivienda, cuerpo hídrico, infraestructura comunitaria, etc.)	Coordenadas		Distancia de Elementos Sensibles a infraestructura principal más cercana (m)	Nivel de sensibilidad en relación del Proyecto	Observación
Centro Parroquial Selva Alegre	Cementerio Selva Alegre	769980,5	10028025,2	1813	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Unidad Educativa Selva Alegre	769809,00	10027436,20	2140	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Colegio Selva Alegre	769809,10	10027325,50	2190	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Comunidad Barcelona	Casa comunal	770773,30	10028022,70	1034	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Infocentro	769697,70	10027325,50	2298	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Cancha de uso múltiple	769715,60	10027338,10	2263	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Edif. Gobierno Parroquial / Parque Selva Alegre	769696,4	10027402,7	2240	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas

Nombre de la Comunidad	Elemento Sensible (Vivienda, cuerpo hídrico, infraestructura comunitaria, etc.)	Coordenadas		Distancia de Elementos Sensibles a infraestructura principal más cercana (m)	Nivel de sensibilidad en relación del Proyecto	Observación
Centro Parroquial Selva Alegre	Estadio de Selva Alegre	769697,70	10026993,60	2449	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Centro Parroquial Selva Alegre	Tanque nuevo almacenamiento agua Selva Alegre, Barcelona, La Loma y San Francisco	771201,20	10027547,10	937	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas. Se encuentra en otra cuenca hídrica tras la montaña que los separa.
Centro Parroquial Selva Alegre	Iglesia	769670,40	10027352,90	2303	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Comunidad Barcelona	Cancha sintética	770667,70	10028036,1	1129	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas
Comunidad Barcelona	Tanque de Agua Barcelona	770855,90	10027913,20	991	Nula	Distancia a cuerpo mineralizado 1. No existe interrelación alguna con la zona de las actividades técnicas. (862 m línea aire)
Comunidad Barcelona	Paso lateral construido para la comunidad	771805,1	10028530,7	127	Media	Distancia a cuerpo mineralizado 1. CECAL construyó 1 vía alternativa para evitar que quienes cruzan desde Barcelona a la vía a Otavalo no crucen por la cancha de mina. Sin embargo, se han negado a utilizarla por lo que cada vez que cruzan deben parar las operaciones. Los que utilizan señalan como

Nombre de la Comunidad	Elemento Sensible (Vivienda, cuerpo hídrico, infraestructura comunitaria, etc.)	Coordenadas		Distancia de Elementos Sensibles a infraestructura principal más cercana (m)	Nivel de sensibilidad en relación del Proyecto	Observación
						motivo que la nueva vía es más larga. La distancia es medida en uno de sus puntos más cercanos
Comunidad Barcelona	Colindante Humberto López	771396	10028410	368	Nula	Distancia medida a cuerpo mineralizado 1. El colindante se encuentra fuera del límite del AII de impacto al aire.
Comunidad Barcelona	Juan Tapia	771435	10028327	321	Nula	Distancia medida a cuerpo mineralizado 1. El colindante se encuentra fuera del límite del AII de impacto al aire
Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 1	-	-	52	Nula	Quebrada ubicada al extremo oeste del área de implantación. Se utiliza para uso del campamento y ganadería aguas abajo. Recorre el terreno de propiedad de CECAL hasta llegar al río Quinde. Su distancia es hacia la villa de técnicos.
Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 2	-	-	-	Nula	Quebrada que atraviesa el área de implantación y recibe aguas de escorrentía. Las operaciones del proyecto no afectarán dicha quebrada
Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 3	-	-	-	Nula	Quebrada ubicada en la zona de la nueva escombrera. Recorre el terreno de propiedad de CECAL hasta llegar al río Quinde. Esta quebrada no es utilizada por la comunidad

Nombre de la Comunidad	Elemento Sensible (Vivienda, cuerpo hídrico, infraestructura comunitaria, etc.)	Coordenadas		Distancia de Elementos Sensibles a infraestructura principal más cercana (m)	Nivel de sensibilidad en relación del Proyecto	Observación
El Quinde	Quebrada 4	-	-	-	Nula	Atraviesa el área de implantación por el extremo este, de esta quebrada se realiza la captación de agua para familias de El Quinde. Las operaciones del proyecto no afectarán dicha quebrada
Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 5	771352,90	10028085,3	466	Nula	Quebrada ubicada al oeste del área de implantación; es utilizada para consumo familiar y ganadería. No ingresa al proyecto, por lo que no existe afectación. Distancia tomada hacia el cuerpo mineralizado 1
Comuna El Quinde La Libertad	Quebrada 6	770967,10	10028056,30	847	Nula	Quebrada ubicada al oeste del área de implantación. No es utilizada por la comunidad ni la empresa, además no ingresa al proyecto, por lo que no existe afectación. Distancia tomada hacia el cuerpo mineralizado 1
Comunidad Barcelona	Quebrada 7	771005,60	10027799,10	910	Nula	Quebrada ubicada al oeste del área de implantación. No es utilizada por la comunidad ni la empresa, además no ingresa al proyecto, por lo que no existe afectación. Distancia tomada hacia el cuerpo mineralizado 1
Centro Parroquial Selva Alegre	Río Tonglo	772101,9	10027426,20	876	Nula	Aguas arriba es captada por los habitantes de Selva Alegre, Barcelona, La Loma San Francisco para consumo. Aguas abajo recibe las descargas de aguas servidas de Selva Alegre.

Nombre de la Comunidad	Elemento Sensible (Vivienda, cuerpo hídrico, infraestructura comunitaria, etc.)	Coordenadas		Distancia de Elementos Sensibles a infraestructura principal más cercana (m)	Nivel de sensibilidad en relación del Proyecto	Observación
						Este río se ubica al sur del área de implantación, las actividades del proyecto no causarán su afectación. Distancia tomada hacia el cuerpo mineralizado 1

Elaborado por: Gesambconsult Cía. Ltda., 2024

En este contexto, se ha definido que los asentamientos de mayor impacto social son la Comunidad Barcelona y la Comuna Quinde La Libertad, con especial atención en la primera, debido al cambio en el camino usado por los comuneros. Este camino se construyó en respuesta a la solicitud del Ministerio del Ambiente para salvaguardar el bienestar y seguridad de los mismos por la presencia y actividades de la mina, sin embargo, debido a la negativa de los pobladores a usar el nuevo paso, la empresa accedió a abrir el camino antiguo, siempre y cuando utilicen la protección adecuada y siguiendo el protocolo establecido. A pesar de las precauciones consideradas existe el riesgo para las personas que decidan usar el paso por cancha mina.

Estas dos comunidades además sostienen que la comunicación con la empresa se puede mejorar, para lo que se recomienda generar acercamientos por medio del GAD Parroquial con las respectivas directivas y así llegar con el mensaje a la comunidad.

En cuanto al medio perceptual, este si se ve afectado notoriamente por las nuevas actividades del proyecto, por lo que se lo ha calificado como sensibilidad media a muy alta.

Por su lado el factor cultural presenta una sensibilidad muy alta, pues en caso de encontrarse restos arqueológicos las obras deben ser suspendidas y no podrán continuarse hasta informar a la autoridad competente y retirar los vestigios encontrados.

9.4 Conclusiones

Las Área de Influencia Total del proyecto responde a una evaluación cualitativa en base a información levantada en campo e información secundaria, la cual centra su análisis en los impactos definidos de acuerdo a las actividades realizadas en el proyecto.

El AID cuenta con una superficie de 236.28 ha la cual se definió de acuerdo a la ubicación de las áreas utilizadas y las nuevas a ser intervenidas para el desarrollo de las actividades que puedan causar la alteración temporal o permanente de los factores ambientales analizados.

El AIDS corresponde a las comunidades de Barcelona, El Quinde La Libertad y la cabecera cantonal de Selva Alegre, mientras que, el AIIS abarca toda la parroquia de Selva Alegre.

El AII se la determinó considerando una zona de amortiguamiento alrededor del AID, para esta se tomó en cuenta principalmente el ruido generado en el proyecto y el valor criterio considerado.

Tomando en cuenta las actividades y los indicadores de cada factor ambiental se pudo determinar que la sensibilidad varía de media a alta, esta última se da más por cambios o alteraciones temporales y/o permanentes en el suelo y la geomorfología de la zona.

En cuanto a la sensibilidad social, esta varía de nula a muy alta, esta última se da por los cambios en el medio perceptual y en caso de hallarse vestigios arqueológicos.

10 ANÁLISIS DE RIESGOS

El análisis de los potenciales riesgos, que se podrían presentar en el área del Proyecto, se desarrolló tomando en consideración el manual "Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador" (Fundación Natura 1996), el programa de "Las Mejores Prácticas en la Gestión Ambiental para Minería" (Agencia de Protección Ambiental de Australia 1999), la "NTP30: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente" (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 1994), los mapas y estudios de riesgos del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), así como la descripción del Proyecto con las modificaciones propuestas y las condiciones actuales del área de estudio.

Estos riesgos corresponden a las situaciones de amenaza o de fuente posible de daño potencial o peligro, las cuales fueron identificadas sobre la base del análisis de las condiciones naturales de la zona y a las actividades e infraestructuras. Acorde con el Decreto Ejecutivo 3516 se define al riesgo ambiental como el peligro potencial de afectación al ambiente, los ecosistemas, la población y/o sus bienes, derivado de la probabilidad de ocurrencia y severidad del daño causado por accidentes o eventos extraordinarios asociados con la implementación y ejecución de un proyecto, obra o actividad.

La identificación de las amenazas, que podrían afectar el desarrollo del Proyecto, el área aledaña y/o el entorno, de acuerdo con su naturaleza, su gravedad (i.e. magnitud del daño) y su probabilidad de ocurrencia, fueron clasificadas por factores endógenos y exógenos. El concepto de riesgo utilizado para este estudio tiene dos dimensiones: i) las consecuencias de un evento o conjunto de circunstancias y ii) la probabilidad de que estas consecuencias sean reales.¹¹

10.1 Metodología

Los riesgos son evaluados sobre la base de sus dos variables o atributos que son la probabilidad de ocurrencia y la consecuencia que podría generar.

$$R (\text{riesgo}) = P (\text{probabilidad}) * C (\text{consecuencia})$$

La probabilidad de ocurrencia de un suceso se define como la probabilidad de que determinados factores de riesgo se materialicen en daños y es calificada en una escala de 1 a 5; en la siguiente Tabla se indican los criterios de valoración para la probabilidad.

Tabla 10-1 Criterios para la Determinación de la Probabilidad de un Suceso

Probabilidad	Criterio
Improbable (1)	Menos de una vez cada 1000 años
Poco probable (2)	Una vez cada 100 a 1000 años
Probable (3)	Una vez cada 10 a 100 años
Bastante probable (4)	Una vez al año
Muy probable (5)	Más de una vez al año

Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

¹¹ Traducido de *Environmental Risk Management, Best Practice Environmental Management in Mining* (Environmental Australia 1999).

La consecuencia que podría generar un suceso es definida como la magnitud de los daños, y son calificadas en una escala de la A (no importantes) hasta la E (catastróficas). Como parte de este análisis, se determinaron si corresponden a daños personales, al ambiente o materiales, para lo cual se tendrá en consideración que los daños personales tienen prelación sobre los daños ambientales y, estos últimos, sobre los daños materiales. En la siguiente Tabla se indican los criterios para la valoración de la consecuencia.

Tabla 10-2 Criterios para la Determinación de las Consecuencias de un Suceso

Nivel de Consecuencias	Criterios		
	Daños Personales	Daños Ambiente	Daños Materiales
No importantes (A)	No hay lesiones a personas	Impactos ambientales no significativos.	Menos de 10.000 USD
Limitadas (B)	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Impactos ambientales poco significativos en áreas intervenidas y con especies animales generalistas.	Entre 10.000 y 50.000 USD
Serias (C)	Lesiones con incapacidad laboral transitoria	Impactos ambientales dentro del área del escenario de emergencia y/o impactos reversibles.	Entre 50.000 y 100.000 USD
Muy serias (D)	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Impactos en área aledañas al escenario de emergencia, de difícil remediación. Impactos en áreas prístinas o con especies sensibles a los cambios en su hábitat.	Entre 100.000 y 1.000.000 de USD
Catastróficas (E)	Un muerto o más.	Impactos con consecuencias sobre comunidades, especies en peligro de extinción, y/o impactos irreversibles.	Más de 1.000.000 USD

Fuente: NTP 330 Ministerio Trabajo y Asuntos Sociales. España.
Elaborado por: Gesambconsult 2019

Una vez asignada la valoración, acorde con los criterios de cada atributo, se procedió a calcular el riesgo tomando en consideración las interacciones indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 10-3 Matriz de Clasificación de los Niveles del Riesgo

Probabilidad	Consecuencias				
	A	B	C	D	E
	No Importantes	Limitadas	Serias	Muy Serias	Catastróficas
1 Improbable	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO
2 Poco probable	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO
3 Probable	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	ALTO
4 Bastante probable	BAJO	MODERADO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
5 Muy probable	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO

Fuente: Fundación Natura, 1996.

El proceso para el análisis de la evaluación del riesgo se llevó a cabo según los siguientes pasos:

- Revisión de información confiable del área de estudio, ya sea de estudios previos desarrollados reconocimiento de campo, fuentes oficiales del Ecuador y/o literatura pública.
- Identificación de las amenazas sobre la base de la descripción del Proyecto.
- Clasificación del riesgo según su factor de origen (i.e. exógena o endógena).
- Elaboración de una matriz de evaluación de riesgos específica para las infraestructuras y actividades de la presente modificación.
- Valoración de los atributos (i.e. consecuencia y probabilidad de ocurrencia), considerando los criterios descritos líneas arriba, sin tomar en cuenta medidas de manejo.
- Clasificación inicial del nivel del riesgo.
- Implementación de medidas de manejo, las mismas que forman parte del Plan de manejo ambiental. Es preciso aclarar que los esfuerzos en medidas de manejo se centrarán las situaciones de riesgo identificadas dentro de los valores alto y muy alto.
- Calificación final del nivel del riesgo.

En el análisis de los resultados obtenidos, se procedió a describir las condiciones y amenazas, y luego la valoración del riesgo inicial. Posteriormente, se indicó si se aplica medidas de manejo o no. Finalmente, luego de la nueva valoración considerando las medidas de manejo, se presentó un cuadro resumen con la calificación final de los riesgos identificados.

10.2 Identificación de Riesgos

En esta sección se procede a la identificación de los riesgos relacionados al Proyecto. Para esto es importante definir los factores de riesgos exógenos y endógenos. Se definen como factores de riesgo exógenos aquellos externos al Proyecto, pero que pueden afectar el desarrollo del mismo y a las parroquias del AID e AII. Por otro lado, los factores de riesgo endógenos son aquellos que son intrínsecos al Proyecto y a su existencia, y se relacionan directamente a las actividades desarrolladas por el Proyecto o por la existencia del mismo.

10.2.1 Factores Exógenos

Los factores exógenos están relacionados al comportamiento del medio (físico, biológico o social) en relación al área de influencia del Proyecto.

Entre los factores de riesgo exógenos relacionados al componente físico (sísmicos, volcánicos, hidrológicos, geomorfológicos y climatológicos) destacan los eventos sísmicos, la inundación de zonas planas y movimientos de masas. Por otro lado, entre los relacionados al componente biológico destacan aquellos relacionados animales (mamíferos y reptiles), así como a la caída de árboles y la raspadura por espinas.

Glosario de Términos Generales de Gestión de Riesgos de Desastres

Adaptabilidad: Capacidad de una persona o comunidad de acoplarse, solucionar problemas y afrontar los cambios, aprovechando las condiciones positivas y resistiendo las consecuencias negativas (USAID/OFDA, 2007, pág. 4).

Afectados: Las personas que resultan perjudicadas, directa o indirectamente, por un suceso peligroso:

- Afectados directos: Se considera directamente afectado a aquel que ha sufrido lesiones, enfermedades u otros efectos en la salud; los que han sido evacuados, desplazados, reubicados y que a la vez han enfrentado daños parciales o totales en los medios de vida o sus bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales impactados por el evento peligroso (ONU, 2016, pág. 11).
- Afectados indirectos: son los que no recibieron el impacto del evento peligroso, pero han sufrido consecuencias, distintas o añadidas a los efectos directos, y que al cabo de un tiempo existen alteraciones parciales en sus medios de vida o cambios en la economía, las infraestructuras vitales, los servicios básicos, el comercio o el trabajo, o consecuencias sociales, sanitarias y psicológicas (ONU, 2016, pág. 11).

Amenaza: Proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, interrupciones sociales y económicas o daños ambientales (ONU, 2016, pág. 19).

Análisis de riesgo: Proceso de comprender la naturaleza del riesgo para determinar su nivel a través de la identificación de riesgo, es la base para la evaluación de riesgos y las decisiones sobre las medidas de reducción del riesgo y preparación para la respuesta. Incluye la estimación del riesgo.

Damnificado: Persona afectada íntegramente por el impacto directo de un peligroso en los servicios básicos, comunitarios o en sus medios de subsistencia, y que no puede continuar con su actividad normal. No tiene la capacidad propia para recuperar el estado de sus bienes y patrimonio, requieren atención integral para su recuperación. Todos los damnificados son objeto de asistencia humanitaria (PMA/SNGRE, 2018, pág. 36).

Desastre: Disrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad en cualquier escala debida a fenómenos peligrosos que interaccionan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, ocasionando uno o más de los siguientes: pérdidas e impactos humanos, materiales, económicos y ambientales (ONU, 2016, pág. 13).

Emergencia: Es un evento peligroso de origen natural o antrópico que pone en peligro a las personas, los bienes o la continuidad de los servicios en la comunidad y que requieren una respuesta inmediata y eficaz a través de las entidades locales.

Evacuación: Traslado temporal de personas, animales u otros, a lugares más seguros antes, durante o después de un evento peligroso con el fin de protegerlos (ONU, 2016, pág. 19).

Plan de contingencia: Procedimientos operativos específicos y preestablecidos de coordinación, alerta, movilización y respuesta ante la manifestación o la inminencia de un fenómeno peligroso particular para el cual se tienen escenarios de efectos definidos (Comisión Nacional de Emergencias y la Defensa Civil Dominicana, 2010, pág. 4)Pág. 4 del apéndice de terminología.

Resiliencia: Capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse, transformarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (ONU, 2016, pág. 23)

Simulacro: Ejercicio práctico de manejo de acciones operativas que se realiza mediante la escenificación de daños y lesiones en una situación hipotética de emergencia. Los participantes enfrentan situaciones recreadas utilizando las habilidades y técnicas con las que atenderían casos reales, implica la movilización y operación real de personal y recursos materiales (Organización Panamericana de la Salud, 2010, pág. 19).

Víctima: Persona afectada que ha sufrido daño en su salud e integridad física o mental provocado por un evento peligroso, requiere básicamente atención en salud (PMA/SNGRE, 2018, pág. 45).

Zona de Riesgo: Son terrenos que no son adecuados para el asentamiento de viviendas por constituir zonas de potencial riesgo por las características del suelo, cercanía de ríos o cuerpos de agua, cercanía a elementos de transmisión eléctrica u otras similares o aquellas carentes de higiene y salubridad Las zonas de riesgo pueden ser destinadas a área de reforestación, área de protección ambiental (Promoción y Capacitación para el Desarrollo y Konrad Adenauer Stiftung (Betty Soria del Castillo), 2011, pág. 34).

Por último, dentro de los factores de riesgo relacionados al componente social se consideran aquellos relacionados a interacciones sociales no exclusivas al Proyecto. Entre ellos se consideran los conflictos intracomunitarios, el incremento de la inseguridad y el vandalismo.

En la siguiente Tabla se presenta los riesgos exógenos relacionados al Proyecto.

Tabla 10-4 Identificación de Riesgos Exógenos

Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos
Físico	Volcánico	Afectaciones a la salud por caída de ceniza Aludes de barro, cortes de electricidad, contaminación del agua potable e incendios forestales.
	Sísmico	Evento sísmico de importancia.
	Hidrológico	Inundaciones en zonas fuertemente inclinadas.
	Geomorfológico	Deslizamientos o movimientos de masas y el potencial de erosión en relieve montañoso.
	Climatológico	Fenómenos meteorológicos extremos (precipitaciones de alta intensidad, vientos de altas velocidades y tormentas eléctricas).
Biológico	Caída de árboles	Daño a las personas o la propiedad.
	Raspadura por espinas	Raspones y/o reacciones alérgicas por contacto con flora que presenta estructura espinosa y/o sustancias urticantes.
	Mamíferos	Ataque de mamíferos mayores
		Mordedura por mamíferos menores
Reptiles	Mordedura de serpientes venenosas.	

Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos
	Entomofauna	Enfermedades tropicales por picadura de insectos y mordedura de arácnidos
Social	Social	Agresión física al personal por conflictos sociales. Incremento de la inseguridad (i.e. asaltos y robos).
	Económicos	Vandalismo (daños provocados a equipos y materiales).

Fuente: Fundación Natura, 1996.

10.2.2 Factores Endógenos

Los factores de riesgo endógenos están relacionados no directamente a una actividad específica.

Entre los factores de riesgo relacionados a los componentes físico y biótico, destacan el derrame de hidrocarburos, líquidos lubricantes, aceites e insumos químicos, las explosiones en el manejo y almacenamiento de explosivos, colapso de infraestructuras, derrame de aguas de contacto, introducción de especies exóticas y la infiltración hacia la capa freática. Estos riesgos relacionados a la construcción, operación y abandono del Proyecto, son propios de cualquier proyecto de este tipo y cuentan con medidas de prevención relacionadas.

Entre los factores de riesgo relacionados al componente social, destacan las huelgas de trabajadores y/o proveedores, el secuestro del personal por conflictos sociales, entre otros. Estos se relacionan a las percepciones de la comunidad, las cuales son detalladas en la LBS. Entre estas percepciones negativas, destacan los problemas sociales y ambientales, la percepción en que no se cumple los convenios, la falta de seguridad por gente desconocida, y la falta de trabajo a la gente del AID. En la siguiente tabla se presentan los riesgos endógenos relacionados al Proyecto.

Tabla 10-5 Identificación de Factores Endógenos

Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos
Físicos	Fallas operacionales	Derrame de hidrocarburos.
		Derrame de líquidos lubricantes, aceites e insumos químicos.
		Conatos e incendios por fallas operativas y/o de condiciones Subestándar.
		Explosiones en el manejo y almacenamiento de explosivos.
	Fallas operacionales y en las infraestructuras	Derrame de aguas ácidas o aguas de contacto.
Fallas en la infraestructura	Desbordamiento del agua de contacto de infraestructuras del Proyecto.	
	Deslizamientos, derrumbes y caída de Rocas. Colapso de infraestructuras.	
Calidad de agua subterránea	Afectación de la calidad del agua subterránea.	
Bióticos	Flora y fauna silvestre	Introducción de especies exóticas.

Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos
		Tala o desbroce
		Fragmentación de hábitats
		Accidentes con la flora y la fauna silvestre
Social	Afectación a la salud de la población	Por el incremento de los niveles de ruido y emisión de partículas de polvo.
	Relación empresa-comunidad	Huelga de trabajadores y/o proveedores

Fuente: Fundación Natura, 1996.

10.3 Análisis de la Evaluación de Riesgos

En la siguiente Tabla se presenta los resultados de la evaluación de riesgos que se realizaron tanto para los factores exógenos (relacionados con los riesgos naturales o del ambiente sobre las actividades del Proyecto y el entorno) como para los factores endógenos (relacionado con los riesgos que el Proyecto pueda tener sobre el ambiente).

10.3.1 Evaluación de Riesgos Exógenos y Endógenos

Tabla 10-6 Evaluación de Riesgos Exógenos y Endógenos

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación de Riesgos			Evaluación del riesgo residual		
				Probabilidad	Consecuencia	Clasificación del Riesgo	Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual
Exógeno	Físico	Sísmico	Evento sísmico de importancia	(3) Probable	(E) Catastróficas	3E	(3) Probable	(C) Serias	3C
		Hidrológico	Inundaciones en zonas fuertemente inclinadas	(1) Improbable	(B) Limitadas	1B	(1) Improbable	(B) Limitadas	1B
		Geomorfológico	Deslizamientos o movimientos de masas y el potencial de erosión en relieve montañoso	(4) Bastante probable	(D) Muy serias	4D	(3) Probable	(C) Serias	3C
		Climatológico	Fenómenos meteorológicos extremos (precipitaciones de alta intensidad, vientos de altas velocidades y tormentas eléctricas).	(5) Muy probable	(D) Muy serias	5D	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B
		Volcánico	Afectaciones a la salud por caída de ceniza Aludes de barro, cortes de electricidad,	(2) Poco probable	(C) Serias	2C	(2) Poco probable	(C) Seria	2C

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación de Riesgos			Evaluación del riesgo residual			
				Probabilidad	Consecuencia	Clasificación del Riesgo	Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual	
			contaminación del agua potable e incendios forestales							
	Biológico	Caída de árboles	Daño a las personas o la propiedad	(4) Bastante probable	(C) Serias	4C	(4) Bastante probable	(C) Serias	3C	
		Raspadura por espinas	Raspones y/o reacciones alérgicas por contacto con flora que presenta estructura espinosa y/o sustancias urticantes	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B	
		Mamíferos	Ataque de mamíferos mayores		(3) Probable	(D) Muy serias	3D	(3) Probable	(D) Muy serias	3D
			Mordedura por mamíferos menores		(2) Poco probable	(C) Serias	2C	(2) Poco probable	(C) Serias	2C
		Reptiles	Mordedura de serpientes venenosas.		(4) Bastante probable	(D) Muy serias	4D	(3) Probable	(D) Muy serias	3C
		Entomofauna	Enfermedades tropicales por picadura de insectos y mordedura de		(5) Muy probable	(C) Serias	5C	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación de Riesgos			Evaluación del riesgo residual		
				Probabilidad	Consecuencia	Clasificación del Riesgo	Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual
	Social	Social	arácnidos						
			Agresión física al personal por conflictos sociales	(3) Probable	(D) Muy serias	3D	(3) Probable	(D) Muy serias	3D
			Incremento de la inseguridad (i.e. asaltos y robos)	(3) Probable	(C) Serias	3C	(3) Probable	(C) Serias	3C
			Vandalismo (daños provocados a equipos y materiales)	(3) Probable	(C) Serias	3C	(3) Probable	(C) Serias	3C
Endógeno	Físicos	Fallas operacionales	Derrame de hidrocarburos	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B	(5) Muy probable	(A) No importantes	5A
			Derrame de líquidos lubricantes, aceites e insumos químicos	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B	(4) Bastante probable	(B) Limitadas	4B
			Conatos e incendios por fallas operativas y/o de condiciones subestándar	(4) Bastante probable	(C) Serias	4C	(3) Probable	(B) Limitadas	3B
			Explosiones en el manejo y almacenamiento de explosivos	(4) Bastante probable	(E) Catastróficas	4E	(4) Bastante probable	(C) Serias	4C

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación de Riesgos			Evaluación del riesgo residual		
				Probabilidad	Consecuencia	Clasificación del Riesgo	Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual
		Fallas operacionales y en las infraestructuras	Derrame de aguas ácidas o aguas de contacto	(4) Bastante probable	(A) No importantes	4A	(3) Probable	(A) No importantes	3A
		Fallas en la infraestructura	Desbordamiento del agua de contacto de infraestructuras del Proyecto	(3) Probable	(B) Limitadas	3B	(2) Poco probable	(B) Limitadas	2B
			Deslizamientos, derrumbes y caída de rocas	(4) Bastante probable	(C) Serias	4C	(2) Poco probable	(C) Serias	2C
			Colapso de infraestructuras	(3) Probable	(E) Catastróficas	3E	(2) Poco probable	(D) Muy serias	2D
		Calidad de agua subterránea	Afectación de la calidad del agua subterránea	(3) Probable	(B) Limitadas	3B	(2) Poco probable	(B) Limitadas	2B
	Bióticos	Flora y fauna	Introducción de especies exóticas	(5) Muy probable	(A) No importantes	5A	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B
			Tala/desbroce	(4) Bastante probable	(C) Serias	4C	(3) Probable	(B) Limitadas	3B
			Fragmentación de hábitats	(2) Poco probable	(C) Serias	2C	(3) Probable	(B) Limitadas	3B
			Accidentes con la flora y la fauna silvestre	(2) Poco probable	(B) Limitadas	2B	(2) Poco probable	(B) Limitadas	2B

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación de Riesgos			Evaluación del riesgo residual		
				Probabilidad	Consecuencia	Clasificación del Riesgo	Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual
	Social	Afectación a la salud de la población	Por el incremento de los niveles de ruido y emisión de partículas de polvo	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B	(4) Bastante probable	(A) No importante	4A
		Relación empresa-comunidad	Huelga de trabajadores y/o proveedores	(3) Probable	(A) No importante	3A	(2) Poco probable	(A) No importante	2A

Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

10.3.1.1 Factores de Riesgo Exógenos

Los factores de riesgo provenientes del ambiente se agruparon de acuerdo al componente que da origen a la afectación, para lo que se agruparon en: componentes físicos, biológicos y sociales.

Para tener una mejor comprensión de este tipo de riesgos y sus efectos, a continuación, se detallarán algunas definiciones del "GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES" de la Resolución Nro. SNGRE-046-2020 de fecha 14 de julio de 2020 y publicado en el Registro Oficial Nro. 327 de fecha 11 de noviembre de 2020.

Afectados: Las personas que resultan perjudicadas, directa o indirectamente, por un suceso peligroso.

Damnificado: Persona que sufre los impactos directos de un evento peligroso en los servicios básicos, comunitarios o en sus medios de subsistencia, y que no puede continuar con su actividad normal. Todos los damnificados son objeto de asistencia humanitaria (SGR- Metodología de Evaluación Inicial de Necesidades).

Riesgo de desastres: Es la probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta (UNISDR - Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres, Asamblea General, Naciones Unidas, 2016).

Deslizamiento: Movimientos de masas de suelo o roca que se desplazan sobre una o varias superficies inestables en dirección de la pendiente del talud; la masa generalmente se transporta en conjunto, con una velocidad que puede ser variable, alcanzando un volumen de millones de metros cúbicos de material deslizado.

Sismo: Sacudida de la superficie terrestre por dislocación (deformación) de la corteza. Las fuentes son de varios tipos siendo más comunes las tectónicas. También se conoce como Terremotos.

10.3.1.1.1 Componente Físico

Entre los riesgos considerados dentro de este componente están: sísmico, volcánico, fenómenos de remoción en masa e inundaciones.

Riesgo sísmico

El riesgo sísmico se entiende como la probabilidad de que ocurra un terremoto en un área determinada y las consecuencias que este evento tendría sobre las personas, ambiente e infraestructuras dentro de esta misma área, para esto se consideran únicamente los sismos de origen natural.

El Ecuador es afectado por una intensa actividad sísmica puesto que se ubica en el cinturón de fuego del Océano Pacífico, la misma que es causada principalmente por la subducción de la placa oceánica de Nazca y la presencia de un complejo sistema de fallas activas locales. (Cárdenas et al., 2017)

El registro histórico de sismos del IGEPN detalla 10 eventos que han afectado a la provincia de Imbabura. El primero ocurrió el 23 de diciembre de 1854, los principales daños fueron destrucción de haciendas en el Chota. Daños moderados en Ibarra. Deslizamientos considerables en muchos

lugares. El entre los eventos más fuertes se registró el 16 de Agosto de 1868 donde el Gran terremoto de la Provincia de Imbabura, destruyó casi el total de varias ciudades y pueblos, especialmente en Cotacachi, Ibarra, Otavalo y pueblos intermedios. El último evento sucedió el 08 de octubre de 2000, con daños en viviendas de adobe y hornos de ladrillo, en una zona muy circunscrita, alrededor de la parroquia El Tejar, cerca de Ibarra. Un deslizamiento de volumen regular cerca de El Chota interrumpió la carretera Panamericana.

En la herramienta "DesInventar Sendai" se pudo observar información relacionada a las afectaciones que han ocasionado los sismos en la provincia de Imbabura desde 1987 al 2018, de acuerdo a la siguiente tabla:

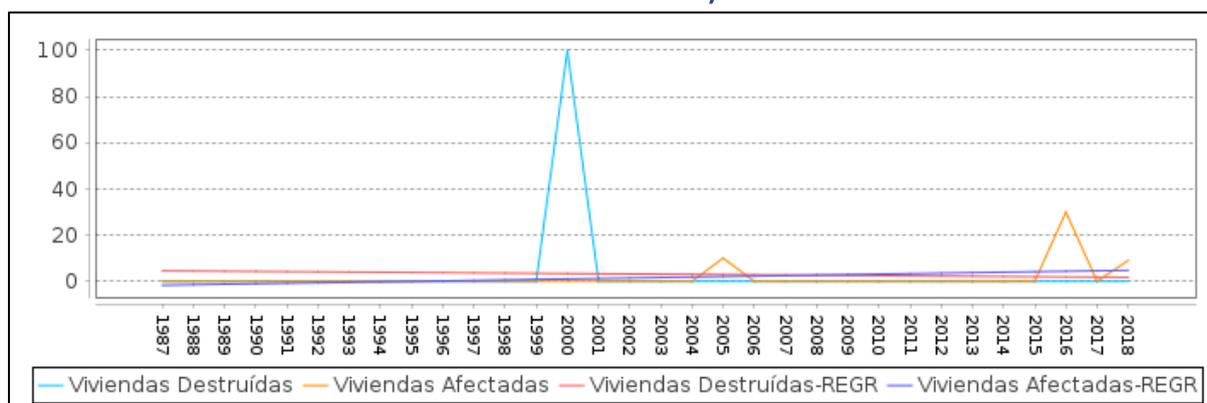
Tabla 10-7 Afectaciones ocasionadas por los sismos en la provincia de Imbabura

Año	Fichas	Muertos	Heridos	Desaparecidos	Viviendas Destruídas	Viviendas Afectadas	Afectados	Damnificados	Reubicados	Evacuados	Centros Educativos	Centros Médicos
1987	5						221359	8675				
2000	1	1			100							
2005	1					10		50				
2011	1	1										
2012	1											
2016	25					30	58				24	
2018	11		2			9	46				38	

Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?lang=ES>

En el año 1987 se produce el evento con el mayor número de afectados y damnificados, sin embargo, no se registran viviendas afectadas o destruidas ni muertos. En los eventos de los años siguientes el número de afectados disminuye drásticamente, aunque ya se presentan personas fallecidas.

Gráfico 10-1 Viviendas Destruídas, Viviendas Afectadas

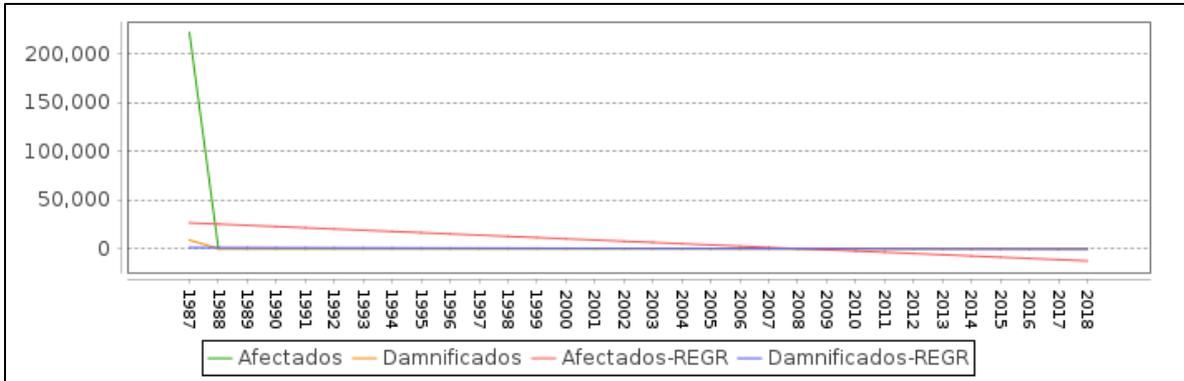


Fuente: https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp#more_info

En el gráfico anterior se muestran las afectaciones que han ocasionado los sismos sobre las viviendas. El mayor porcentaje de viviendas afectadas ocurrió durante los eventos del año 2000,

con un total de 100 viviendas destruidas. Luego ocurrió un evento sísmico en el año 2005 que produjo 10 viviendas afectadas y finalmente el sismo del año 2016 que dejó 30 viviendas afectadas.

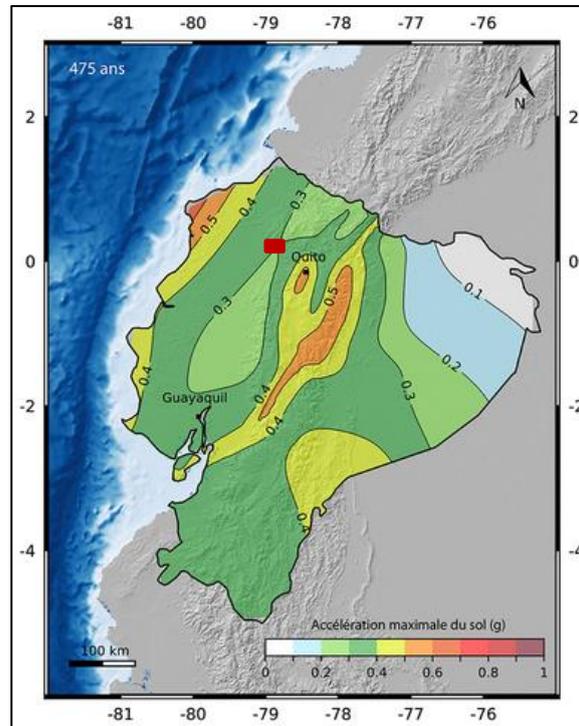
Gráfico 10-2 Afectados, damnificados



Fuente: https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp#more_info

De acuerdo al gráfico anterior, el mayor número de afectados fue de 221359 personas y 86750 damnificados, ocasionados por el sismo del año 1987, seguido de 50 damnificados durante el evento del año 2005, 58 afectados en el evento del año 2016 y 46 afectados en el 2018.

Figura 10-1 Mapa de Peligrosidad Sísmica



■ Ubicación referencial del proyecto

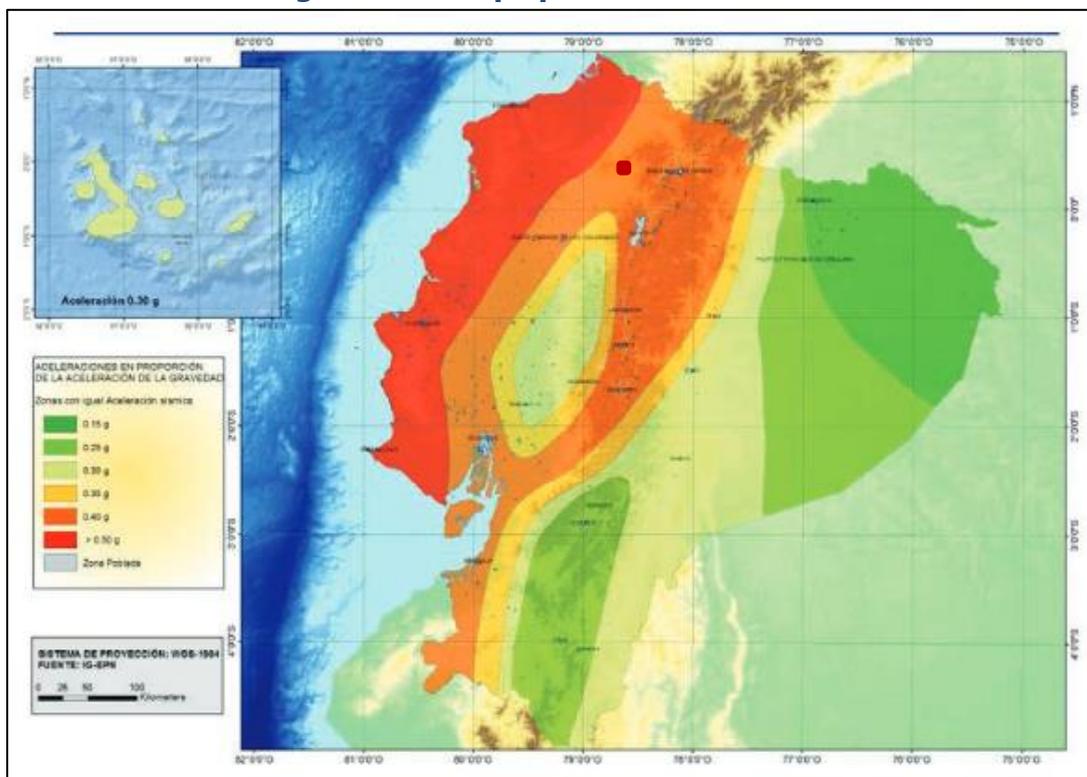
Fuente: <https://lemag.ird.fr/es/mapa-de-peligrosidad-sismica-de-ecuador>

El Institut de Recherche pour le Développement (IRD) presenta el mapa de la figura anterior sobre la peligrosidad sísmica en el Ecuador elaborado a partir de datos sísmicos, tectónica activa y

mediciones geodésicas, además incluyeron el cálculo del movimiento del suelo que se produciría en la superficie. "Estos mapas de peligrosidad sísmica representan las aceleraciones del suelo con una determinada probabilidad de que se superen en el futuro (por ejemplo, un 10 % de probabilidad en los próximos 50 años, o una vez cada 475 años de media); se señalan los efectos de todos los terremotos que pudieran producirse". Por lo tanto, con base en este mapa el proyecto se ubica en una zona con una aceleración sísmica de 0,3 - 0,4 g.

Estos datos concuerdan con lo detallado en el mapa de diseño sísmico del Ecuador publicado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción -NEC en el 2014, donde el proyecto se ubica sobre una zona con aceleración sísmica de 0,35 g. El mapa se realizó en base a la posibilidad de sucesión mayor al 10% del estándar en 50 años (sucede una vez a los 475 años).

Figura 10-2 Mapa para Diseño Sísmico



● Ubicación referencial del proyecto

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014

Tabla 10-8 Zona sísmica en función de la aceleración sísmica

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Aceleración sísmica	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥0,50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014

De acuerdo a la zonificación realizada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, el área del proyecto se ubica en la zona V cuyo riesgo sísmico es alto. Debido a este valor de riesgo se plantean medidas para mitigarlo en el plan de contingencias, medidas antes, durante y después del evento, que se relacionen con los daños al personal e infraestructuras

Riesgos de Fenómenos de Remoción de masa

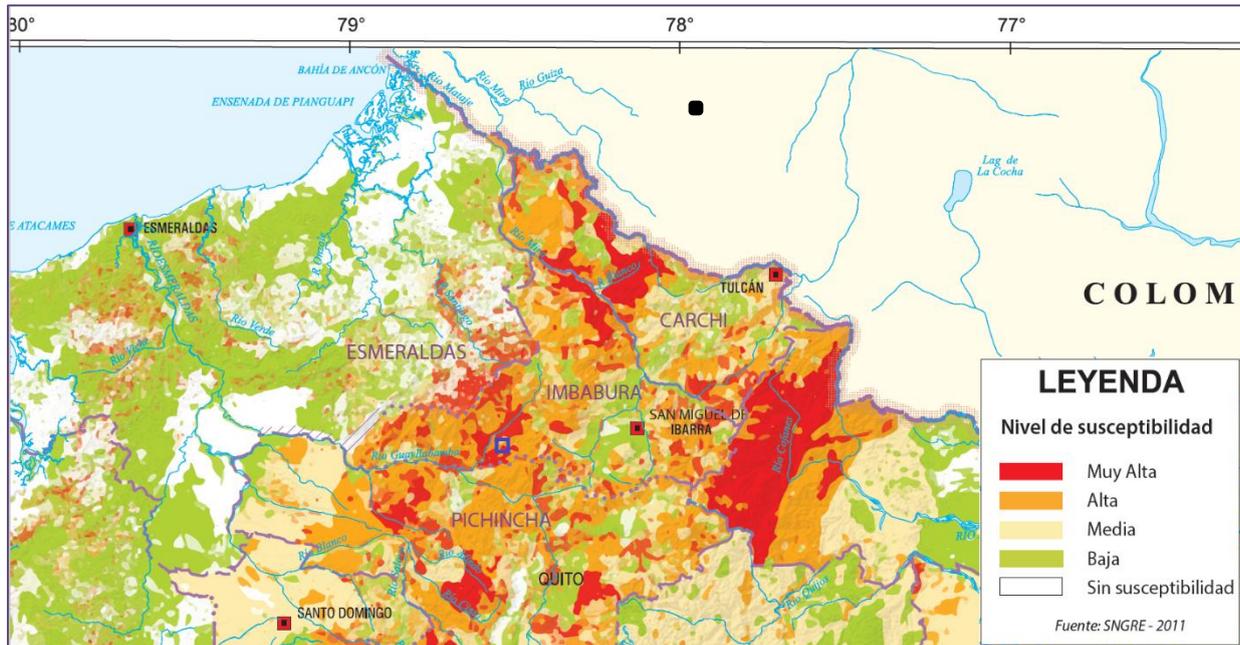
Los fenómenos de remoción en masa se definen como procesos de transporte de un determinado volumen de material, estos pueden producirse lenta o rápidamente y ocurren por diversos factores.

De acuerdo a Cruden y Varnes (1996), las remociones en masa se pueden clasificar en:

- Desprendimientos o caídas: Consisten en movimientos de masa derivados del desprendimiento de un talud (pudiendo ser un bloque rocoso o masa de tierra) con una fuerte pendiente, lo que ocasiona un descenso rápido en caída libre, saltos o rodando a lo largo de la superficie del talud.
- Deslizamientos (rotacionales y traslacionales): Son movimientos de rocas o detritos que se desplazan ladera o talud abajo a favor de la pendiente de estos a lo largo de un plano de falla. Pueden ser rotacionales, cuando la superficie de ruptura tiene forma de cuchara, el agrietamiento es concéntrico y cóncavo alineado con la dirección del movimiento; también pueden ser traslacionales si el desplazamiento de los bloques se produce hacia abajo y luego hacia afuera, sobre una superficie suavemente cóncava o planar.
- Flujos: Tienen poca profundidad y su velocidad puede variar en función del contenido de humedad y la inclinación de la pendiente. Pueden abarcar grandes extensiones.
- Volcamientos: Es un movimiento giratorio a favor de la pendiente del talud de un bloque de rocas o detritos.
- Extensiones laterales: Ocurren en rocas y suelos plásticos (arcillosos, arcillo - limosos), que por su naturaleza pierden su resistencia al modelarlos, como también masas rocosas fracturadas sobre suelos plásticos. Son comunes en suelos glaciares y marinos.

De acuerdo a los datos presentados por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias en el mapa de movimientos en masa, el área del proyecto se ubica dentro de una zona con niveles altos, medios, bajos y sin amenaza. En la siguiente figura se muestra el mapa mencionado con la ubicación del proyecto.

Figura 10-3 Movimientos en masa del Ecuador Continental



▣ Ubicación referencial del proyecto

Fuente: Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018

Información sobre los desastres atribuidos a fenómenos de remoción en masa de la zona de influencia

Al realizar la revisión de la información pública presentada en el portal “Desinventar” se evidenciaron varios eventos ocasionados por deslizamientos, los mismos que han provocado daños materiales y pérdidas humanas. Esta información se resume en la siguiente tabla.

Tabla 10-9 Datos sobre eventos de fenómenos de remoción de masa en la provincia de Imbabura

Año	Fichas	Muertos	Heridos	Desaparecidos	Viviendas Destruidas	Viviendas Afectadas	Afectados	Damnificados	Reubicados	Evacuados	Pérdidas \$USD	Pérdidas \$Local	Centros Educativos	Centros Médicos	Daños cultivos Ha	Ganado	Daños en vías Mts
1985	1	2	1														
1989	1				2												
1991	1																100
1997	2	1	2		1			5		5		1555500			475		
1998	1				1	2	10										
1999	1				1	6											
2000	2				84		15000										
2007	6					5	16								5		800
2008	11	1				8	37										4160
2009	9	2			3	21	40	130									
2010	3						8										
2011	53	11	9		38	162	10181	205		312			5		400		120
2012	21	3			2	10	44	9		28					0		327

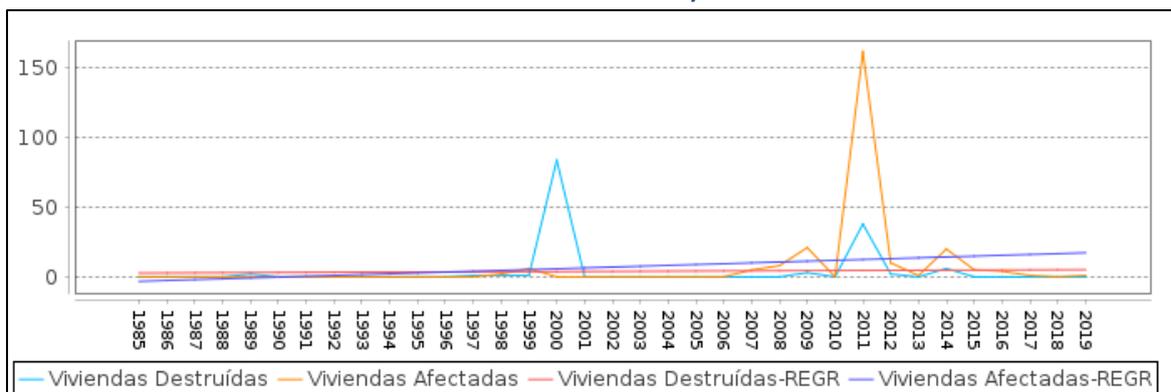
Año	Fichas	Muertos	Heridos	Desaparecidos	Viviendas Destruídas	Viviendas Afectadas	Afectados	Damnificados	Reubicados	Evacuados	Pérdidas \$USD	Pérdidas \$Local	Centros Educativos	Centros Médicos	Daños cultivos Ha	Ganado	Daños en vías Mts
2013	13	1				1											465
2014	14		2		6	20	217	25									456
2015	9					5	11										218
2016	12					4	15										265
2017	20					1	1								80		637
2018	21																350
2019	8					1	3										217

Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

En el año 1997 se produce un evento de este tipo que deja la mayor cantidad de pérdidas económicas, mientras que, en el año 2011 el evento causó 11 muertes, cientos de viviendas afectadas y daños en las carreteras.

A continuación, se detalla la información de forma gráfica para una mejor comprensión:

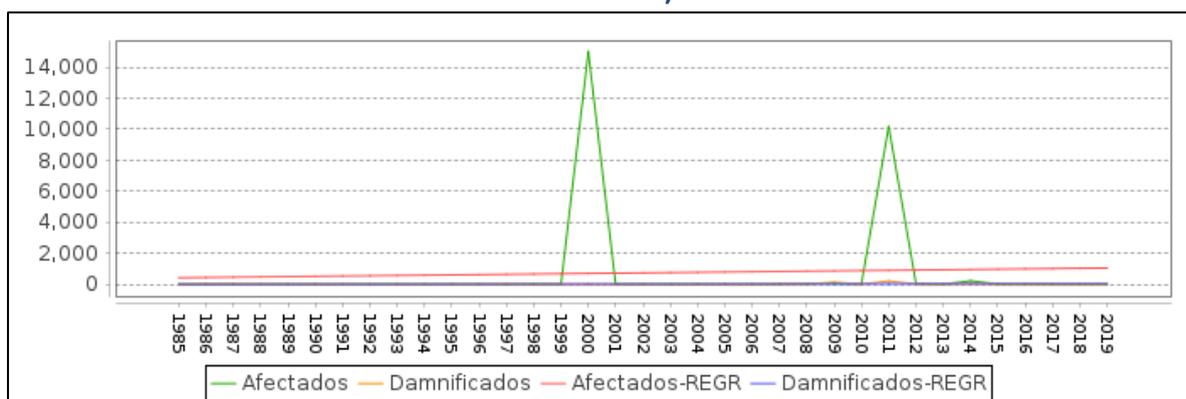
Gráfico 10-3 Viviendas Destruídas, Viviendas Afectadas



Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

En el gráfico anterior se observa que, de todos los fenómenos de remoción en masa ocurridos en la provincia de Imbabura hasta el 2019, el evento que causó el mayor número de viviendas afectadas se registró en el año 2011, con un total de 162 viviendas afectadas y 38 destruidas.

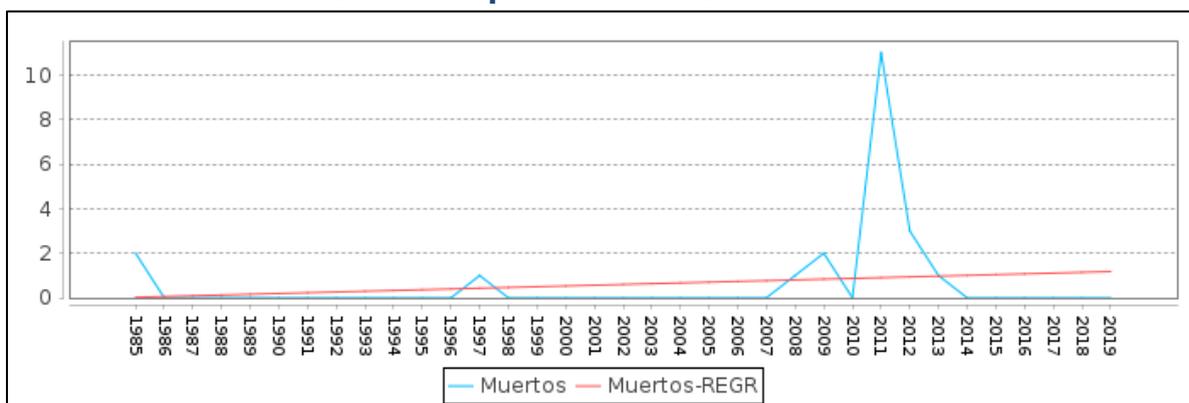
Gráfico 10-4 Afectados, damnificados



Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

En el gráfico anterior se observa que el año con mayor número de afectados fue el año 2000 con 15000 personas afectadas, en cambio, en el año 2011 se registraron 10181 afectados.

Gráfico 10-5 Muertos por Fenómenos de Remoción de masa



Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

En el gráfico anterior se observa que el fenómeno de remoción de masa producido en el año 2011 dejó 11 muertos, siendo este el evento que más pérdidas humanas ha tenido la provincia. También existieron 2 eventos en el año 2009 y 2012 con 2 y 3 pérdidas humanas respectivamente.

Con base en la información mencionada, la zona donde se ubica el proyecto es propensa a fenómenos de remoción en masa por lo que el riesgo es alto, pero se reducirá a moderado luego de aplicar las medidas mitigantes.

Riesgos por inundaciones

Las inundaciones son desbordamientos de agua temporales que se pueden originar por dos razones: primero debido a lluvias intensas que superen el promedio de las precipitaciones en un tiempo determinado y que sobrepasen la capacidad de saturación del suelo; también se pueden producir por el desbordamiento de ríos puesto que llevan caudales superiores a los que puede tolerar su cauce natural.

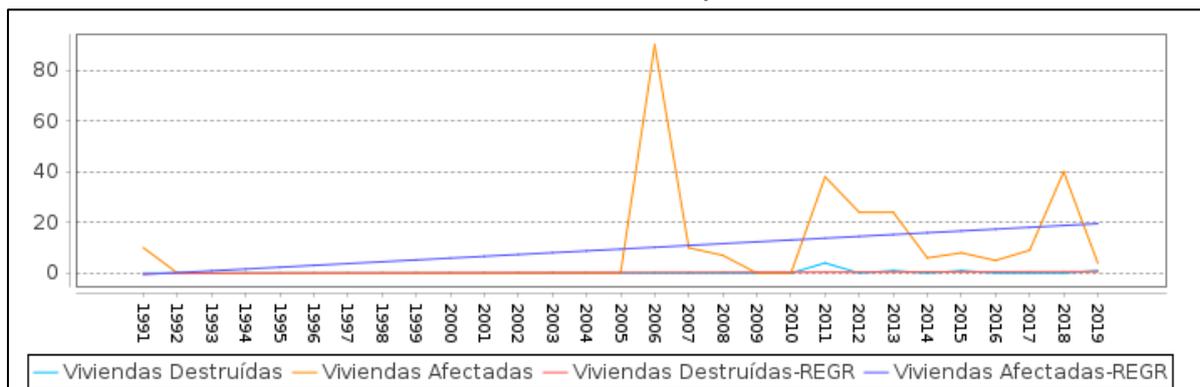
Año	Fichas	Muertos	Heridos	Desaparecidos	Viviendas Destruidas	Viviendas Afectadas	Afectados	Damnificados	Reubicados	Evacuados	Pérdidas \$USD	Pérdidas \$Local	Centros Educativos	Centros Médicos	Daños cultivos Ha	Ganado	Daños en vías Mts	
2012	6					24	60			17								
2013	10		1		1	24	87	11					2		0			600
2014	7			10		6	14											
2015	5		2		1	8	96			21			1					
2016	2					5	24			20								
2017	6					9	33						2		2			230
2018	2					40	191											
2019	6				1	4	15	2					4					1270

Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

En el año 1999 se produce un evento de este tipo que deja la mayor cantidad de pérdidas económicas; mientras que, en el año 2005 se presentó un evento que causó 4 muertes y daños a centros educativos.

A continuación, se detalla la información de forma gráfica para una mejor comprensión:

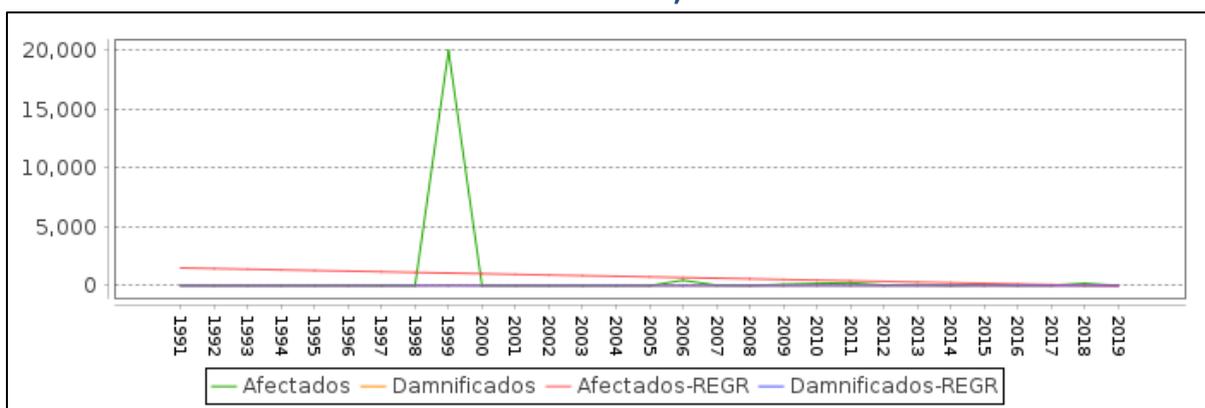
Gráfico 10-6 Viviendas Destruidas, Viviendas Afectadas



Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

El primer evento con mayor número de viviendas afectadas fue en el 2006, con 90 viviendas afectadas; luego ocurrieron otros eventos de menor magnitud con 38 y 40 viviendas afectadas en los años 2011 y 2018 respectivamente.

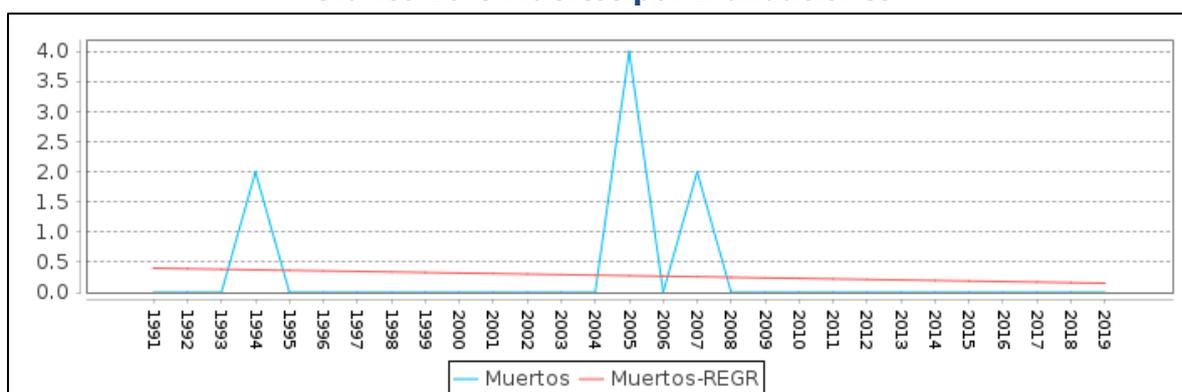
Gráfico 10-7 Afectados, damnificados



Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

En 1999 ocurrió el evento con más afectados, un total de 20000 personas afectadas; en los años 2006 y 2011 fueron sucesos de menor magnitud, pero de igual forma provocaron cientos de personas afectadas.

Gráfico 10-8 Muertos por Inundaciones



Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

El evento con el mayor número de muertes fue en el año 2005 con un total de 5 decesos, mientras que, en los años 1994 y 2007 también se registraron 2 muertes por cada año.

Considerando la información presentada y con base en la visita de campo se concluye que el área del proyecto tiene un riesgo bajo para que se susciten inundaciones, puesto que se ubica en una zona con pendientes entre 70 a 100%.

Riesgo Volcánico

Las erupciones volcánicas pueden dar lugar a diferentes tipos de fenómenos, cada uno de los cuales puede representar un peligro (o amenaza) específico (Sigurdsson et al., 2015; Rymer, 2015). De manera general, se define peligro volcánico como un fenómeno potencialmente dañino, que puede ocurrir durante una erupción volcánica y que puede ser cuantificado en forma de una probabilidad de ocurrencia. Entre dichos fenómenos se puede mencionar: emisiones de gases volcánicos, flujos de lava, flujos piroclásticos, impactos de fragmentos balísticos, caídas de ceniza y piroclastos, lahares, grandes deslizamientos volcánicos y tsunamis volcánicos. Estos fenómenos son de diversos tipos, tanto en cuanto a los procesos físico-químicos que los originan

y controlan, como en su capacidad de provocar daños o afectaciones, tanto en zonas proximales como distales a sus sitios de origen.

El Instituto Geofísico ha contabilizado 27 volcanes potencialmente activos en el Ecuador al presente año, incluidos los volcanes de las islas Galápagos. De ellos, siete volcanes continentales: Cayambe, Reventador, Guagua Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Sangay y Potrerillos - Chacana y siete volcanes de Galápagos: Marchena, Cerro Azul, Fernandina, Santo Tomás/Volcán Chico, Alcedo, Darwin y Wolf, que han tenido erupciones en tiempos históricos, es decir, desde el año 1532. A medida que los estudios de volcanología avancen en Ecuador, es posible que vaya creciendo el número de volcanes calificados como "potencialmente activos"

Clasificación de los volcanes del Ecuador

- Extinto o dormido => última erupción antes del Holoceno (hace más de 11 700 años) *
- Potencialmente activo => última erupción durante el Holoceno (hace menos de 11 700 años) *
- Activo => última erupción durante el periodo histórico (desde 1532 AD) **
- En erupción => con actividad eruptiva en 2019 ***

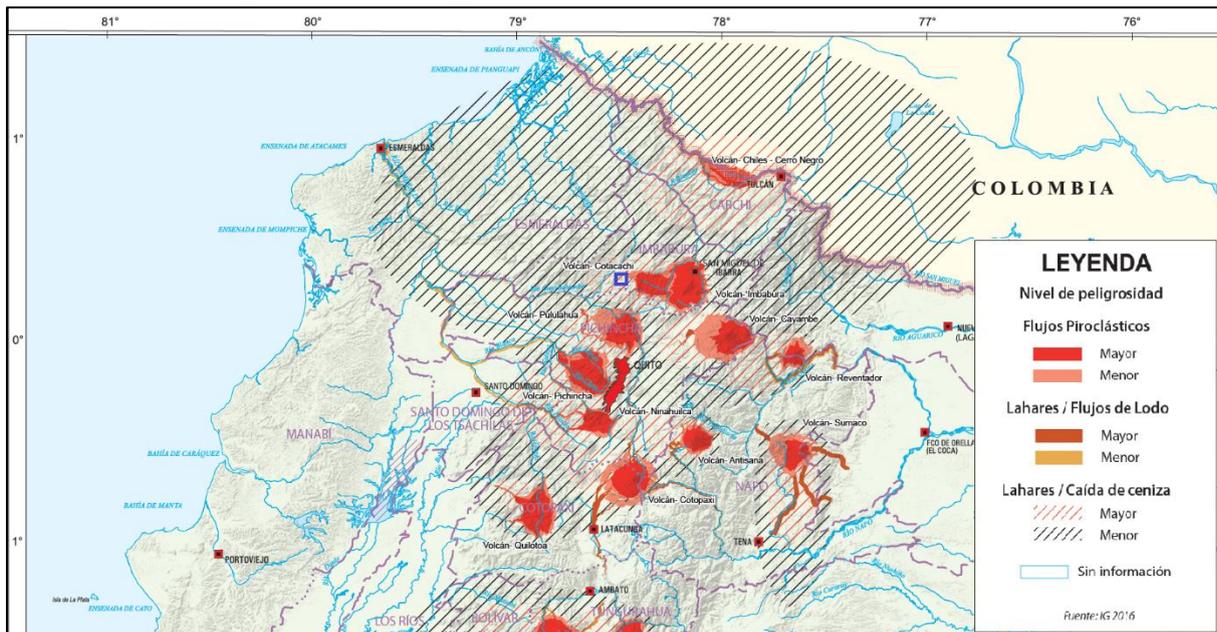
* El límite del Holoceno es definido por la comisión internacional de estratigrafía
** El límite del periodo histórico en Ecuador corresponde a la fecha de la conquista española en 1532

*** Un volcán puede ser clasificado como "en erupción" si ha tenido actividad eruptiva reciente (hasta 2 años) sin presentar mayores manifestaciones superficiales al momento.

Los volcanes activos son observados a través de diversas tecnologías que incluyen sismómetros para detectar sobrepresiones internas y movimiento de fluidos; barómetros-sensores infracústicos que miden las mismas sobrepresiones pero en la atmósfera; GPS - inclinómetros - EDM, para detectar hinchamiento o deflación en los flancos relacionados con el ingreso o expulsión de magma; detectores de gases volcánicos en relación al ingreso y desgasificación del magma cerca de la superficie; sensores AFM que detectan el paso de lahares o flujos piroclásticos. El nivel de instrumentación dedicado a cada volcán está en directa relación con la amenaza que significa para la población asentada en su cercanía.

- **Seis Observatorios con nivel de vigilancia 1** (Tungurahua, Cotopaxi, Guagua Pichincha, Cotacachi-Cuicocha, Antisana, Chiles-Cerro Negro). Estos observatorios tienen vigilancia sísmica con más de 4 estaciones, de deformación de flancos, sensores de infrasonido (excepto Cuicocha y Antisana), y monitoreo geoquímico de fluidos. Adicionalmente los volcanes Tungurahua y Cotopaxi tienen AFM, cámaras visuales y térmicas. El Guagua Pichincha tiene una cámara visual.
- **Cinco Observatorios con nivel de vigilancia 2** (Reventador, Cayambe, Chimborazo, Sierra Negra y Sangay). Estos observatorios tienen vigilancia sísmica con más de una estación, de deformación de flancos (excepto Sangay) y monitoreo geoquímico de fluidos ocasional. El Reventador tiene cámaras visuales e infrarojas y Sierra Negra tiene una cámara visual.
- **Nueve Observatorios con nivel de vigilancia 3** (Chacana, Pululahua, Imbabura, Iliniza, Chachimbiro, Quilotoa, Alcedo, Cerro Azul y Fernandina). Estos observatorios tienen vigilancia sísmica con 1 estación (excepto Quilotoa que tiene un GPS) y medidas ocasionales de otros parámetros.

Figura 10-5 Peligro volcánico del Ecuador Continental



▣ Ubicación referencial del proyecto

Fuente: Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018

De acuerdo al mapa presentado por el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos en el 2018, el proyecto se encuentra cerca de dos volcanes activos: Cayambe y Reventador; en una zona donde pueden suscitarse lahares y caída de ceniza. Por lo tanto, el riesgo es moderado y con la aplicación de las medidas al plan de manejo el riesgo disminuye a bajo.

10.3.1.2 Conclusiones

10.3.1.2.1 Riesgo sísmico

La zona de estudio se ubica en la zona sísmica V cuyo riesgo sísmico es alto, con aceleraciones de 0,40g de acuerdo al mapa de peligrosidad sísmica y mapa para diseño sísmico. Los sismos en el área de estudio pueden ser producto de dos tipos de fuentes sísmicas: corticales y profundas o de slab. La fuente sísmica cortical que afecta la zona, es la fuente El Ángel, constituida por un sistema de fallas de rubo, la fuente sísmica profunda que interviene en la zona de estudio es la fuente sísmica Subcolcanic arc asociada a la placa Nazca. Además, en el informe Sísmico, IGEPN (2021) se muestra un resumen de los eventos sísmicos en función de las diferentes fuentes sísmicas. Lo que nos permite visualizar un total de 294 eventos para la fuente cortical El Ángel con una magnitud promedio de 1,00 (Mlv) y un total.

El riesgo sísmico en el área de estudio puede ser producto de dos tipos de fuentes sísmicas: corticales y profundas o de slab. La fuente sísmica cortical que afecta la zona, es la fuente El Ángel, constituida por un sistema de fallas de rubo, la fuente sísmica profunda que interviene en la zona de estudio es la fuente sísmica Subcolcanic arc asociada a la placa Nazca. Además, en el informe Sísmico, IGEPN (2021) se muestra un resumen de los eventos sísmicos en función de las diferentes fuentes sísmicas. Lo que nos permite visualizar un total de 294 eventos para la fuente cortical El Ángel con una magnitud promedio de 1,00 (Mlv) y un total.

10.3.1.2.2 Riesgos por fenómenos de remoción en masa

En la zona de estudio no existen lluvias frecuentes, sin embargo en las ocasiones que se presentan lo hacen con mucha intensidad y tormentas eléctricas, las cuales ocasionan deslizamientos en zonas de pendientes muy pronunciadas, esto se pudo apreciar en la visita de campo realizada, puesto que el acceso construido hacia las piscinas de sedimentación se encontraba obstruido por un deslizamiento que debe ser despejado con maquinaria adecuada, la infraestructura a ser licenciada se encuentra en la clase de pendiente 6, según la clasificación de pendientes propuesta por el SIG tierras en el 2015, corresponde a pendientes muy fuertes de 70 a 100 %.

En el sector predominan relieves montañosos que van desde los 1500 msnm al norte de la concesión hasta los 1980 msnm al Sur de la concesión Minera, además relieves de terrazas bajas a los 1320 msnm y zonas deprimidas (*ver Anexo 7. CARTOGRAFÍA/ Mapa Geomorfológico*); estos relieves están principalmente conformados por rocas volcánicas, además se observan relieves montañosos estructurales desarrollados principalmente sobre caliza que corresponden a las superficies de mayor inclinación de las elevaciones, destacándose claramente de las rocas circundantes debido a sus cortes abruptos, causados por una erosión superficial.

Los deslizamientos del sector pueden ser diversos debido a que se presentan 3 zonas de resistencia en función al tipo de rocas y materiales del sector. La zona 1 con rangos de resistencia de 25 a 50 MPa, meteorización moderada a alta correspondiente a rocas volcanosedimentarias (areniscas), la zona 2 con resistencia relativa de 50 a 100 MPa, meteorización moderada, conformada por calizas metamorfizadas, finalmente la zona 3 con resistencia de 100 a 250 MPa, meteorización ligera, correspondiente al intrusivo granodiorítico.

10.3.1.2.3 Riesgo volcánico

En cuanto a riesgo volcánico, los volcanes potencialmente activos que se encuentran más próximos al área de estudio, corresponden al complejo volcánico Cotacahi – Cuicocha que mantuvo actividad hace 3100 y 2900 años antes del presente, Imbabura que presentó actividad hace 8000 años y Chachimbiro hace 10.000 años, los cuales son considerados potencialmente activos, y volcanes dormidos o extintos como el Complejo volcánico Mojanda – Fuya Fuya, Cushnirumi.

10.3.1.2.4 Riesgos por inundaciones

La empresa CECAL ha realizado estudios hídricos a los microdrenajes de las quebradas que cruzan el área minera Mocoral por lo que se realizó la construcción de cunetas de coronación para el manejo de las aguas de escorrentía y así evitar inundaciones dentro de la concesión, dirigiendo el agua hacia las microcuencas que posteriormente desembocará en el Río Quinde y este a su vez desembocará en el Río Intag el cual es parte del sistema hidrográfico Guayllabamba-Esmeraldas.

10.3.2 Evaluación del Riesgo Residual

Tabla 10-11 Evaluación del Riesgo Residual

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación del Riesgo Residual		
				Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual
Exógeno	Físico	Sísmico	Evento sísmico de importancia	(3) Probable	(C) Serias	3C
		Hidrológico	Inundaciones en zonas fuertemente inclinadas	(1) Improbable	(B) Limitadas	1B
		Geomorfológico	Deslizamientos o movimientos de masas y el potencial de erosión en relieve montañoso	(3) Probable	(C) Serias	3C
		Climatológico	Fenómenos meteorológicos extremos (precipitaciones de alta intensidad, vientos de altas velocidades y tormentas eléctricas).	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B
	Biológico	Volcánico	Afectaciones a la salud por caída de ceniza Aludes de barro, cortes de electricidad, contaminación del agua potable e incendios forestales	(2) Poco probable	(C) Seria	2C
		Caída de árboles	Daño a las personas o la propiedad	(4) Bastante probable	(C) Serias	3C
		Raspadura por espinas	Raspones y/o reacciones alérgicas por contacto con flora que presenta estructura espinosa y/o sustancias urticantes	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B
		Mamíferos	Ataque de mamíferos mayores	(3) Probable	(D) Muy serias	3D
			Mordedura por mamíferos menores	(2) Poco probable	(C) Serias	2C
		Reptiles	Mordedura de serpientes venenosas.	(3) Probable	(D) Muy serias	3C

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación del Riesgo Residual			
				Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual	
	Social	Entomofauna	Enfermedades tropicales por picadura de insectos y mordedura de arácnidos	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B	
		Social	Social	Agresión física al personal por conflictos sociales	(3) Probable	(D) Muy serias	3D
				Incremento de la inseguridad (i.e. asaltos y robos)	(3) Probable	(C) Serias	3C
		Económicos	Vandalismo (daños provocados a equipos y materiales)	(3) Probable	(C) Serias	3C	
Endógeno	Físicos	Fallas operacionales	Derrame de hidrocarburos,	(5) Muy probable	(A) No importantes	5A	
			Derrame de líquidos lubricantes, aceites e insumos químicos	(4) Bastante probable	(B) Limitadas	4B	
			Conatos e incendios por fallas operativas y/o de condiciones subestándar	(3) Probable	(B) Limitadas	3B	
			Explosiones en el manejo y almacenamiento de explosivos	(4) Bastante probable	(C) Serias	4C	
		Fallas operacionales y en las infraestructuras	Derrame de aguas ácidas o aguas de contacto	(3) Probable	(A) No importantes	3A	
		Fallas en la infraestructura	Desbordamiento del agua de contacto de infraestructuras del Proyecto	(2) Poco probable	(B) Limitadas	2B	
			Deslizamientos, derrumbes y caída de rocas	(2) Poco probable	(C) Serias	2C	
			Colapso de infraestructuras	(2) Poco probable	(D) Muy serias	2D	
		Calidad de agua subterránea	Afectación de la calidad del agua subterránea	(2) Poco probable	(B) Limitadas	2B	
		Bióticos	Flora y fauna	Introducción de especies exóticas	(5) Muy probable	(B) Limitadas	5B
				Tala/desbroce	(3) Probable	(B) Limitadas	3B

Factor de Riesgo	Componente Ambiental	Tipo de Riesgo	Riesgos	Evaluación del Riesgo Residual		
				Probabilidad	Severidad	Clasificación del Riesgo Residual
			Fragmentación de hábitats	(3) Probable	(B) Limitadas	3B
			Accidentes con la flora y la fauna silvestre	(2) Poco probable	(B) Limitadas	2B
	Social	Afectación a la salud de la población	Por el incremento de los niveles de ruido y emisión de partículas de polvo	(4) Bastante probable	(A) No importante	4A
		Relación empresa-comunidad	Huelga de trabajadores y/o proveedores	(2) Poco probable	(A) No importante	2A

Elaborado por: Gesambconsult, 2019.

11 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es el documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren ejecutar para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos o potenciar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta.

Sobre la base de lo expuesto, este documento contiene las medidas aplicables a la etapa actual del proyecto, del PMA actualizado de la Auditoría Ambiental de Cumplimiento de la Fase de Explotación de Caliza de la Concesión Minera Mocoral (Código #182) periodo noviembre 2015 a noviembre 2017, así como las medidas adicionales que servirán para prevenir, mitigar y minimizar los impactos ambientales identificados por las actividades de ampliación y construcción de las facilidades para la explotación.

El alcance de las actividades, correspondientes a las modificaciones y optimizaciones de las facilidades del Proyecto, se presenta en el Capítulo de "Descripción del Proyecto". En el caso que se requiera la construcción de facilidades adicionales, que no estén contempladas en la descripción del Proyecto, CECAL se deberá acoger a lo dispuesto en el artículo 176 del COA.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 47 del RAAM, se presentará a la Autoridad Ambiental competente, con una frecuencia semestral, informes de monitoreo y seguimiento a las medidas ambientales del PMA aprobado. Los informes contendrán las medidas ambientales, indicadores, porcentajes de cumplimiento, medios de verificación y responsables, entre otros.

11.1 Objetivo

- Establecer medidas para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos negativos y potenciar los impactos positivos previstos en la evaluación de impactos ambientales.
- Determinar los responsables de las actividades y acciones establecidas en el PMA.
- Presentar un presupuesto y cronograma de implementación de las actividades previstas en el PMA.

11.2 Estructura del PMA

Asimismo, según lo contemplado en el artículo 32 del Acuerdo Ministerial N° 061, el presente PMA contempla los siguientes planes que se deberán cumplir durante el desarrollo del Proyecto:

- Plan de prevención y mitigación de impactos
- Plan de manejo de desechos
- Plan de capacitación
- Plan de relaciones comunitarias
- Plan de contingencias
- Plan de seguridad y salud ocupacional
- Plan de monitoreo y seguimiento
- Plan de cierre y abandono del área
- Plan de rehabilitación de las áreas afectadas

11.2.1 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

El Plan de Prevención y Mitigación de Impactos corresponde a las acciones y procedimientos a seguir para la prevención y mitigación de los impactos negativos sobre el medio ambiente, está diseñado sobre la base del cumplimiento de objetivos específicos en torno a los impactos directos identificados sobre los diferentes componentes ambientales, tanto para los impactos presentes al momento como aquellos posibles impactos que podrían presentarse durante la ejecución del proyecto. Los efectos de las medidas de prevención y mitigación no son aislados; por ello, debe considerarse que los programas y subprogramas estarán siempre interrelacionados.

11.2.1.1 Objetivo General

Implantar medidas para prevenir, minimizar y mitigar impactos ambientales que puedan ocasionarse durante la operación del proyecto, así como también que ayuden a regenerar las condiciones naturales o crear nuevas condiciones compensatorias cumpliendo las normas ambientales vigentes.

11.2.1.2 Objetivos Específicos

- Cumplir con las medidas establecidas para prevención y mitigación de impactos ambientales.
- Comunicar de manera inmediata al supervisor en caso de surgir un imprevisto o fallo de las maquinarias y equipos.

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
OBJETIVO:		Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto				
LUGAR DE APLICACIÓN:		Área de influencia del proyecto				
RESPONSABLE:		Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.				
ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
1.1 Programa de prevención de impactos						
1.1.1	Generación de emisiones gaseosas	Alteración de la calidad del aire	Realizar el mantenimiento preventivo, rutinario y periódico de la maquinaria, equipos y vehículos que trabajan en los Cuerpos Minerales y el Patio de Maniobras, así como para movilización de personal y transporte de materiales.	$I = (\text{No. de mantenimientos a equipos y maquinarias realizados} / \text{No. de mantenimientos programados}) * 100$	Registro de mantenimientos. Cronograma de mantenimiento	Semestral
1.1.2	Compactación del suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	Evaluar los diferentes frentes de trabajo de las áreas de explotación y escombrera, para determinar la necesidad de construir bermas de seguridad.	$I = (\text{No. de inspecciones realizadas} / \text{No. de inspecciones programadas}) * 100$	Informe semestral de inspecciones a taludes	Semestral
1.1.3	Compactación del suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	Realizar inspecciones rutinarias de las bermas de seguridad, la escombrera y los posibles agrietamientos y ejecutar el mantenimiento respectivo en caso de ser necesario.	$I = (\text{No. de inspecciones realizadas} / \text{No. de inspecciones programadas}) * 100$	Informe semestral de inspecciones a taludes	Semestral
1.1.4	Compactación del suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	Realizar el mantenimiento periódico de los canales de coronación construidos en los cuerpos mineralizados y escombreras.	$I = (\text{No. de inspecciones realizadas} / \text{No. de inspecciones programadas}) * 100$	Informe semestral del mantenimiento de canales de coronación.	Semestral
1.1.5	Compactación del suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	Realizar el mantenimiento de las vías y accesos hacia los cuerpos mineralizados y escombreras; así, como la vía que se construyó para la comunidad.	$I = (\text{No. de mantenimientos realizados} / \text{No. de mantenimientos programados}) * 100$	Informe semestral de mantenimiento de vías.	Semestral

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVO: Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto
LUGAR DE APLICACIÓN: Área de influencia del proyecto
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
1.1.6	Generación de material particulado	Alteración de la calidad del aire	Las volquetas, una vez que hayan cargado el material deberán colocar lonas o carpas para evitar material particulado.	$I = (\text{No. de vehículos con algún sistema de protección} / \text{No. de vehículos inspeccionados}) * 100$	Registro fotográfico. Registro de inspecciones.	Mensual
1.1.7	Movimiento de tierra y desbroce	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	Se realizará la disposición adecuada de la cobertura vegetal, tierra removida y topsoil en la escombrera de suelo vegetal. El material podrá ser utilizado para la posterior rehabilitación de áreas.	$I = (\text{Volumen de cobertura vegetal, tierra removida y topsoil dispuesto en la escombrera de suelo vegetal} / \text{Volumen total removido de cobertura vegetal, tierra y topsoil}) * 100$	Registro fotográfico. Informe semestral del volumen de material removido.	Semestral
1.1.8	Acumulación de aguas de escorrentía	Alteración de la calidad del agua	Para el manejo de aguas se construirán cunetas y/o Canaletas que encaucen aguas de lluvia y de escorrentía hacia cauces naturales, evitando se inicien procesos erosivos. Se realizarán inspecciones de al menos una vez al mes para constatar el buen funcionamiento de estos Sistemas de manejo de agua.	$I = (\text{Metros lineales de cunetas construidas} / \text{Metros lineales de cunetas proyectadas}) * 100$	Registro fotográfico. Registro de medidas aplicadas de manejo de agua de escorrentía y agua de lluvia. Sistemas de control de erosión y sedimentación	Mensual
1.1.9	Acumulación de aguas de escorrentía	Alteración de la calidad del agua	Se realizará la limpieza (remoción de plantas y materiales que obstruyan el flujo normal de las aguas) de los canales perimetrales de agua de lluvia.	$I = (\text{Longitud de canales perimetrales limpiados} / \text{Longitud total de los canales perimetrales}) * 100$	Registro de inspecciones. Registro fotográfico.	Semestral

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVO: Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto
LUGAR DE APLICACIÓN: Área de influencia del proyecto
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
1.1.10	Movimiento de tierras, desbroce	Afectación de la calidad del suelo y geoformas en el sitio	En las escombreras se desbrozará el sector a ser utilizado y se recuperará el top soil, dejando arcilla compactada en su base para impermeabilizarla. Se colocarán cunetas de coronación para proteger el suelo.	I= (Volumen de suelo retirado con protecciones/Volumen de suelo retirado) *100	Registro de inspecciones. Registro fotográfico.	Semestral
1.1.11	Inadecuado mantenimiento	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento de las barras de tierra de bronce utilizadas para la descarga de la electricidad estática de las personas que ingresan.	I = (No. de actividades de mantenimiento del polvorín planificadas / No. de actividades de mantenimiento del polvorín realizados) *100	Informe semestral del mantenimiento de las instalaciones del polvorín.	Semestral
1.1.12	Generación de explosiones e incendios	Afectación de la calidad del suelo Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento del Sistema de pararrayos y a tierra del polvorín.	I = (No. de actividades de mantenimiento del polvorín planificadas / No. de actividades de mantenimiento del polvorín realizados) *100	Informe semestral del mantenimiento de las instalaciones del polvorín.	Semestral
1.1.13	Generación de explosiones e incendios	Afectación de la calidad del suelo Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento de la barrera de llantas de protección, acceso hacia el polvorín y áreas aledañas.	I = (No. de actividades de mantenimiento del polvorín planificadas / No. de actividades de mantenimiento del polvorín realizados) *100	Informe semestral del mantenimiento de las instalaciones del polvorín.	Semestral
1.1.14	Generación de gases, derrames de sustancias	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento de las bodegas de almacenamiento de explosivos y detonantes, con especial énfasis en la ventilación natural.	I = (No. de actividades de mantenimiento del polvorín planificadas / No. de actividades de mantenimiento del polvorín realizados) *100	Informe semestral del mantenimiento de las instalaciones del polvorín.	Semestral

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVO: Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto
LUGAR DE APLICACIÓN: Área de influencia del proyecto
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
				mantenimiento del polvorín realizados) *100		
1.1.15	Generación de gases, material particulado	Afectación a la calidad del suelo Afectación a la salud del personal	Mantener vigentes los permisos respectivos para consumidor de explosivos.	I=No. de Permisos de consumo de explosivos vigentes requeridos	Vigencia del permiso de consumidor de las F.F.A.A.	Semestral
1.1.16	Generación de gases, derrames de sustancias	Afectación a la calidad del suelo Afectación a la calidad del agua Afectación a la salud del personal	Realizar las mediciones del espesor del tanque de combustible de acuerdo a las especificaciones establecidas en el diseño del tanque.	I = (No. de actividades de mantenimiento del área de combustibles planificadas / No. de actividades de mantenimiento realizadas) *100	Informe semestral de mantenimiento del área de almacenamiento de combustible.	Semestral
1.1.17	Generación de gases, derrames de sustancias	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento del surtidor de combustibles y verificar que las conexiones eléctricas estén en buen estado.	I = (No. de actividades de mantenimiento del área de combustibles planificadas / No. de actividades de mantenimiento realizadas) *100	Informe semestral de mantenimiento del área de almacenamiento de combustible.	Semestral
1.1.18	Generación de gases, derrames de sustancias	Afectación a la calidad del suelo Afectación a la calidad del agua	Realizar el mantenimiento al área de abastecimiento de combustibles y canales perimetrales.	I = (No. de actividades de mantenimiento del área de combustibles planificadas / No. de actividades de mantenimiento realizadas) *100	Informe semestral de mantenimiento del área de almacenamiento de combustible.	Semestral

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVO: Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto
LUGAR DE APLICACIÓN: Área de influencia del proyecto
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
1.1.19	Generación de gases, derrames de sustancias	Afectación a la calidad del suelo Afectación a la calidad del agua Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento del tanque y cubeto de contención de derrames del tanquero portátil que se utiliza para abastecer de combustible a la maquinaria que trabaja en los cuerpos de explotación.	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento del área de combustibles planificadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento realizadas}) * 100$	Informe semestral de mantenimiento del área de almacenamiento de combustible.	Semestral
1.1.20	Generación de gases, derrames de sustancias	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento del área de mantenimiento de maquinaria y estructura del taller mecánico.	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento del área planificadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento realizadas}) * 100$	Informe semestral del mantenimiento del taller mecánico.	Semestral
1.1.21	Generación de gases, derrames de sustancias	Afectación a la calidad del suelo Afectación a la calidad del agua Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento de las bodegas de almacenamiento de aceites y aditivos, así como de repuestos y herramientas del taller mecánico.	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento del área planificadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento realizadas}) * 100$	Informe semestral del mantenimiento del taller mecánico.	Semestral
1.1.22	Construcción, operación y mantenimiento.	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento periódico de la señalización existente. En caso de ser necesario proceder al reemplazo de esta o complementarlo según las especificaciones técnicas establecidas en las normas INEN.	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento del área planificadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento realizadas}) * 100$	Informe semestral de elementos de seguridad que incluye el estado de la señalización, extintores, corredores peatonales y demás sistemas de seguridad	Semestral

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVO: Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto
LUGAR DE APLICACIÓN: Área de influencia del proyecto
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
1.1.23	Generación de explosiones e incendios	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento de todos los extintores que se ubican en las diferentes instalaciones. En caso de que el agente del extintor este caducado o despresurizado proceder a su reemplazo y/o recarga.	I = (No. de actividades de mantenimiento del área planificadas / No. de actividades de mantenimiento realizadas) *100	Informe semestral de elementos de seguridad que incluye el estado de la señalización, extintores, corredores peatonales y demás sistemas de seguridad	Semestral
1.1.24	Compactación del suelo	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento de los corredores peatonales construidos para facilitar el movimiento del personal.	I = (Número de actividades de mantenimiento del área planificadas/ Número de actividades de mantenimiento realizadas) *100	Informe semestral de elementos de seguridad que incluye el estado de la señalización, extintores, corredores peatonales y demás sistemas de seguridad	Semestral
1.1.25	Compactación del suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	Las áreas inestables, donde haya existido anteriormente cobertura vegetal, serán reforestadas, permitiendo la derivación de escorrentías hacia quebradas o áreas estables que no comprometan mayores riesgos de deslizamiento permanente, especialmente durante las épocas de lluvias extremas. En el caso que se observe procesos erosivos en las áreas asociadas a las obras, se adoptarán medidas específicas para mitigar la alteración.	I = (No. actividades de mantenimiento realizadas / No. actividades de mantenimiento planificadas) *100	Informe semestral de elementos de seguridad que incluye el estado de la señalización, extintores, corredores peatonales y demás sistemas de seguridad	Semestral

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVO: Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto
LUGAR DE APLICACIÓN: Área de influencia del proyecto
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
1.1.26	Compactación del suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	El personal del área realizará inspecciones periódicas del área de taludes y áreas auxiliares donde se encuentre el suelo desprotegido, y llevará registros de estas inspecciones para efectos de comprobar que no existan procesos erosivos no controlados.	I = (No. Inspecciones realizadas / No. Inspecciones planificadas) *100	Registro de inspección	Semestral
1.1.27	Generación de estériles	Afectación de la calidad del agua	Los materiales producto de la apertura de las vías de acceso, deben ser ubicados en escombreras. Las mismas que deben estar alejadas de cualquier cuerpo de agua.	I = (No. Inspecciones realizadas / No. Inspecciones planificadas) *100	Registro de inspección	Cuando se requiera
1.1.28	Generación de material particulado	Afectación a la salud del personal Afectación de la calidad del aire	En caso se observe evidencia de generación de polvo, se humedecerá el material removido, durante las labores y ejecución de las obras civiles	I = (No. Inspecciones realizadas / No. Inspecciones planificadas) *100	Registro de inspección	Cuando se requiera
1.1.29	Generación de efluentes y pequeños derrames	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	Los mantenimientos de los equipos y maquinarias y el lavado de vehículos se los realizara en galpón de mantenimiento, los cuales deberán estar techados, con suelo impermeabilizado, se deberán instalar trampas de grasa, a fin de que en caso de ocurrir un derrame, liqueos o escurrimientos de grasas y/o combustibles, puedan ser recogidos y no contaminen el suelo o algún cuerpo hídrico cercano	I = (No. Inspecciones realizadas / No. Inspecciones planificadas) *100	Registro de inspección	Semestral
1.1.30	Generación de efluentes	Alteración de la calidad del agua	Las actividades de construcción de la escombrera deberán garantizar el flujo superficial de agua y posteriormente el restablecimiento de la red de drenaje. Para cumplir con tal fin, se implementarán	I = (No. Inspecciones realizadas / No. Inspecciones planificadas) *100	Registro de inspección	Semestral

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
OBJETIVO:		Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto				
LUGAR DE APLICACIÓN:		Área de influencia del proyecto				
RESPONSABLE:		Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.				
ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
			canales temporales de derivación y canales interceptores.			
1.1.31	Generación de efluentes	Alteración de la calidad del agua	Aplicar un tratamiento al agua del tanque de almacenamiento, usada para cocina y baños, cuando se registren parámetros fuera de la normativa.	I= (No. monitoreos que cumplen con LMP /No. monitoreos realizados) *100	Reportes de monitoreo	Cuando se requiera
1.3.32	Atropellamiento a población	Afectación a la salud de la población	En caso de que la población ocupe las vías que atraviesa el proyecto se aplican medidas para resguardar su seguridad.	I= No. siniestros generados	Reporte de siniestros	Cuando se requiera
1.2 Programa de Protección y Conservación de Flora y Fauna Silvestre						
1.2.1	Caza indiscriminada.	Alteración a la biodiversidad	En el desarrollo de las diferentes fases de la actividad minera se prohíbe la captura, o acoso de la fauna silvestre y la tala innecesaria de vegetación.	I= (No. de señalización colocada sobre prohibición / No. áreas del proyecto) *100	Informe de Inspecciones.	Semestral
1.2.2	Quema de Vegetación o incineración.	Alteración a la biodiversidad	El proyecto implementará en sus políticas acciones para la protección de flora y fauna hacia los trabajadores y contratistas que están obligados a proteger y minimizar las afectaciones a la biodiversidad, mediante la prohibición de la quema de la vegetación o incineración de cualquier tipo de material por parte de su personal, contratistas y visitantes.	Política Ambiental	Política Ambiental	Único
1.2.3	Desbroce de áreas	Alteración a la biodiversidad	Coordinar con el departamento encargado de la construcción de las obras para que se pueda planificar con anterioridad las zonas de desbroce considerando el criterio de la Autoridad Ambiental.	I= (No. de áreas desbrozadas / No. de áreas a desbrozarse) *100	Acta de reunión	Cuando se requiera

1. PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

OBJETIVO: Prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir dentro del proyecto
LUGAR DE APLICACIÓN: Área de influencia del proyecto
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
1.2.4	Desbroce de áreas	Alteración a la biodiversidad	El desbroce de vegetación en cualquiera de las fases mineras estará limitado a la superficie requerida sobre la base de consideraciones técnicas y ambientales determinadas en los estudios ambientales.	$I = (\text{No. de áreas desbrozadas} / \text{No. de áreas a desbrozarse}) * 100$	Informe de desbroce	Cuando se requiera
1.2.5	Movimiento de tierra y desbroce	Alteración a la biodiversidad	Se realizará la disposición adecuada de la cobertura vegetal, tierra removida y topsoil en la escombrera de suelo vegetal. El material podrá ser utilizado para la posterior rehabilitación de áreas.	Informe de la adecuada disposición de cobertura vegetal.	Informe de la adecuada disposición de cobertura vegetal.	Semestral
1.2.6	Auyentamiento en áreas a ser construidas.	Alteración a la biodiversidad	Previo a la ejecución de las actividades que involucren desbroce de cobertura vegetal y movimiento de tierra, se realizará el ahuyentamiento de las especies de fauna silvestre que se encuentren en el área de acuerdo a la normativa vigente y posterior se deberá realizar un informe de las actividades.	$I = (\text{No. de áreas que realizaron el ahuyentamiento} / \text{No. de frentes de trabajo}) * 100$	Informe de ahuyentamiento de áreas	Cuando se requiera.
1.2.7	Movimiento de tierra y desbroce	Alteración a la biodiversidad	Se construirán pantallas visuales, con especies nativas de rápido crecimiento alrededor de los frentes de explotación y en las vías de acceso.	$I = (\text{No. de áreas donde se ha implementado las pantallas} / \text{No. de áreas donde se implementará las pantallas}) * 100$	Informe	Cuando se requiera.

11.2.2 Plan de Manejo de Desechos

El Plan de Manejo de Desechos, es un documento de carácter técnico/operativo, que señala las responsabilidades y describe las acciones con respecto a la gestión integral de los residuos y desechos, tomando en cuenta los aspectos relativos a la generación, segregación, acondicionamiento, recolección, almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y disposición final.

11.2.2.1 Objetivo General

Establecer las normas operativas para el manejo y disposición final de los desechos sólidos, líquidos y pastosos generados por las actividades mineras y complementarias de la Concesión Minera Mocoral, en cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.

11.2.2.2 Objetivos Específicos

- Cumplir las medidas establecidas en el Programa de Manejo de Desechos.
- Realizar una buena gestión de los residuos y desechos generados.

11.2.2.3 Definiciones Generales

Desechos No Peligrosos: Son todos aquellos desechos sólidos o líquidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas. En función de la actividad en que son producidos, se clasifican en agropecuarios (agrícolas y ganaderos), forestales, mineros, industriales y urbanos. A excepción de los mineros, por sus características de localización, cantidades, composición, etc., los demás poseen numerosos aspectos comunes, desde el punto de vista de la recuperación y reciclaje (AM 061).

Desechos Peligrosos: Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico – infecciosas, (código C.R.E.T.I.B.), explosivas y/o radioactivas que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo con las disposiciones legales aplicables, y aquellos que se encuentran determinados en los listados nacionales de desechos peligrosos (INEN 2841).

Desechos Especiales: Residuos que se encuentran dentro del Listado Nacional de Desechos Especiales. Su gestión, transporte, almacenamiento y disposición final serán regulados de acuerdo con los lineamientos técnicos específicos establecidos sobre la base de la legislación ambiental vigente. Son los residuos que, sin ser necesariamente peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación (INEN 2841).

2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS						
OBJETIVO:		Correcto manejo y disposición de los desechos sólidos generados en el área minera Mocoral.				
LUGAR DE APLICACIÓN:		Instalaciones de la mina				
RESPONSABLE:		Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.				
ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
2.1 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS						
2.1.1	Generación de desechos y propagación de vectores	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Colocar recipientes para la disposición y clasificación de desechos según su clasificación.	$I = (\text{No. contenedores instalados} / \text{No. contenedores planificados a ser instalados}) * 100$	Registro fotográfico	Semestral
2.1.2	Generación de desechos y propagación de vectores	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Realizar el mantenimiento o reemplazo de los recipientes de desechos que presenten deterioro o daño.	$I = (\text{No. mantenimientos realizados} / \text{No. mantenimiento planificadas}) * 100$	Registro de mantenimiento	Semestral
2.1.3	Generación de desechos y propagación de vectores	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	El área de almacenamiento de desechos no peligrosos y peligrosos deberá contar con piso impermeabilizado, paredes y techo. Además, deberán ser de fácil acceso para el personal que retire los desechos.	$I = (\text{No. inspecciones realizadas} / \text{No. inspecciones planificadas}) * 100$	Registro de inspección	Semestral
2.1.4	Generación de desechos y propagación de vectores	Afectación de la calidad del suelo y agua	Los desechos no peligrosos y peligrosos deberán almacenarse en áreas independientes.	$I = (\text{No. inspecciones realizadas} / \text{No. inspecciones planificadas}) * 100$	Registro de inspección	Semestral
2.1.5	Generación de desechos y propagación de vectores	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Todos los recipientes de disposición de desechos y las áreas de almacenamiento deberán contar con la señalización respectiva, que debe estar en perfectas condiciones.	$I = (\text{No. inspecciones realizadas} / \text{No. inspecciones planificadas}) * 100$	Registro de inspección	Semestral

2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS						
OBJETIVO:		Correcto manejo y disposición de los desechos sólidos generados en el área minera Mocoral.				
LUGAR DE APLICACIÓN:		Instalaciones de la mina				
RESPONSABLE:		Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.				
ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
2.1.6	Generación de desechos y propagación de vectores	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Los desechos orgánicos producto de las actividades de la cocina deberán disponerse en el área de compostaje.	$I = (\text{Kg. de desechos dispuestos en el área de compostaje} / \text{Kg. de desechos generados en el área de cocina}) * 100$	Registro de desechos	Semestral
2.1.7	Generación de desechos y propagación de vectores	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Los desechos inorgánicos no peligrosos generados en el área minera serán dispuestos en el Relleno Sanitario con el que cuenta la Mina.	$I = (\text{Kg de desechos dispuestos en el relleno sanitario} / \text{Kg. de desechos generados en el área minera}) * 100$	Registros de desechos	Mensual
2.1.8	Generación de desechos	Afectación de la calidad del suelo y agua	Llevar registros sobre la clasificación de desechos, volúmenes y/o cantidades generadas y la forma de tratamiento y/o disposición para cada clase de desechos.	$I = (\text{Kg de desechos registrados} / \text{Kg de desechos generados en el área minera}) * 100$	Registros de desechos	Semestral
2.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS LÍQUIDOS						
2.2.1	Generación de desechos	Afectación de la calidad del suelo y del agua	Los desechos líquidos como aceites usados o aditivos deberán ser almacenados en tanques dentro de un área que cuente con piso impermeabilizado, paredes, techos y cubeto de contención de derrames con una capacidad del 110% del volumen del tanque más grande.	$I = (\text{No. inspecciones realizadas} / \text{No. inspecciones planificadas}) * 100$	Registro de inspección	Semestral
2.2.2	Generación de desechos	Afectación de la calidad del suelo y del agua	Los desechos aceites usados y aditivos deberán ser entregados a un gestor que cuente con la respectiva autorización o licencia emitida por la entidad de control ambiental encargada.	$I = (\text{kg. desechos entregados a un gestor} / \text{kg. de desechos peligrosos generados}) * 100$	Cadena de custodia Manifiesto Único Licencia del gestor	Semestral

2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS

OBJETIVO: Correcto manejo y disposición de los desechos sólidos generados en el área minera Mocal.
LUGAR DE APLICACIÓN: Instalaciones de la mina
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
2.2.3	Generación de desechos	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Las aguas negras y grises provenientes de campamentos, oficina, dormitorios, cocina y comedor deberán se direccionadas hacia un sistema de tratamiento de agua.	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento del sistema realizadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento del sistema planificadas}) * 100$	Informe semestral del mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas negras y grises.	Semestral
2.2.4	Generación de desechos	Afectación de la calidad del agua	Realizar el tratamiento del o los sistemas de agua	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento del sistema realizadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento del sistema planificadas}) * 100$	Informe semestral del mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas negras y grises.	Semestral
2.2.5	Generación de desechos	Afectación de la calidad del suelo y del agua	Realizar la evacuación de los sedimentos de los estanques y piscinas del sistema de sedimentación, en caso de ser necesario realizar el mantenimiento respectivo.	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento realizadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento del planificadas}) * 100$	Informe semestral del mantenimiento de los estanques y piscina de sedimentación.	Semestral

11.2.3 Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental

La ejecución del programa de capacitación permitirá generar competencias específicas a los empleados, contratistas, subcontratistas y personal de prestación de servicios complementarios sobre la importancia y sensibilidad del área donde desarrolla sus actividades.

11.2.3.1 Objetivo General

Generar un cambio de actitud en los pobladores del área de influencia, empleados, contratistas, subcontratistas, personal de actividades complementarias de la compañía, para que actúen a favor del ambiente y disminuyan los impactos negativos sobre los recursos naturales, así como crear una cultura de salud y seguridad industrial al interior de la empresa.

11.2.3.2 Objetivos Específicos

- Verificar el cumplimiento de la capacitación del personal involucrado en el Proyecto, contratistas, subcontratistas y personal de actividades complementarias.
- Evaluar mediante inspecciones el cumplimiento de las normas establecidas durante las capacitaciones.
- Establecer los mecanismos más óptimos para la participación de la población del área de influencia y su relación con la empresa.
- Difundir, educar y concienciar a la población del sector y a los trabajadores de la empresa, sobre la conservación y protección del medio ambiente, la seguridad industrial y la salud ocupacional.

3 PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

OBJETIVO: Capacitar y educar al personal que trabaja en el área minera Mocoral, en aspectos ambientales y de las políticas de la empresa.
LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal técnico, administrativo y obrero.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
3.1	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del suelo y agua Pérdida de fauna y flora	Capacitar al personal de acuerdo al área de trabajo en los aspectos ambientales que deben cuidar para no afectar al ambiente. Los temas estarán enfocados en la conservación de flora y fauna silvestre, cacería, deforestación, tráfico ilegal de especies, etc.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. de capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Semestral
3.2	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del suelo y agua Afectación de la salud del personal (incidentes, accidentes)	Capacitar al personal en las actividades contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. de capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Anual
3.3	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la salud del personal	Se limitará el uso de las bocinas (pitos) de vehículos y/o maquinarias, salvo los que son utilizados por medidas de seguridad. Se capacitará al personal sobre el correcto uso de los Elementos sonoros de vehículos y maquinarias.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. de capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitaciones	Semestral
3.4	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la salud del personal (incidentes, accidentes)	La velocidad de todos los vehículos que transiten en las vías del Proyecto estará normada. Se mantendrán los siguientes límites de velocidad de: - 40 km/h en vías secundarias - 20 km/h en zonas pobladas, vías internas de algunas instalaciones - 10 km/h en áreas de estacionamiento, y frentes de trabajo en la vía.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. de capacitaciones planificadas}) * 100$ $I = (\text{No. de registros de los vehículos que cumplen con los límites de velocidad} / \text{No. total, de registros de velocidad}) * 100$	Registro de capacitaciones. Registro de verificación de límites de velocidad.	Semestral

3 PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

OBJETIVO: Capacitar y educar al personal que trabaja en el área minera Mocoral, en aspectos ambientales y de las políticas de la empresa.
LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal técnico, administrativo y obrero.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
3.5	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la salud del personal (incidentes, accidentes)	El personal encargado del abastecimiento de combustibles en el área de almacenamiento y en los cuerpos de explotación deberá estar capacitado en el manejo de combustibles.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registros de capacitaciones	Semestral
3.6	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la salud del personal (incidentes, accidentes)	Capacitar al personal encargado del taller mecánico sobre los cuidados y riesgos del trabajo.	$I = (\text{No. capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitaciones	Semestral
3.7	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Capacitación en el manejo de desechos no peligrosos y peligrosos de todo el personal del área minera.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registros de capacitación	Anual
3.8	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la salud del personal	Capacitar al personal que trabaja en el área minera sobre la necesidad del uso del EPP.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Semestral
3.9	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la salud del personal	Realizar la capacitación nutricional al personal de cocina, contemplando la elaboración de menús y con su revisión anual.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitaciones	Anual
3.10	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del suelo y del agua	El personal encargado del vivero deberá estar capacitado en el correcto manejo de agroquímicos y especies nativas que se cultivan.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitaciones.	Anual
3.11	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la salud del personal	Todo trabajador nuevo o visitantes que ingresen al área minera Mocoral, deberán recibir la respectiva Inducción, que contemplará las normas ambientales y seguridad que deben seguir las	$I = (\text{No de inducciones realizadas} / \text{No. de visitas que ingresaron al proyecto}) * 100$	Registro de inducciones	Cuando se requiera

3 PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

OBJETIVO: Capacitar y educar al personal que trabaja en el área minera Mocoral, en aspectos ambientales y de las políticas de la empresa.
LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal técnico, administrativo y obrero.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
			personas durante su permanencia en el área minera.			
3.12	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del suelo, agua y la salud del personal	Realizar charlas periódicas de aspectos ambientales a considerar por los trabajadores durante sus jornadas de trabajo.	$I = (\text{No. capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Semestral
3.13	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del suelo y agua Problemas con la comunidad	Concientizar y capacitar al personal sobre el relacionamiento y respeto a las comunidades de la zona de influencia.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Semestral
3.14	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del aire	Concientizar y capacitar al personal encargado del transporte de piedra caliza, sobre el uso de la carpa para cubrir el material que se transporta.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Semestral
3.15	Falta de conocimiento o destreza	Afectación de la calidad del suelo y agua Pérdida de fauna y flora	Realizar charlas dirigidas a los trabajadores y pobladores de comunidades del área de influencia directa, enfocadas en la conservación de la flora y fauna de la zona, para evitar la cacería, domesticación, comercialización, etc. de diferentes especies.	$I = (\text{No. de charlas Realizadas} / \text{No. de charlas planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Semestral
3.16	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	CECAL, instruirá al personal para atender cualquier emergencia en: primeros auxilios en casos de golpes, caídas, fracturas y enfermedades leves y comunes para lo cual se utilizará el botiquín médico que se dispone en el campamento y oficinas administrativas.	$I = (\text{No. de capacitaciones Realizadas} / \text{No. capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitaciones	Semestral

11.2.4 Plan de Relaciones Comunitarias

Busca establecer relaciones colaborativas, sostenibles y mutuamente beneficiosas con los grupos de interés de la comunidad fomentando un diálogo transparente, de respeto, inclusivo y diverso, y así garantizar un normal desarrollo de las actividades implementadas por la empresa.

11.2.4.1 Objetivo General

Desarrollar un conjunto de proyectos, actividades, que contribuyan a la consolidación de relaciones colaborativas, sostenibles y mutuamente beneficiosas con los grupos de interés de la comunidad, especialmente del AID, para un normal desarrollo de las actividades implementadas por la empresa.

11.2.4.2 Objetivos Específicos

- Disminuir los posibles impactos socioambientales negativos, que podrían alterar las dinámicas socio culturales de los asentamientos, en el área directa e indirecta del proyecto.
- Informar a la población del área de influencia sobre las características y avance del proyecto.
- Propiciar el diálogo con los diferentes actores claves y comunidad, para canalizar información, sugerencias, inquietudes y quejas que pudiesen presentarse durante el desarrollo de las actividades técnicas.
- Promover la participación de las comunidades del AID, en los proyectos de compensación que busquen el mejoramiento de las condiciones socio económicas, ambientales y culturales de sus habitantes.
- Identificar tempranamente las causas de posibles conflictos sociales que se puedan presentar durante la ejecución del proyecto para su prevención y atención inmediata

Favorecer el desarrollo de las comunidades, especialmente en los campos de salud, educación, empleo y capacitación, evitando paternalismos y dependencias; esta colaboración se realizará a través de la gestión con las distintas entidades públicas, privadas y sin fines de lucro que operen en el área de influencia del proyecto.

4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

OBJETIVO: Establecer relaciones participativas y de cooperación mutua con la población local y evitar conflictos que pudieran afectar al desarrollo normal de las actividades desarrolladas en la empresa.

LUGAR DE APLICACIÓN: CECAL CÍA. LTDA.

RESPONSABLE: Supervisor del Proyecto.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
4.1 Programa de Información y Comunicación						
4.1.1	Inadecuada comunicación con autoridades locales	Falta de más información, comunicación y coordinación con la GAD	Realizar dos reuniones al año con el área de influencia directa para informar sobre las actividades, solventar las inquietudes y coordinar apoyos como compensaciones.	$I = (\text{No. de reuniones realizadas/No. de reuniones programadas}) * 100$	Acta de la reunión. Registro asistencia Registro fotográfico	Anual
4.1.2	Inadecuada comunicación con las comunidades	Falta de más información, comunicación y coordinación con la comunidad	Mantener funcionando la Oficina de Relaciones Comunitarias como punto de información en el centro parroquial de Selva Alegre los martes y jueves, con un horario de atención de 14h00 a 16h00, ubicada en la parroquia de Selva Alegre.	$I = (\text{No. de días programados/No. de días de apertura de la oficina}) * 100$	Registro de apertura y cierre de la oficina Registro de visitas Registro Fotográfico	Diario
4.1.3	Inadecuada comunicación con las comunidades	Falta de más información, comunicación y coordinación con la comunidad	Instalar una cartelera informativa en el AID, como medio de difusión de información.	$I = (\text{No. de carteleras instaladas/No. de carteleras programadas instalar}) * 100$	Registro fotográfico Registro de instalación.	Anual
4.2 Programa Atención de Quejas						
4.2.1	Cumplimiento de la Ley	Prevención de conflictos	Crear y mantener un buzón de quejas y sugerencias al ingreso de la oficina de información.	$I = (\text{No. de quejas presentadas en el buzón/No. de quejas atendidas}) * 100$	Registro de quejas Registro fotográfico Registro de inspección del buzón.	Semestral
4.3 Programa de Compensación e Indemnización						
4.3.1	Instalación del proyecto en la zona	Compensación: Educación	Apoyo en educación en el área de influencia directa en la medida de lo posible en todas aquellas actividades que sean para incentivar en los niños y adolescentes.	$I = (\text{No. de acuerdos generados con instituciones})$	Solicitud de apoyos Acuerdo Registro de fotográfico	Anual

4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

OBJETIVO: Establecer relaciones participativas y de cooperación mutua con la población local y evitar conflictos que pudieran afectar al desarrollo normal de las actividades desarrolladas en la empresa.

LUGAR DE APLICACIÓN: CECAL CÍA. LTDA.

RESPONSABLE: Supervisor del Proyecto.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
				educativas/No. de actas de entrega) *100	Acta entrega recepción	
4.3.2	Instalación del proyecto en la zona	Compensación: Salud	Apoyo en salud en el área de influencia directa en la medida de lo posible en todas aquellas actividades que sean para incentivar en los niños y adolescentes.	I= (No. de acuerdos generados con el centro de salud/No. de actas de entrega) *100	Solicitud de apoyos Acuerdo Registro de fotográfico Acta entrega recepción	Anual
4.3.3	Instalación del proyecto en la zona	Compensación: Deporte y cultura	Apoyo en actividades deportivas y culturales en el área de influencia directa en la medida de lo posible en todas aquellas actividades que sean para incentivar en los niños y adolescentes.	I= (No. de acuerdos generados con el GAD Parroquial/No. de actas de entrega) *100	Solicitud de apoyos Acuerdo Registro de fotográfico Acta entrega recepción	Anual
4.3.4	Afectación a personas, bienes individuales (De ocurrir)	Afectación a personas, bienes individuales (De ocurrir)	En caso de tener algún perjuicio a la propiedad privada se realizará la indemnización correspondiente de acuerdo con la normativa vigente.	I= (No. de indemnizaciones /No. de daños ocasionados) *100	Registro de indemnizaciones Actas de pago de indemnizaciones Registro Fotográfico	Anual
4.4	Programa de Contratación de Mano de Obra					
4.4.1	Contratación de mano de obra	Generación de empleo	Mantener la contratación de preferencia mano de obra local del área de influencia directa para el desarrollo de las actividades de la empresa. El momento y el período de contratación dependerá de la dinámica de la empresa.	I = (No. personal del área de influencia directa/No. total, de personal de la empresa)	Hojas de vida Copia de cédula Contratos de trabajo	En caso sea necesario.

4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

OBJETIVO: Establecer relaciones participativas y de cooperación mutua con la población local y evitar conflictos que pudieran afectar al desarrollo normal de las actividades desarrolladas en la empresa.

LUGAR DE APLICACIÓN: CECAL CÍA. LTDA.

RESPONSABLE: Supervisor del Proyecto.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
			Se cumplirá con las normas laborales en vigencia, así como con la proporcionalidad en la distribución entre mano de obra local y extranjera.	*100		
4.4.2	Contratación de mano de obra	Generación de empleo	Comunicar en las carteleras informativas del área de influencia directa, la disponibilidad de plazas de trabajo existentes (cantidad y cargo) a las que pueden acceder los pobladores, de acuerdo con los requerimientos técnicos del proyecto, en el mismo se indicará los requisitos y el mecanismo de presentación de las personas interesadas.	(No. de carteles informativos de plazas de trabajo/ No. de sitios estratégicos establecidos) *100	Registro fotográfico	En caso sea necesario.
4.5	Programa de Capacitación					
4.5.1	Cuidado al ambiente	Deterioro de las condiciones ambientales del AID no relacionadas con las actividades de la empresa	Un evento de capacitación en tema de monitoreos ambientales en el Área de Influencia Directa.	I= (No. de capacitaciones o talleres realizados/ No. de capacitaciones coordinadas) *100	Registro de asistencia Registro fotográfico Material de apoyo si existiere	Anual
4.5.2	Generación de aguas residuales, gases, polvo, derrames	Afectación a la calidad del agua Afectación a la calidad del suelo Afectación a la calidad del aire	Se informará mediante la cartelera el resultado de los monitoreos realizados en mina.	I= (No. de monitoreos publicados/ No. de monitoreos realizados) *100	Registro fotográfico	Semestral

4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

OBJETIVO: Establecer relaciones participativas y de cooperación mutua con la población local y evitar conflictos que pudieran afectar al desarrollo normal de las actividades desarrolladas en la empresa.

LUGAR DE APLICACIÓN: CECAL CÍA. LTDA.

RESPONSABLE: Supervisor del Proyecto.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
4.5.3	Inadecuadas prácticas ambientales	Conflicto empresa – comunidades	Incentivar el cuidado ambiental a nivel de niños y jóvenes, mediante la organización de visitas guiadas semestrales a las instalaciones de la empresa en especial al vivero forestal.	I= (No. de visitas guiadas/No. de visitas programadas) *100	Registro de asistencia Registro fotográfico Material de apoyo si existiere	Anual
4.5.4	Cuidado al ambiente	Deterioro de las condiciones ambientales del AID no relacionadas con las actividades de la empresa	Dos eventos de capacitación o talleres en temas ambientales en el Área de Influencia Directa.	I= (No. de capacitaciones o talleres realizadas/ No. de capacitaciones coordinadas) *100	Registro de asistencia Registro fotográfico Material de apoyo si existiere	Anual
4.6	Programa de Cuidado al Patrimonio Cultural					
4.6.1	Daño al Patrimonio Cultural	Conservación del patrimonio cultural	En caso de encontrar restos arqueológicos se informará el particular al Ministerio del Ambiente, Agua y transición Ecológica, así como también al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.	I= (No de informes entregados a la entidad de control/ No de informes de los hallazgos encontrados) *100	Informe de Hallazgos	En caso de ser necesario

11.2.5 Plan de Emergencias y Contingencias

El presente estudio propone un plan de contingencias y emergencias, el cual considerará todos los posibles riesgos que puedan generar las actividades desarrolladas y descritas en el capítulo de descripción del proyecto.

De modo general se puede establecer que las contingencias y emergencias pueden surgir en cualquier momento y sus causas pueden ser muy diversas, en todos los casos, siempre las consecuencias son las mismas: daños a las personas y a la propiedad. El planeamiento de la prevención y respuesta ante estas contingencias y emergencias debe realizarse con anticipación con la finalidad de garantizar la prevención o minimizar los efectos del hecho.

La existencia de un plan propio como el presente, constituye la mejor garantía de prevención y de respuesta eficaz y oportuna ante esta clase de emergencias.

El propósito del Plan de contingencias y emergencias (PCE) es compilar las acciones y los procedimientos de primera respuesta a aplicar para prevenir y responder a las posibles contingencias y emergencias durante las actividades del proyecto.

11.2.5.1 Objetivo General

Preservar la salud y la seguridad de los trabajadores, así como promover prácticas de preservación del medioambiente en el área y el entorno social en el que se desenvolverán las actividades del proyecto.

11.2.5.2 Objetivos Específicos

- Prevenir y responder en forma: oportuna, rápida y eficiente ante cualquier emergencia y contingencias, con posibilidad de riesgo a la vida humana, la salud y el medio ambiente, manejándola con serenidad, responsabilidad y métodos específicos.
- Disponer de un adecuado plan de limpieza y recuperación de la zona afectada para minimizar el impacto ambiental.
- Optimizar el uso de equipos, materiales y recursos humanos que sean necesarios a fin de prevenir y controlar eventos imprevistos, lo que se logra a través de la selección de equipos, diseño de procedimientos operativos y administrativos y la capacitación e inducción del personal.

11.2.5.3 Glosario de Términos Generales de Gestión de Riesgos de Desastres

Adaptabilidad: Capacidad de una persona o comunidad de acoplarse, solucionar problemas y afrontar los cambios, aprovechando las condiciones positivas y resistiendo las consecuencias negativas (USAID/OFDA, 2007, pág. 4).

Afectados: Las personas que resultan perjudicadas, directa o indirectamente, por un suceso peligroso:

- **Afectados directos:** Se considera directamente afectado a aquel que ha sufrido lesiones, enfermedades u otros efectos en la salud; los que han sido evacuados, desplazados, reubicados y que a la vez han enfrentado daños parciales o totales en los medios de vida o sus bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales impactados por el evento peligroso (ONU, 2016, pág. 11).

- Afectados indirectos: son los que no recibieron el impacto del evento peligroso, pero han sufrido consecuencias, distintas o añadidas a los efectos directos, y que al cabo de un tiempo existen alteraciones parciales en sus medios de vida o cambios en la economía, las infraestructuras vitales, los servicios básicos, el comercio o el trabajo, o consecuencias sociales, sanitarias y psicológicas (ONU, 2016, pág. 11).

Amenaza: Proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disrupciones sociales y económicas o daños ambientales (ONU, 2016, pág. 19).

Análisis de riesgo: Proceso de comprender la naturaleza del riesgo para determinar su nivel a través de la identificación de riesgo, es la base para la evaluación de riesgos y las decisiones sobre las medidas de reducción del riesgo y preparación para la respuesta. Incluye la estimación del riesgo.

Damnificado: Persona afectada íntegramente por el impacto directo de un peligroso en los servicios básicos, comunitarios o en sus medios de subsistencia, y que no puede continuar con su actividad normal. No tiene la capacidad propia para recuperar el estado de sus bienes y patrimonio, requieren atención integral para su recuperación. Todos los damnificados son objeto de asistencia humanitaria (PMA/SNGRE, 2018, pág. 36).

Desastre: Disrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad en cualquier escala debida a fenómenos peligrosos que interaccionan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, ocasionando uno o más de los siguientes: pérdidas e impactos humanos, materiales, económicos y ambientales (ONU, 2016, pág. 13).

Emergencia: Es un evento peligroso de origen natural o antrópico que pone en peligro a las personas, los bienes o la continuidad de los servicios en la comunidad y que requieren una respuesta inmediata y eficaz a través de las entidades locales.

Evacuación: Traslado temporal de personas, animales u otros, a lugares más seguros antes, durante o después de un evento peligroso con el fin de protegerlos (ONU, 2016, pág. 19).

Plan de contingencia: Procedimientos operativos específicos y preestablecidos de coordinación, alerta, movilización y respuesta ante la manifestación o la inminencia de un fenómeno peligroso particular para el cual se tienen escenarios de efectos definidos (Comisión Nacional de Emergencias y la Defensa Civil Dominicana, 2010, pág. 4) Pág. 4 del apéndice de terminología.

Resiliencia: Capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse, transformarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (ONU, 2016, pág. 23)

Simulacro: Ejercicio práctico de manejo de acciones operativas que se realiza mediante la escenificación de daños y lesiones en una situación hipotética de emergencia. Los participantes enfrentan situaciones recreadas utilizando las habilidades y técnicas con las que atenderían casos

reales, implica la movilización y operación real de personal y recursos materiales (Organización Panamericana de la Salud, 2010, pág. 19).

Víctima: Persona afectada que ha sufrido daño en su salud e integridad física o mental provocado por un evento peligroso, requiere básicamente atención en salud (PMA/SNGRE, 2018, pág. 45).

Zona de Riesgo: Son terrenos que no son adecuados para el asentamiento de viviendas por constituir zonas de potencial riesgo por las características del suelo, cercanía de ríos o cuerpos de agua, cercanía a elementos de transmisión eléctrica u otras similares o aquellas carentes de higiene y salubridad Las zonas de riesgo pueden ser destinadas a área de reforestación, área de protección ambiental (Promoción y Capacitación para el Desarrollo y Konrad Adenauer Stiftung (Betty Soria del Castillo), 2011, pág. 34).

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural.
LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.1 Programa de simulacros y primeros auxilios						
5.1.1	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Conformar y organizar al grupo de contingencias operacionales y naturales (brigadistas), designando funciones específicas al personal que conforma este, a fin de que, actúen de forma acertada cuando se presente algún accidente laboral o desastre natural.	I=No. de brigadas conformadas	Listado anual del personal que forma parte del grupo de contingencias.	Anual
5.1.2	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Colocar en un lugar visible la lista de contactos de entidades locales (casas de salud, cuerpo de bomberos del cantón Otavalo), a fin de que presten asistencia en caso de una emergencia.	I= No. de letreros instalados con contactos de emergencia	Registro fotográfico	Semestral
5.1.3	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener un vehículo disponible, para evacuar al personal lesionado en forma oportuna durante la jornada de trabajo regular.	I= No. de vehículos disponibles para emergencias	Acta de designación de vehículo para emergencias	Anual
5.1.4	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	En caso de una contingencia se deberá elaborar un informe que indique el tipo de contingencia, fecha / hora, breve resumen. Este informe deberá ser entregado al titular minero, en un lapso 24 horas.	I= No. de informes de contingencias reportadas por semestre.	Informe de contingencias	Anual
5.2 Programa de emergencias en caso de incendios						
5.2.1	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal Afectación a la flora y fauna	Durante el incendio, las personas que detecten fuego tratarán de extinguirlo lo más pronto posible utilizando los equipos que tengan a su alcance, extintores, arena, agua, etc.	I = (No. áreas que cuentan con el kit de contingencias y extintores/No. áreas que requieren un kit y extintor) *100	Registro fotográfico	Semestral

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural.
LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.2.2	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal Afectación a la flora y fauna	El personal que detecte fuego notificará de manera rápida al Jefe de seguridad.	I= No. de informes de incendios reportados por semestre.	Informes de contingencias	Cuando se requiera
5.2.3	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal	De ser necesario se solicitará la presencia del cuerpo de bomberos de Otavalo, para ello se tendrá en lugares visibles los números telefónicos con el fin de obtener una respuesta pronta.	$I = (\text{No. letreros colocados} / \text{No. letreros requeridos}) * 100$	Registro fotográfico	Semestral
5.2.4	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal	EL / La Supervisor del área afectada procederá a evacuar a todas las personas ajenas al siniestro encaminándolos hacia la zona segura.	$I = (\text{No. reportes entregados} / \text{No. emergencias producidas}) * 100$	Reporte del siniestro Registro de personal	Cuando se requiera
5.2.5	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal	El equipo contra incendios y explosivos procederá ha ejecutar sus funciones de acuerdo a lo expuesto anteriormente.	$I = (\text{No. reportes entregados} / \text{No. emergencias producidas}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.2.6	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal	En coordinación con el personal de Seguridad y con personal que el Jefe de Emergencias asigne, el acceso estará restringido a personas no autorizadas a la empresa.	$I = (\text{No. reportes entregados} / \text{No. emergencias producidas}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural.
LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.2.7	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal.	Después del incendio, verificar la correcta extinción del incendio eliminando todo posible reinicio de este	$I = (\text{No. accidentes reportados} / \text{No. accidentes ocurridos}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.2.8	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal	Realizar labores de rescate de personas si las hubiere, brindando los primeros auxilios, o transportándolos al centro de salud más cercanos.	$I = (\text{No. accidentes reportados} / \text{No. accidentes ocurridos}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.2.9	Accidentes laborales e incendios.	Afectación de la calidad del agua y suelo	Remover y limpiar todos los escombros que se hayan producido.	$I = (\text{No. áreas limpias} / \text{No. áreas afectadas}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.2.10	Accidentes laborales e incendios.	Afectación de la calidad del agua y suelo	Evaluar los daños ocasionados a la empresa, vecindad y medio ambiente, así como las pérdidas del tipo humano, infraestructura, y patrimonial.	$I = (\text{No. áreas afectadas} / \text{No. área total}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.2.11	Accidentes laborales e incendios.	Afectación de la calidad del agua y suelo	Todo material contaminado será puesto a disposición de empresas especializadas, estas serán contratadas por los administradores de la empresa.	$I = (\text{Kg. de material entregado} / \text{Kg. de material afectado}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.2.12	Accidentes laborales e incendios.	Afectación a la salud del personal	Informar a las autoridades locales de ser necesario.	$I = (\text{No. reportes entregados} / \text{No. emergencias producidas}) * 100$	Reporte del siniestro a la autoridad ambiental Reporte de emergencia	Cuando se requiera

5.3 Programa de emergencia en caso de explosiones

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural.
LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.3.1	Accidentes laborales y explosiones.	Afectación a la salud del personal	Durante la explosión, mantener la calma. Procurar que las personas que se encuentran en el área de trabajo no caigan en pánico colectivo, ya que agravaría la emergencia.	$I = (\text{No. accidentes reportados} / \text{No. accidentes ocurridos}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.3.2	Accidentes laborales y explosiones.	Afectación a la salud del personal	Abandonar el área y buscar el Punto de Encuentro.	$I = (\text{Listado de personas en los puntos de encuentro} / \text{Listado total de personal}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.3.3	Accidentes laborales y explosiones.	Afectación a la salud del personal	Después de la explosión, realizar labores de rescate de personas si las hubiere, brindando los primeros auxilios, o transportándolos al centro de salud más cercanos.	$I = (\text{No. accidentes reportados} / \text{No. accidentes ocurridos}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.3.4	Accidentes laborales y explosiones.	Afectación a la salud del personal	Remover y limpiar todos los escombros que se hayan producido.	$I = (\text{No. áreas limpias} / \text{No. áreas afectadas}) * 100$	Reporte de limpieza	Cuando se requiera
5.4 Programa de emergencia en caso de lluvias intensas						
5.4.1	Accidentes laborales e inundaciones.	Afectación a la salud del personal	En caso de lluvias intensas todo el personal operativo dejará de operar de forma inmediata, adicionalmente se apagarán todas las máquinas que estén en uso.	$I = (\text{No. maquinaria en funcionamiento} / \text{No. maquinaria total}) * 100$	Reporte de la emergencia	Cuando se requiera
5.4.2	Accidentes laborales e inundaciones.	Afectación a la salud del personal	Remover y limpiar todos los escombros que se hayan producido.	$I = (\text{No. áreas limpias} / \text{No. áreas afectadas}) * 100$	Reporte de limpieza	Cuando se requiera
5.4.3	Accidentes laborales e inundaciones.	Afectación a la salud del personal	Limpieza de derrumbes, alcantarillas y cunetas.	$I = (\text{No. áreas limpias} / \text{No. áreas afectadas}) * 100$	Reporte de limpieza	Cuando se requiera
5.5. Programa de emergencia ante sismos						

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural.
LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.5.1	Causas naturales: Sismos, terremotos	Afectación al ambiente, infraestructuras y salud del personal	Cuando los temblores empiecen el personal dejará de operar inmediatamente, apagando toda la maquinaria que este siendo utilizada, y deberán dirigirse hacia las zonas preestablecidas.	$I = (\text{No. reportes realizados} / \text{No. eventos ocurridos}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.5.2	Causas naturales: Sismos, terremotos	Afectación al ambiente, infraestructuras y salud del personal	Luego de que pase el terremoto y sus réplicas, el equipo de primeros auxilios, dará las primeras atenciones a los heridos, si la situación se torna grave se solicitará la presencia de cruz roja, policía y cuerpo de bomberos.	$I = (\text{No. accidentes reportados} / \text{No. accidentes ocurridos}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.5.3	Causas naturales: Sismos, terremotos	Afectación al ambiente, infraestructuras y salud del personal	En coordinación con el personal de Seguridad y con personal que el Jefe de Emergencias asigne, el acceso estará restringido a personas no autorizadas a la empresa.	$I = (\text{No. reportes entregados} / \text{No. emergencias producidas}) * 100$	Reporte del siniestro a la autoridad ambiental Reporte de emergencia	Cuando se requiera

5.6 Programa de emergencia ante vientos fuertes

5.6.1	Causas naturales: Vientos fuertes	Afectación al ambiente, infraestructuras y salud del personal	En caso de vientos fuertes el personal dejará de operar dirigiéndose a los sitios de concentración establecidos.	$I = (\text{Listado de personas en los puntos de encuentro} / \text{Listado total de personal}) * 100$	Reporte del siniestro	Cuando se requiera
5.6.2	Causas naturales: Vientos fuertes	Afectación al ambiente, infraestructuras y salud del personal	Se dará aviso a las autoridades locales y a la secretaria nacional de Prevención de Riesgos.	$I = (\text{No. reportes entregados} / \text{No. emergencias producidas}) * 100$	Reporte del siniestro a la autoridad ambiental Reporte de emergencia	Cuando se requiera

5.7 Programa de emergencia por derrames de combustibles y aceites

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural. LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral. RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.						
5.7.1	Derrames de combustible y aceites	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal.	Realizar una evaluación rápida de las características del derrame, evaluando principalmente el volumen. De acuerdo a OLADE (1994), se considera un derrame menor a un volumen de hidrocarburo derramado hasta 55 galones. Un derrame mayor es aquel cuyo volumen derramado es mayor a 55 galones.	$I = (\text{No. áreas que cuentan con el kit de contingencias y extintores} / \text{No. áreas que requieren un kit y extintor}) * 100$	Registro de inspecciones Registro fotográfico	Semestral
5.7.2	Derrames de combustible y aceites	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal.	En caso de un derrame mayor a 55 galones se deberá activar la alarma de evacuación y dar paso a la respuesta anti derrame.	$I = (\text{No. áreas que cuentan con el kit de contingencias y extintores} / \text{No. áreas que requieren un kit y extintor}) * 100$	Registro de inspecciones Registro fotográfico	Semestral
5.7.3	Derrames de combustible y aceites	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, agua, aire	Contener el derrame para prevenir la dispersión de la contaminación. El derrame deberá represarse mediante arena u otros materiales.	$I = (\text{No. áreas que cuentan con el kit de contingencias} / \text{No. áreas que requieren un kit}) * 100$	Registro fotográfico Reporte de emergencia	Semestral
5.7.4	Derrames de combustible y aceites	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, agua, aire	Disposición o eliminación de los materiales contaminados utilizados de una manera ambientalmente adecuada.	$I = (\text{Kg. de material eliminado} / \text{Kg. de material afectado}) * 100$	Registro fotográfico Reporte de emergencia	Cuando se requiera
5.7.5	Derrames de combustible y aceites	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, agua, aire	Evitar tocar los recipientes dañados sin los accesorios apropiados de protección personal.	$I = (\text{No. EPP entregado} / \text{No. EPP total}) * 100$	Registro fotográfico Reporte de entrega de EPP	Anual
5.7.6	Derrames de combustible y aceites	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, agua, aire	Prevenir que el derrame alcance cauces naturales, colocando barreras de arena alrededor del derrame.	$I = (\text{No. derrames gestionados} / \text{No. derrames ocurridos}) * 100$	Reporte de emergencia	Cuando se requiera

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural. LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral. RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.						
ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.7.7	Derrames de combustible y aceites	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, agua, aire	Reportar el incidente a Gerencia General.	$I = \frac{\text{No. derrames gestionados}}{\text{No. derrames ocurridos}} * 100$	Reporte de emergencia	Cuando se requiera
5.8 Programa de emergencias ante fallas de las pendientes de las escombreras						
5.8.1	Causas naturales: Lluvia intensa	Afectación al ambiente, infraestructuras y salud del personal	Monitorear las pendientes de las escombreras a fin de evitar la erosión eólica e hídrica, acción que permitirá ejecutar un proceso de revegetación con especies herbáceas y arbustivas que recuperan el entorno paisajístico en áreas degradadas.	$I = \frac{\text{No. reportes realizados}}{\text{No. eventos ocurridos}} * 100$	Reporte de actividades	Cuando se requiera
5.8.2	Causas naturales: Sismos, terremotos	Afectación al ambiente, infraestructuras y salud del personal	Conducir a través de cunetas de drenaje las aguas lluvias y escorrentías presentes en el área de influencia de las escombreras, las mismas deben recibir el mantenimiento, a fin de evitar alguna obstrucción.	$I = \frac{\text{No. cunetas limpias}}{\text{No. cunetas totales}} * 100$	Registro de inspecciones	Trimestral
5.9 Programa de emergencias ante deslaves o deslizamientos de tierra						
5.9.1	Causas naturales: Deslizamientos de tierra	Afectación a la calidad de suelo y salud del personal	Para evitar el empozamiento y filtración de agua, se realizará la limpieza periódica de todos los canales.	$I = \frac{\text{No. cunetas limpias}}{\text{No. cunetas totales}} * 100$	Registro de inspecciones	Trimestral
5.9.2	Causas naturales: Deslizamientos de tierra	Afectación a la calidad de suelo y salud del personal	Se revisarán los caudales de los ríos y quebradas que se encuentran dentro de la concesión con el fin de determinar si existe represamiento del cauce que pueda provocar deslizamientos o derrumbes	$I = \frac{\text{No. reportes gestionados}}{\text{No. eventos ocurridos}} * 100$	Reporte de emergencia	Cuando se requiera

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO: Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural.
LUGAR DE PLICACIÓN: Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.9.3	Causas naturales: Deslizamientos de tierra	Afectación a la calidad de suelo y salud del personal	En caso de derrumbes y/o deslizamientos en las áreas del proyecto, se comunicará mediante radio a todo el personal para su resguardo y posterior conteo del mismo, en caso de ser necesario se informará a las autoridades respectivas.	$I = \frac{\text{No. reportes entregados}}{\text{No. emergencias producidas}} * 100$	Reporte de emergencia	Cuando se requiera
5.9.4	Causas naturales: Deslizamientos de tierra	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal	En caso de que el evento genere la contaminación del suelo o agua con desechos peligrosos de la cantera, se deberá identificar y cuantificar el área afectada para proceder a su limpieza.	$I = \frac{\text{No. reportes entregados}}{\text{No. emergencias producidas}} * 100$	Reporte de emergencia	Cuando se requiera
5.9.5	Causas naturales: Deslizamientos de tierra	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal	En caso de que exista personal afectado por dichos deslizamientos se deberá determinar la identidad del mismo, su puesto de trabajo y proceder a la búsqueda considerando la dirección del flujo, en caso de no ser seguro se comunicará a los bomberos y equipos de búsqueda y rescate.	$I = \frac{\text{No. reportes entregados}}{\text{No. emergencias producidas}} * 100$	Reporte de emergencia	Cuando se requiera

5.10 Programa de emergencia ante riesgo volcánico

5.10.1	Causas naturales: Erupción volcánica	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal.	Se deberá almacenar suministros de emergencia en caso de sismos, terremotos o erupción volcánica (agua embotellada, filtros de agua y sistemas de depuración, cloro, productos enlatados, linternas, radio portátil, tiendas de campaña grandes, radios de comunicación, equipos de primeros auxilios, cobijas, entre otros.) Se realizarán inspecciones para verificar el cumplimiento de la medida.	$I = \frac{\text{No. mochila de suministros equipadas}}{\text{No. mochilas de suministros requeridas}} * 100$	Registro de inspecciones	Semestral
--------	---	--	---	---	--------------------------	-----------

5 PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS

OBJETIVO:		Establecer actividades encaminadas a controlar y prestar auxilio en caso de una contingencia operacional o natural.				
LUGAR DE PLICACIÓN:		Todas las instalaciones y frentes de explotación del área minera Mocoral.				
RESPONSABLE:		Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.				
ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
5.10.2	Causas naturales: Erupción volcánica	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal.	En el caso que las autoridades emitan la alerta roja, se deberá proceder con la evacuación de todos los frentes de trabajo inmediatamente. Se deberá verificar que todo el personal haya sido evacuado.	$I = (\text{No. eventos reportados} / \text{No. de eventos ocurridos}) * 100$ $I = (\text{No. personal registrado} / \text{No. personal total}) * 100$	Registro de personal Registro de emergencia	Cuando se requiera
5.10.3	Causas naturales: Erupción volcánica	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal.	Verificar que todos los puntos de encuentro estén correctamente señalizados y no existan obstáculos al su alrededor. Se realizará inspecciones	$I = (\text{No. señalización y mantenimiento de los puntos de encuentro} / \text{No. de puntos de encuentros}) * 100$	Registro de mantenimiento Registro fotográfico	Semestral
5.10.4	Causas naturales: Erupción volcánica	Afectación a la calidad del agua, suelo, biótica y salud del personal.	La brigada de primeros auxilios atenderá a los heridos. Estos serán valorados, inmovilizados y trasladados a una zona segura donde se administrarán los primeros auxilios correspondientes.	$I = (\text{No. reporte de incidentes y accidentes} / \text{No. eventos volcánicos presentados}) * 100$	Reporte de incidentes y accidentes en el IESS	Cuando se lo requiera

11.2.6 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional

Las normas del presente plan se concretan en un conjunto de prácticas de sentido común, donde el elemento clave es la actitud responsable y la concienciación de todas las personas que intervienen en el proyecto de forma temporal o permanente, así como de sus contratistas y subcontratistas.

Todos los trabajos, proyectos y actividades normales a ser desarrolladas en el área de estudio deben ejecutarse manteniendo la gestión de salud, seguridad y ambiente; lo que beneficia directamente a la protección de la integridad física del personal.

11.2.6.1 Objetivo General

Cumplir con las normas nacionales vigentes, asegurando las condiciones básicas para que los centros de trabajo y las actividades que se realicen cumplan con las medidas necesarias para proteger la salud de los trabajadores, prevenir accidentes laborales, promover el cuidado de los bienes de la empresa y capacitar a los trabajadores en procedimientos y hábitos de seguridad.

11.2.6.2 Objetivos Específicos

- Prevenir los riesgos laborales y accidentes de trabajo.
- Dar cumplimiento a las normas y leyes vigentes sobre la seguridad industrial y salud laboral, así como los manuales y procedimientos internos sobre salud ocupacional y seguridad industrial.
- Comunicar a los trabajadores propios y de empresas proveedoras de servicios acerca de los potenciales peligros y riesgos de las actividades a ejecutarse en las diferentes fases del proyecto.
- Establecer las Normas de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial que la empresa, sus contratistas y personal deben cumplir para evitar enfermedades y accidentes ocupacionales durante la ejecución del proyecto.

6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

OBJETIVO: Promover entre los trabajadores las buenas prácticas operacionales que deben cumplir para evitar accidente e incidentes.
LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal técnico y obrero que trabajan el área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
6.1.1	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Elaborar los procedimientos y normas de buenas prácticas laborales, comprometiendo a sus técnicos, trabajadores y contratistas con el cumplimiento de las mismas.	$I = (\text{No. de procedimientos realizados} / \text{No. de procedimientos planificados}) * 100$	Procedimientos elaborados, revisados y aprobados Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo	Bienal
6.1.2	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Difundir todos los procedimientos y normas internas entre los trabajadores.	$I = (\text{No. de capacitaciones realizadas} / \text{No. de capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de capacitación	Semestral
6.1.3	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Designar a una persona para supervisar el cumplimiento y la aplicación de los procedimientos de seguridad laboral e industrial, la persona seleccionada debe tener conocimiento sobre los riesgos que provoca la actividad de explotación minera.	$I = \text{No. de personas designadas para seguridad industrial}$	Contrato de la persona designada para la supervisión con conocimientos en seguridad	Anual
6.1.4	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener en el campamento un Kit de primeros auxilios que tenga: botiquín con los insumos básicos, camilla, inmovilizadores, collarín.	$I = (\text{No. de inspecciones realizadas} / \text{No. de inspecciones planificadas}) * 100$	Registro de inspecciones del botiquín.	Semestral
6.1.5	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Entregar el Equipo de Protección Personal respectivo a todos los obreros que trabajen en el área minera Mocoral, según el tipo de trabajo que desempeñan.	$I = (\text{No. de registro de entrega de EPP generados por trabajador} / \text{No. de trabajadores}) * 100$	Registro de entrega de EPP	Anual

6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

OBJETIVO: Promover entre los trabajadores las buenas prácticas operacionales que deben cumplir para evitar accidente e incidentes.
LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal técnico y obrero que trabajan el área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
6.1.6	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Todo el personal que trabaja en el área minera deberá usar el correspondiente EPP.	$I = (\text{No. de inspecciones realizadas} / \text{No. de capacitaciones planificadas}) * 100$	Registro de inspecciones de uso de EPP	Semestral
6.1.7	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	En caso de que una persona que esté bajo el efecto de sustancias estupefacientes, alcohol o drogas, se deberá prohibir su ingreso hacia el área minera y se notificará por escrito al supervisor.	$I = \text{No. de notificaciones realizadas} / \text{No. de incidentes reportados}$	Registro de notificaciones de incidentes	Semestral
6.1.8	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Verificar que el personal subcontratista y/o empresas externas a CECAL, cumplan con las normas de seguridad establecidas en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, aprobados por el Ministerio del Trabajo.	$I = \text{No. de actividades implementadas por los contratistas} / \text{No. de actividades exigidas a contratistas}) * 100$	Informe semestral del cumplimiento de las normas de seguridad.	Semestral
6.1.9	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Efectuar chequeos médicos periódicos a los trabajadores o cuando el caso lo requiera.	$I = (\text{No. de trabajadores} / \text{No. de chequeos médicos realizados})$	Chequeos médicos anuales de los trabajadores.	Anual

6.2 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL/COMEDOR Y COCINA

6.2.1	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Realizar la limpieza continua de la cocina y comedor para evitar la proliferación de animales nocivos para la salud.	$I = (\text{No. de limpiezas realizadas al mes} / \text{días del mes}) * 100$	Registro diario de limpieza de la cocina	Mensual
6.2.2	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Realizar el mantenimiento de las instalaciones del comedor-cocina; así como, la reparación de los daños que se identifiquen en las áreas de la instalación.	$I = (\text{No. de reparaciones realizadas} / \text{No. de daños identificados en las instalaciones}) * 100$	Informe semestral de mantenimiento del área de comedor-cocina.	Semestral

6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

OBJETIVO: Promover entre los trabajadores las buenas prácticas operacionales que deben cumplir para evitar accidente e incidentes.
LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal técnico y obrero que trabajan el área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
6.2.3	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener en buen estado los recipientes de disposición de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.	$I = (\text{No. de recipientes reemplazados} / \text{No. de recipientes dañados}) * 100$	Informe semestral de mantenimiento del área de comedor-cocina.	Semestral
6.2.4	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Colocar los cilindros de gas licuado de petróleo en el área prevista para esto.	$I = (\text{No. de cilindros ubicados en el área de 7.gas} / \text{No. de cilindros requeridos}) * 100$	Registro fotográfico	Anual
6.2.5	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	El personal de cocina deberá usar cofias	$I = (\text{No. de cofias entregadas} / \text{No. de personas encargadas de la cocina}) * 100$	Registro de entrega de gorras	Anual
6.2.6	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener un suministro continuo de agua para ser utilizada en la cocina.	$I = (\text{Volumen de agua proporcionada} / \text{volumen de agua requerida}) * 100$	Informe semestral del comedor-cocina.	Semestral
6.2.7	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener un extintor en el área de comedor-cocina.	$I = (\text{No. de extintores instalados} / \text{No. de extintores requeridos}) * 100$	Informe semestral de estado de extintores.	Semestral
6.2.8	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Dar mantenimiento al área de almacenamiento de víveres y tener estos organizado y en orden.	$I = (\text{No. de actividades de mantenimiento realizadas} / \text{No. de actividades de mantenimiento planificadas}) * 100$	Informe semestral de estado de extintores.	Semestral

6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

OBJETIVO: Promover entre los trabajadores las buenas prácticas operacionales que deben cumplir para evitar accidente e incidentes.
LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal técnico y obrero que trabajan el área minera Mocoral.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
6.3 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL / CAMPAMENTOS						
6.3.1	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Realizar la limpieza continua del interior y exterior de los campamentos.	$I = (\text{No. de actividades de limpieza realizadas} / \text{No. de actividades planificadas}) * 100$	Registro diario de limpieza de campamentos	Mensual
6.3.2	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener en buen estado los recipientes de disposición de desechos en los campamentos.	$I = (\text{No. de recipientes reemplazados} / \text{No. de recipientes dañados}) * 100$	Registro fotográfico	Semestral
6.3.3	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Colocar los cilindros de gas licuado de petróleo del sistema de calentamiento de agua en el área prevista para estos.	$I = (\text{No. de cilindros ubicados en el área de gas} / \text{No. de cilindros requeridos}) * 100$	Registro fotográfico.	Mensual
6.3.4	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener continuamente un extintor en las villas del personal técnico y administrativo; así como en el área de dormitorios del personal.	$I = (\text{No. de extintores instalados} / \text{No. de extintores requeridos en el campamento}) * 100$	Registro fotográfico	Anual
6.3.5	Accidentes laborales	Afectación a la salud del personal	Mantener un suministro continuo de agua para ser utilizada en los campamentos.	$I = (\text{Volumen de agua proporcionada} / \text{volumen de agua requerida}) * 100$	Registro fotográfico	Semestral

11.2.7 Plan de Seguimiento y Monitoreo

El Plan de Monitoreo y Seguimiento es una herramienta para determinar si las actividades del proyecto son implementadas de acuerdo a lo planificado, valorando su nivel de cumplimiento.

Los informes del Plan de Monitoreo y Seguimiento se presentarán a la Autoridad Ambiental dentro del Informe de Avance de Cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental Anual, el cual identificará la medida ambiental, el indicador, el medio de verificación, el responsable y el porcentaje de cumplimiento de todos los programas del Plan de Manejo Ambiental en cumplimiento del Art. 44 del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador.

En el Artículo 493 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente publicado el 12 de junio del 2019 se establece que: "el operador presentará una auditoría ambiental de cumplimiento con la finalidad de evaluar la incidencia de los impactos ambientales de sus proyectos, obras o actividades y verificar el cumplimiento del plan de manejo ambiental, plan de monitoreo, obligaciones derivadas de las autorizaciones administrativas ambientales, normativa ambiental vigente y planes de acción, de ser el caso.

La auditoría ambiental de cumplimiento se realizará una vez transcurrido un año (1) desde el otorgamiento de la licencia ambiental y posteriormente cada tres (3) años, sin perjuicio de que según el desempeño ambiental del operador la Autoridad Ambiental Competente pueda reducir el tiempo entre auditorías."

11.2.7.1 Objetivo General

Verificar y documentar la implementación de las medidas de protección ambiental recomendadas, mediante un proceso organizado y dinámico de monitoreo, aplicando herramientas de evaluación a corto, mediano y largo plazo.

11.2.7.2 Objetivos Específicos

- Asegurar que las medidas de prevención, control y mitigación propuestas en los distintos programas del Plan de Manejo Ambiental (PMA) sean implementadas oportuna y efectivamente.
- Evaluar la efectividad de las medidas de mitigación para controlar, mitigar y/o compensar los impactos potenciales generados por el proyecto.
- Ajustar las medidas de control, mitigación y/o compensación del presente PMA, de acuerdo a la información obtenida a través de la implementación del Plan de Monitoreo y Seguimiento.

7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

OBJETIVO: Dar seguimiento a las actividades contempladas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental y sus modificaciones establecidas en las Auditorías Ambientales de Cumplimiento.

LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal del área minera.

RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
7.1	Generación de efluentes y emisiones	Afectación a la calidad del agua, suelo y aire	Elaborar una matriz de seguimiento para supervisar y controlar el cumplimiento de las medidas y actividades propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.	$I = (\text{No. de actividades del PMA realizadas} / \text{No. de actividades del PMA planificadas}) * 100$	Matriz anual del seguimiento al Plan de Manejo Ambiental.	Anual
7.2	Generación de efluentes y emisiones Incumplimiento al PMA	Afectación a la calidad del agua, suelo y aire	Elaborar informes de Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, que deberán ser entregados al Ministerio del Ambiente.	$I = (\text{No. de actividades del PMA realizadas} / \text{No. de actividades del PMA planificadas}) * 100$	Informes de Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.	Anual
7.3	Generación de efluentes	Afectación a la calidad del agua	Realizar monitoreos, con el fin de garantizar la calidad del agua. Los puntos que deberán ser muestreados de acuerdo a lo detallado en la descripción del presente Plan (Ver tabla Puntos de monitoreo de agua) Los análisis deberán ser realizados por un laboratorio acreditado y siguiendo lo establecido en el Anexo 1, se analizarán los parámetros establecidos de la Tabla 2 del AM 097-A y que fueran seleccionados en el EIA aprobado; o de aquella que la sustituya.	$I = (\text{No. de monitoreos realizados} / \text{No. de monitoreos planificados}) * 100$	Monitoreos de agua	Semestral
7.4	Generación de efluentes y emisiones Incumplimiento al PMA	Afectación a la calidad del suelo	Realizar monitoreos, con el fin de garantizar la calidad de suelo. Los puntos que deberán ser muestreados de acuerdo a lo detallado en la descripción del presente Plan (Ver tabla Puntos de monitoreo de suelo)	$I = (\text{No. de monitoreos realizados} / \text{No. de monitoreos planificados}) * 100$	Reporte del monitoreo semestral de suelo en las áreas de explotación.	Semestral

7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

OBJETIVO: Dar seguimiento a las actividades contempladas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental y sus modificaciones establecidas en las Auditorías Ambientales de Cumplimiento.

LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal del área minera.

RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
			Los análisis deberán ser realizados por un laboratorio acreditado y siguiendo lo establecido en la Tabla 1 del AM 097-A y que fueran seleccionados en el EIA aprobado; o de aquella que la sustituya.			
7.5	Generación de efluentes y emisiones Incumplimiento al PMA	Afectación a la calidad del aire	Realizar el monitoreo de la calidad de aire en los puntos que deberán ser muestreados de acuerdo a lo detallado en la descripción del presente Plan (Ver tabla Puntos de monitoreo de aire) Los análisis deberán ser realizados por un laboratorio acreditado y siguiendo lo establecido en el AM 097-A y que fueran seleccionados en el EIA aprobado; o de aquella que la sustituya.	$I = (\text{No. de monitoreos realizados} / \text{No. de monitoreos planificados}) * 100$	Reportes del monitoreo en época seca y lluviosa de la calidad de aire.	Semestral
7.6	Generación de efluentes y emisiones Incumplimiento al PMA	Afectación a la calidad del aire Afectación a la salud del personal	Realizar el monitoreo de ruido ambiental e industrial en los puntos que deberán ser muestreados de acuerdo a lo detallado en la descripción del presente Plan (Ver tabla Puntos de monitoreo de ruido) Los análisis deberán ser realizados por un laboratorio acreditado y siguiendo lo establecido en el AM 097-A y que fueran seleccionados en el EIA aprobado; o de aquella que la sustituya.	$I = (\text{No. de monitoreos realizados} / \text{No. de monitoreos planificados}) * 100$	Reportes de monitoreos semestral de ruido.	Semestral

7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

OBJETIVO: Dar seguimiento a las actividades contempladas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental y sus modificaciones establecidas en las Auditorías Ambientales de Cumplimiento.

LUGAR DE APLICACIÓN: Todo el personal del área minera.

RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
7.7	Generación de efluentes y emisiones Incumplimiento al PMA	Afectación a la calidad del agua, suelo y aire	Realizar el monitoreo biótico dentro del área minera en los puntos establecidos en la línea base y realizar un análisis comparativo utilizando las mismas técnicas de muestreo.	$I = (\text{No. de monitoreos realizados} / \text{No. de monitoreos planificados}) * 100$	Reportes semestral monitoreo biótico.	Semestral
7.8	Generación de efluentes y emisiones Incumplimiento al PMA	Afectación a la calidad del agua, suelo y aire	Realizar el monitoreo interno de las áreas revegetadas con el fin de evitar la erosión y tomar medidas adecuadas para subsanar las áreas que estén afectadas.	$I = (\text{No. de monitoreos realizados} / \text{No. de monitoreos planificados}) * 100$	Informes de monitoreo	1° Año: trimestral 2° Año: semestral 3° Año: anual

11.2.8 Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas

Se desarrollará un conjunto de acciones, para la rehabilitación de áreas durante la operación del proyecto. Dicha rehabilitación se define como el tratamiento del terreno afectado por las actividades mineras (y actividades conexas) de forma que se devuelva el terreno a un estado satisfactorio, en particular en lo que se refiere, a la calidad del suelo, la fauna, los hábitats naturales, los sistemas de agua dulce, el paisaje y servicios ambientales. Se deben considerar todas las áreas utilizadas e intervenidas, evitando así la generación de fuentes de contaminación y pasivos ambientales de difícil remediación.

11.2.8.1. Objetivo General

Recuperar el ecosistema intervenido mediante la estabilización de los terrenos, rehabilitación biológica de los suelos y del entorno natural, reducción y control de la erosión, revegetación con especies nativas, limpieza de suelos contaminados.

11.2.8.2 Objetivos Específicos

- Revegetar las áreas con plantas nativas una vez concluidas las labores.
- Elaborar cronogramas y reportes con fechas de término de las obras y comienzo de las tareas de revegetación y rehabilitación.
- Remediar las áreas en caso de presentarse contaminación en el suelo por derrames.

1 PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

OBJETIVO: Establecer actividades para el correcto manejo del vivero.
LUGAR DE APLICACIÓN: Vivero.
RESPONSABLE: Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
8.1.1	Pérdida de las propiedades fisicoquímicas de los suelos	Afectación de la calidad del suelo	Realizar el mantenimiento de las camas de germinación y plántulas, así como la cubierta del vivero.	$I = (\text{No. de mantenimientos realizados} / \text{No. de mantenimientos planificados}) * 100$	Registro de mantenimiento	Semestral
8.1.2	Pérdida de las propiedades fisicoquímicas de los suelos	Afectación de la calidad del suelo	Realizar el mantenimiento de los canales perimetrales de agua lluvia del vivero.	$I = (\text{No. de mantenimientos realizados} / \text{No. de mantenimientos planificados}) * 100$	Registro de mantenimiento	Semestral
8.1.3	Pérdida de las propiedades fisicoquímicas de los suelos	Afectación de la calidad del suelo	Las herramientas y agroquímicos utilizadas en el vivero deberán ser almacenadas en la bodega del vivero en compartimientos independientes.	$I = (\text{No. de inspecciones realizadas} / \text{No. de inspecciones planificadas}) * 100$	Registro de inspecciones	Semestral
8.1.4	Pérdida de las propiedades fisicoquímicas de los suelos	Afectación de la calidad del suelo	Mantener una estadística del número y tipo de especies sembradas en el vivero, su disposición en áreas del proyecto o en caso de ser donadas a las comunidades.	$I = (\text{No. de plantas donadas o dispuestas en el proyecto} / \text{No. de plantas solicitadas o requeridas en el proyecto}) * 100$	Informe del manejo del vivero y áreas revegetadas.	Semestral
8.1.5	Pérdida de las propiedades fisicoquímicas de los suelos	Afectación de la calidad del suelo	Para la revegetación y reforestación de los sitios donde ya no se realizan trabajos de explotación y en los taludes de las escombreras en donde ya no se va a depositar escombros se evaluará el tipo de especie que sea adecuada para la revegetación.	$I = (\text{No. áreas revegetadas y/o reforestadas} / \text{No. de áreas explotadas}) * 100$	Informe de revegetación de áreas.	Cuando se requiera

11.2.9 Plan de Cierre Abandono y Entrega del Área

El Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área provee previsiones y medidas adecuadas para recuperar el carácter ecológico del área de influencia luego del término de las operaciones. Se consideran actividades de plan de cierre progresivo, cierre definitivo y post cierre.

Al final de la vida útil de las instalaciones, se deberá implementar medidas y acciones específicas que ayuden a restaurar las áreas que fueron utilizadas para tal fin; además, se implementarán medidas para el manejo de desechos (las cuales estarán ligadas al Plan de Manejo de Desechos que hace parte del presente PMA) y, en general, se deberá verificar que no exista la presencia de fuentes de contaminación o pasivos ambientales.

El Plan de Cierre y Abandono que se presenta a continuación se desarrolló para delinear los criterios de cierre de las instalaciones que forman parte del proyecto, y contiene una descripción general de las actividades que se llevarán a cabo, una vez culminadas las operaciones de la empresa.

11.2.9.1 Objetivo General

Implementar medidas y acciones específicas que ayuden a restaurar las áreas que fueron utilizadas para las actividades del Proyecto.

11.2.9.2 Objetivos Específicos

- Recuperar el carácter ecológico del área intervenida.
- Garantizar la estabilidad física y química del suelo intervenido por las actividades del proyecto.
- Garantizar las características físicas y químicas del recurso hídrico intervenido por las actividades del proyecto.
- Reducir los efectos provocados por las actividades del proyecto sobre el ecosistema.
- Reestablecer (en la medida de lo posible) los usos de suelo originales existentes previo al inicio del proyecto.
- Cumplir con los acuerdos vigentes que tengan las empresas con las comunidades del área de influencia.

8 PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA

OBJETIVO: Elaborar un plan con programas para la etapa de cierre, abandono y entrega del área minera Mocoral.
LUGAR DE APLICACIÓN: Cuerpos de explotación, patio de maniobras, campamentos, comedor, cocina, oficina, taller mecánico, relleno sanitario y vivero. Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.
RESPONSABLE: La vida útil de la concesión minera Mocoral al ritmo actual de explotación supera los 100 años en cuanto a las reservas probadas, probables y posibles.
OBSERVACIÓN:

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
9.1	Cese de actividades de explotación y exploración	Contaminación del suelo, agua, aire y Alteración estética/paisajística	Elaborar un programa y cronograma para el cierre de operaciones de los cuerpos de explotación 1, 2 y 3.	$I = (\text{No. de actividades de cierre implementadas} / \text{No. de actividades de cierre planificadas}) * 100$	Programa y cronograma de cierre de operaciones.	Final del proyecto
9.2	Cese de actividades de explotación y exploración	Contaminación del suelo, agua, aire y Alteración estética/paisajística	Elaborar un programa y cronograma para la estabilización de los taludes y áreas intervenidas de los cuerpos de explotación 1, 2 y 3.	$I = (\text{No. de actividades de cierre implementadas} / \text{No. de actividades de cierre planificadas}) * 100$	Programa y cronograma de cierre de operaciones.	Final del proyecto
9.3	Cese de actividades de explotación y exploración	Contaminación del suelo, agua, aire y Alteración estética/paisajística	Elaborar un programa y cronograma para la revegetación y reforestación de los taludes y áreas intervenidas de los cuerpos de explotación 1, 2 y 3.	$I = (\text{No. de actividades de cierre implementadas} / \text{No. de actividades de cierre planificadas}) * 100$	Programa y cronograma de cierre de operaciones.	Final del proyecto
9.4	Demolición y desmantelamiento del área de suministro de combustible	Alteración de los factores ambientales.	Elaborar un programa y cronograma de demolición de las edificaciones que incluyan: campamentos, taller mecánico, comedor-cocina, almacenamiento de desechos, almacenamiento de combustible y oficinas.	$I = (\text{No. de actividades de cierre implementadas} / \text{No. de actividades de cierre planificadas}) * 100$	Programa y cronograma de cierre de operaciones.	Final del proyecto
9.5	Manejo y disposición de los desechos generados en la demolición o desmantelamiento de infraestructuras e instalaciones	Alteración de los factores ambientales.	Elaborar un programa y cronograma de transporte de escombros y desechos de la demolición de las edificaciones que incluyan: campamentos, taller mecánico, comedor-cocina, almacenamiento de desechos, almacenamiento de combustible y oficinas.	$I = (\text{No. de actividades de cierre implementadas} / \text{No. de actividades de cierre planificadas}) * 100$	Programa y cronograma de cierre de operaciones.	Final del proyecto

8 PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA

OBJETIVO: Elaborar un plan con programas para la etapa de cierre, abandono y entrega del área minera Mocoral.
LUGAR DE APLICACIÓN: Cuerpos de explotación, patio de maniobras, campamentos, comedor, cocina, oficina, taller mecánico, relleno sanitario y vivero. Supervisores de Ambiente, Seguridad y Salud y Producción.
RESPONSABLE: La vida útil de la concesión minera Mocoral al ritmo actual de explotación supera los 100 años en cuanto a las reservas probadas, probables y posibles.
OBSERVACIÓN:

ID	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
9.6	Reconformación de accesos (vías de mantenimiento y vías de acarreo)	Alteración de los factores ambientales	Elaborar un programa y cronograma para el cierre de vías y accesos al área minera.	$I = (\text{No. de actividades de cierre implementadas} / \text{No. de actividades de cierre planificadas}) * 100$	Programa y cronograma de cierre de operaciones.	Final del proyecto
9.7	Revegetación de las áreas intervenidas	Modificación de las condiciones del suelo, pérdida de cobertura vegetal y alteración de hábitats	Elaborar un programa y cronograma para la revegetación y reforestación de las áreas.	$I = (\text{No. de actividades de cierre implementadas} / \text{No. de actividades de cierre planificadas}) * 100$	Programa y cronograma de cierre de operaciones.	Final del proyecto

11.3 CRONOGRAMA VALORADO

En la siguiente tabla se presenta el cronograma valorado, correspondiente al presupuesto de los diferentes programas que conforman el PMA.

Asimismo, se presenta el resumen de los costos anuales para cada uno de los planes, así como el costo total anual y en el Anexo xxxx se adjunta el respaldo financiero. Estos valores pueden variar al momento de la ejecución de las actividades del PMA.

Los costos detallados a continuación con base a la información de precios unitarios de la Cámara de la Construcción, Cámara de Comercio, SERCOP y proformas de instituciones privadas. En el Cronograma Valorado existen planes sin valor monetario; esto se debe a que esos valores fueron considerados en planes anteriores o la concesión ya contaba con los recursos necesarios para solventar las medidas.

CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL														
ACTIVIDAD	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	PRESUPUESTO ANUAL
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
PLAN DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN														\$ 15 000.00
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS														\$ 4 500.00
PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL														\$ 2 000.00
PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS														\$ 8 000.00
PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIAS														\$ 2 500.00
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL														\$ 5 000.00
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO														\$ 10 000.00
PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS														\$ 5 000.00
PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DE ÁREA														\$ 0.00
TOTAL														\$ 52 000.00

12 SIGLAS, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

Nro.	Sigla/ Abreviatura / Acrónimo	Nombre Completo
1	A	Alta / Abundante
2	AAC	Auditoría Ambiental de Cumplimiento
3	AB	Área Basal
4	AGB	Biomasa Aérea
5	Ai	Área de influencia
6	AID	Área de Influencia Directa
7	AII	Área de Influencia Indirecta
8	AM	Acuerdo Ministerial
9	ARCA	Agencia de Regularización y Control de Agua
10	ARCOM	Agencia de Regularización y Control Minero
11	Art.	Artículo
12	BMWP/Col	Biological Monitoring Working Party para Colombia
13	BsBn04	Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes
14	BsMn03	Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes
15	C	Cumplimiento / Común
16	CBIT	Center for Biological Information Technology
17	CDB	Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica
18	Cía.	Compañía
19	CISHT	Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo
20	CITES	The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild
21	cm	Centímetros
22	CMS	Convenio de Conservación de las Especies Migratorias de Aves Silvestres
23	CO	Monóxido de Carbono
24	COA	Código Orgánico Ambiental
25	COIP	Código Orgánico Integral Penal
26	COOTAD	Código Orgánico de Organización territorial
27	COP	Contaminantes Orgánicos Presentes
28	Cp	Captura
29	Cr	Carnívoros
30	D	Índice de Simpson / Duración del Impacto
31	DAP	Diámetro a la Altura del Pecho
32	dB	Decibeles
33	DD	Datos insuficientes
34	DE	Decreto Ejecutivo
35	DmR	Dominancia Relativa
36	DnR	Densidad Relativa
37	DS	Decreto Supremo
38	E	Equidad
39	e.g.	Por ejemplo
40	EN	En Peligro
41	EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
42	EPA	Environmental Protection Agency
43	EPP	Equipo de Protección Personal
44	FAO	Food and Agriculture Organization

Nro.	Sigla/ Abreviatura / Acrónimo	Nombre Completo
45	Fr-S	frugívoros y/o semilleros
46	GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
47	GEI	Gases de Efecto Invernadero
48	GPS	Global Positioning System
49	H'	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener
50	ha	Hectáreas
51	hab/km ²	Habitante por Kilómetro Cuadrado
52	Hc	Altura Comercial
53	IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
54	IN	Intensidad
55	In	Insectívoros
56	INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
57	INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
58	INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
59	INPC	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
60	ISO	International Organization for Standardization
61	IUCN	International Union for Conservation of Nature
62	IVI	Índice de valor de importancia
63	Km/h	Kilómetro por Hora
64	LC	Preocupación Menor
65	Ltda.	Limitada
66	M	Magnitud
67	m	Metros
68	m ²	Metros Cuadrados
69	m ³	Metros Cúbicos
70	MAE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Actualmente MAATE)
71	mg/Kg	Miligramo por Kilogramo
72	mg/L	Miligramo por Litro
73	MIES	Ministerio de Inclusión Económica y Social
74	mm	Milímetros
75	MSP	Ministerio de Salud Pública
76	msnm	Metros sobre el Nivel del Mar
77	N	Aves que combinan su dieta con néctar y artrópodos / Índice de Abundancia
78	NE	No Evaluado
79	No.	Número
80	NO _x	Óxidos de Nitrógeno
81	NT	Casi Amenazado
82	NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
83	O ₃	Ozono
84	Od	Observación directa
85	PC	Poco Común
86	Pa	Pastizales
87	PDOT	Plan de Ordenamiento Territorial
88	PEA	Población Económicamente Activa
89	PEI	Población Económicamente Inactiva
90	pH	Potencial de Hidrógeno

Nro.	Sigla/ Abreviatura / Acrónimo	Nombre Completo
91	Pi	número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra
92	PM	Material Particulado
93	PMA	Plan de Manejo Ambiental
94	ppm	Partes por Millón
95	PPS	Proceso de Participación Social
96	PRC	Plan de Relaciones Comunitarias
97	PSAD	Provisional South American Datum 1956
98	R	Raro / Reversibilidad
99	RAAM	Reglamento Ambiental de Actividades Mineras
100	RAHOE	Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas
101	Ri	Riesgo
102	RRCC	Recursos Humanos
103	RO	Registro Oficial
104	S	Índice de Riqueza
105	S/N	Sin Nombre
106	SAE	Servicio de Acreditación Ecuatoriano
107	SiCES	Sistema Integrado de Conocimiento y Estadística Social del Ecuador
108	SIG	Sistemas de Información Geográfica
109	SNRG	Secretaría Nacional de Gestión de Riegos
110	SO ₂	Dióxido de Azufre
111	SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
112	SUMA	Sistema Único de Manejo Ambiental
113	t	Tonelada
114	TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
115	U	Poco comunes
116	UICN	Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza
117	UPC	Unidad de Policía Comunitaria
118	UTM	Universal Transverse Mercator
119	VIA	Índice Ambiental Ponderado modificado
120	VOC	Compuestos Orgánicos Volátiles
121	VU	Vulnerables
122	WGS 84	World Geodetic System 1984
123	°C	Grados Centígrados
124	µg/m ³	Microgramo por Metro Cúbico
125	µs/cm	Microsiemens por Centímetro

13 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z & Aguirre, N. 1999. Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja #5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador, 30 p.
- Allan. J. D. 2004. Landscape and Riverscapes. The influence of land use on stream ecosystems. *Annual Reviews Ecology Systems* 35:257-284.
- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, España: 203-213.
- Alvarado, A. 2012. Néotectonique et cinématique de la déformation continentale en Equateur. PhD, Université de Grenoble, France, 258 p.
- Alvarado A., Audin L., Nocquet J., Jaillard E., Mothes P., Jarrin P., Segovia M., Rolandone F. and Cisneros D. (2016) Partitioning of oblique convergence in the Northern Andes subduction zone: Migration history and the present-day boundary of the North Andean Sliver in Ecuador. *Tectonics*, 35, 1048–1065.
- Alvira, D., R. Foster y M. Metz. 2002. Géneros Comunes de Árboles Pioneros de América Tropical. Accesible en: www.fieldmuseum.org Fecha de acceso: Abril de 2007.
- Araujo, P. Bersosa, F. Carranco, R. Granda, V. Guerra, P. Miranda, N. Ortega, A. Rosero, P & Troya, A. (2005). Evaluación preliminar de la diversidad de escarabajos (Insecta: Coleoptera) del Choco Ecuatoriano. *Politécnica* 26(1) biología 6:120 -140 pp.
- Arrieta A., 2016. Dispersión de Material Particulado (PM10), con interrelación de factores meteorológicos y topográficos.
- Aspden y Litherland, 1992, La Geología y La Historia de Colisión Mesozoico de La Cordillera Real Ecuador.
- Baev P., V & Penev D., L. 1995. BIODIV In: Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 p.
- Barazangi, M. and Isacks, B.L. (1976) Spatial Distribution of Earthquakes and Subduction of the Nazca Plate beneath South America. *Geology*.
- Beauval C., Marinière J., Yepes H., Audin L., Nocquet J., Alvarado A., Baize S., Aguilar J., Singaicho J. and Jomard H. (2018) A New Seismic Hazard Model for Ecuador. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 108 (3A), 1443-1464
- Bernard, B., & Andrade, D. (2011). Mapa de los Volcanes Cuaternarios del Ecuador Continental (Direction de l'Information et de la Culture Scientifique-IRD; Instituto Geofísico-EPN). IG-EPN/IRD. Escala 1:500.000
- Boland M., Pilatasig L., Ibadango E., McCourt W., Aspden J., Hughes R. and Beate B. (2000) Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 0°00' and 1°00'N. Report No. 10. Proyecto
- Bristow C. and Hoffstetter R. (1977) [§] *Lexique Stratigraphique International*. (2nd Ed.). [Paris: Centre National de la Recherche Scientifique].
- Bunn, A.J. & P. M Davies. 2000. Biological processes in running waters and their implications for the assessment of ecological integrity. *Hydrobiologia* 422/423:461-470.

- Camero, E. 2010. Los escarabajos del género *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) De Colombia. Boletín de la sociedad entomológica Aragonesa Nº 46 (2010):147_179.
- Campbell, D.G. (1988). Quantitative inventory of tropical forests. Pp. 523-534 en Campbell, D.G. & D. Hammond (eds.) Floristic inventory of tropical countries.
- Carrera, F. 1996. Guía para planificación de inventarios forestales en la Zona de Usos Múltiples del RBM, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE/CONAP. 40p...
- Carvajal, V.; Villamarín, S y Ortega; A. M. 2011. Libro Escarabajos del Ecuador. Principales géneros. Escuela Politecnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Castellanos, P. y Serrato, C. 2008. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. Revista Académica Colombiana de Ciencias 32(122): 79–86.
- Cecal. (2012). Auditoría Ambiental de Cumplimiento Legal Área Minera Mocal. Quito.
- Cecal. (2016). Informe Técnico de Monitoreo Ambiental de Suelo y Aguas. Imbabura.
- Celi, J. y Dávalos, A. (2001). Manual de monitoreo. Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. Quito: Ecociencia, 2001.
- 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.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M., Chambers, J., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N. & Kira, T. (2005) Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145, 87-99.
- Chará-Serna, A.M., J.D. Chará, M.C. Zúñiga, G.X. Pedraza & L.P. Giraldo. 2010. Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecoregión cafetera Colombia.
- CITES. 2016. Lista de especies amparadas por la Cites. Disponible en: www.cites.org.
- Consorcio TRACASA-NIPSA. 2014. Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25000, lotes 1 y 2 – Velocidad de Infiltración.
- Cummins, K. W., Merrit, R. W. & Andrade, C. N. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40: 71-90.
- Dominguez, E. y Fernández H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y Biología*. Tucumán: Fundación Miguel Lillo. 41
- Drobe et al. 2013. Geology, Mineralization, and Geochronological Constraints of the Mirador Cu-Au Porphyry District, Southeast Ecuador. *Economic Geology* (2013) 108 (1): 11–35: <https://doi.org/10.2113/econgeo.108.1.11>
- Egüez, A. 1986. Evolution Cenozoique de la Cordillere Occidentale Septentrionale d'Equateur: Les mineralisation associees. Unpublished PhD thesis; Universite Pierre et Marie Curie, Paris.
- Escobar, F. 1994. Excremento, coprófagos y deforestación en bosques de montaña al sur occidente de Colombia. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- ExSenagua y ESPOL Tech, año 2014. Mapa hidrogeológico del Ecuador escala 1:1'000.000.
- FEININGER T. & BRISTOW C.R. (1980)- Cretaceous and paleogene geologic history of coastal Ecuador. *GeoI. Rundsch.*, 69, 3

- Gendall I., Quevedo L., Sillitoe R., Spencer R., Puente C., León J. and Povedo R. (2000). Discovery of a Jurassic Porphyry Copper Belt, Panguí Area, Southern Ecuador. Society of Economic Geologists. 43, 8-15.
- Gentry A.H. 1993a. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forest. En Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. Ed. Churchill S.P., Balslev H., Forero E., Luteyn J.L. pp. 103-126. The New York Botanical Garden.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Selva Alegre. 2015. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Selva Alegre 2015 -2022.
- Gómez-Pompa, A. y C. Vázquez-Yáñez. 1981. Successional studies of a rain forest in Mexico. 146-299 en D. C. West, H. H. Shugart y D. B. Botkin. Forest succession, concepts, and applications. Springer-Verlag. New York.
- González F. A., F. Molano, C. A. Medina. (2009). Los subgéneros Calhyboma, Hybomidium y Telhyboma (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilum) en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 35 (2): 253-274.
- Hall M., Beate B. y von Hillebrandt C. (1989) [§] Mapa de los peligros volcánicos potenciales asociados con el volcán Antisana. [Mapa]. Escala 1:50000. Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Proyecto UNDRO-USAID-EPN.
- HALFFTER, G. y MATTHEWS, E. G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). Folia Entomológica Mexicana 12/14: 1-312.
- Halffter, G. Y W.D. Edmonds, 1982. The nesting behavior of dung beetle (Scarabaeinae) Instituto de Ecología, Mexico.
- Hanski, I Y Y. Cambefort, 1991. Dung beetle ecology. Princeton University Press, New Jersey
- Hellawell, J. 1986 Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Ed. Elsevier applied science London and New York 546p.
- Hughes R. and Bermúdez R. (1997). Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 0°00' and 1°00'S. Report No. 4. Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental.
- Hughes y Pilatasig. 2002. Cretaceous and Tertiary terrane accretion in the Cordillera Occidental of the Andes of Ecuador. Tectonophysics 345(1): 29-48.
- IGEPN. 2020. Informe sísmico para el año 2021. Recuperado de <https://www.igepn.edu.ec/servicios/busqueda-informes>.
- INIGEMM. 2017. Mapa Geológico de la República del Ecuador, escala 1: 1 000 000. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1qYhMc4PKBg38Y-2dOm-RogOH8i5JMcUa/view>.
- INIGEMM. 2019. Mapa Metalogénico de la República del Ecuador, escala 1: 1 000 000.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2021. Informe Sísmico del Ecuador
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. *Sistema Integrado de Consultas – Censo de Población y Vivienda 2010*.
- ISMR, 1981. Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas. Recuperado de: <https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/resistencia-y-extraccion-de-las-rocas.html>
- Jaillard et al. 1995. Basin 171 Development in an Accretionary, Oceanic-Floored Fore-Arc Setting: Southern Coastal Ecuador during late Cretaceous to late Eocene time: American Association of Petroleum Geologists Memoir, v. 62, p. 615 – 631.

- Jaillard et al. 1999. Stratigraphy and Evolution of the cretaceous forearc Celica-Lancones Basin of southwestern Ecuador. *Journal of South American Earth Science* 12 pp51-68. Elsevier Science Ltda.
- 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.
- Jørgensen, P.M. & S. León-Yáñez. 1999. Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador. San Louis. Botanical Garden Missouri.
- Josse C., Navarro G., Comer P., Evans R., Faber-Langendoen D., Fellows M., Kittel G., Menard S., Pyne M., Reid M., Schulz K., Snow K., Teague J. 2003. Ecological systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial systems. Nature Serve, Arlington, VA.
- KELLOG I.N. & VEGA V. 1995 - Tectonic development of Panamá, Costa Rica, and the Colombian Andes: constraints from global positioning system geodetic studies and gravity. [11 : Mann, P. (Ed.), *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean plate Boundary in Southern Central America*. *GS A Special Paper*, 295: 75-90
- Kerr A., Aspden J., Tarney J. and Pilatasig L. (2002) [±] The nature and provenance of accreted oceanic terranes in western Ecuador: geochemical and tectonic constraints. *Journal of the Geological Society, London*. 159, 577-594.
- Küper W., Kreft H., Nieder J., Köster N., Barthlott W. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 31, 1477 – 1487.
- Lebrat, M., Megard, F., Dupuy, C., Dostal, J., 1987. Geochemistry and tectonic setting of pre-collision Cretaceous and Paleogene volcanic rocks of Ecuador. *Bulletin of the Geological Society of America* 99, 569 – 578
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa et H. Navarrete (eds.) 2011. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. 2ª edición. Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Le Pennec et al, 2010. New radiometric and petrological constraints on the evolution of the Pichincha volcanic complex (Ecuador). *Bulletin of Volcanology*. 72, 1109-1129
- Litherland et al, 1994. Los Cinturones Metamórficos del Ecuador SP. British Geological Survey.
- Lopera, A. 1996. Distribución y Diversidad de Escarabajos Coprófagos (Scarabaeidae. Coleóptera) en tres Relictos del Bosque Alto andino (Cordillera oriental, vertiente occidental), Colombia. Tesis Pontificia universidad Javeriana, Bogota.
- LUZIEUX, L.D.A., HELLER, F., SPIKINGS, F., VALLEJO, C.F., WINKLER, W., (2006), Origin and Cretaceous tectonic history of the coastal Ecuadorian forearc between 1°N and 3°S: Paleomagnetic, radiometric and fossil evidence. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 249, p. 400-414. <http://ecollection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=16983> .
- MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Magurran, A. 1987. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 177 p.
- MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. University Press, Cambridge.

- Magurran, A. 1987. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Ediciones Vedral. Barcelona, España.
- McDiarmid, R. W. 1994. Amphibian diversity and natural history: An overview. 5-15 *en* R. Heyer, M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster. *Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution press. Washington y Londres.
- MECN-SA DMQ. 2010. *Áreas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito: Diagnóstico Bioecológico y Socioambiental*. Serie de Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN), pp. 1- 216 pp., Quito-Ecuador.
- Medina, C. & Lopera, A. 2000. *Clave Ilustrada para la Identificación de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia*. Colombia.
- Merritt, R. W., K. W. Cummins and G. F. Edmunds. 1988. *An Introduction the aquatic insects of North America*. Ed. Kendall/Hunt publishing company. USA.
- Ministerio Coordinador de Desarrollo Social. *Sistema Integrado de Conocimiento y Estadística Social del Ecuador (SiCES)*. En: [http://www.conocimientosocial.gob.ec/pages/Estadística Social/herramientas.jsf](http://www.conocimientosocial.gob.ec/pages/Estadística%20Social/herramientas.jsf). Acceso: Junio 2019.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Mostacedo B., T. Fredericksen. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Nieder J., Barthlott W. 2001. The flora of the Río Guajalito mountain rain forest (Ecuador). *En Results of the Bonn – Quito epiphyte project, funded by the Volkswagen Foundation*. Eds ieder J., Barthlott W. pp. 25-45, Bonn.
- Nocquet et al. 2014. Motion of continental slivers and creeping subduction in the Northern Andes. *Nat. Geosci.* 7 (4), 287–291.
- Odum, E. y F. Sarmiento. 1998. *Ecología, el puente entre ciencia y sociedad*. McGraw-Hill Interamericana. México.
- Paladines A. 2005. *Los recursos no renovables del Ecuador: base para la planificación y ordenamiento*. Editorial Universitaria, Quito.
- Pearman, P. B., A. M. Velasco & A. López. 1997. Tropical Amphibian Monitoring: A Comparison of Methods for Detecting Inter-Site Variation in Species' Composition. *Herpetologica* 51(3):325-337.
- PEET, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5: 285-307.
- Pilatasig et al. 2005. *Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades andinas Ecuador- Perú- Canadá*. Dinage Ingemmet. Geología de Ecuador y Perú entre 3° S y 6° S.
- Plafkin, J. L., M. T. Barbour, K. D. Porter y R. M. Hughes. 1989. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish*. U. S. Environmental Protection Agency. EPA 440/4-89/001. 8 chapters, Appendices A-D.
- Pratt et al, 2005. *An autochthonous geological model for the eastern Andes of Ecuador*
- Prefectura de Imbabura. 2015. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Imbabura 2015 – 2035*.

- PRONAREG. 2002. Carta topográfica del Nororiente ecuatoriano.
- Rivas González, E. 1997. *Estadística General*. Caracas, Universidad Central de Venezuela.
- Pulido Herrera, L., R. Riveros Cañas, Gast Harders, F. Y P. von Hildebrand, 2003. Escarabajos coprófagos (COLEÓPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) del parque nacional natural "serranía de Chiribiquete", Caquetá, Colombia (parte i). Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento. m3m: Monografías Tercer Milenio. Vol. 3, SEA, Zaragoza: 51–58.
- Resh, V. H., Richard, H. N & Barbour, M. T. 1995. Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using macroinvertebrates. *Aust. J. Ecology.*, 20: 108-121.
- Reynaud, C. et al., 1999. Oceanic plateau and island arcs of southwestern Ecuador: their place in the geodynamic evolution of northwestern South America *Tectonophysics* (1999)
- Robin C., Hall M., Jiménez M., Monzier M. and Escobar P. (1997) [±] Mojanda volcanic complex (Ecuador): development of two adjacent contemporaneous volcanoes with contrasting eruptive styles and magmatic suites. *Journal of South American Earth Sciences*. 10 (54), 345-359
- Robin C., et al, 2009. Caracterización geoquímica del arco volcánico ecuatoriano
- Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía. Presencia Ltda. Colciencias, Universidad de Antioquia, Bogotá – Colombia.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Uso del Método BMWP/Col. Ed Universidad de Antioquia. 170pp. Medellín, Colombia
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V. H., 1993.- Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York London. Chapman and Hall. pp.488
- 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.
- SIGTIERRAS. 2017. Mapa Geomorfológico a escala 1: 25 000. Recuperado de <http://www.sigtierras.gob.ec/geomorfologia/>
- Silva, A., & Arcos, D. (2011). Aplicación del programa AERMOD para modelar dispersión de PM10 emitido por equipos de calefacción a leña en la ciudad de Constitución. *Obras y Proyectos* (9), 7.
- Solís, C. (2005). Composición y distribución de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de bosque seco tropical (Bs-T) Departamento del Atlántico Colombia. Trabajo de pregrado. Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
- Spikings R., Winkler W., Seward D., and Handler R. (2001) Along-strike variations in the thermal and tectonic response of the continental Ecuadorian Andes to the collision with heterogeneous oceanic crust. *Earth and Planetary Science Letters*. 186, 57-73.
- Spikings R., Crowhurst P. and Winkler W. (2005) [±] (U-Th)/He – derived thermochronological constraints on the post-middle Miocene tectonic history of the Ecuadorian Andes. 6th International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2005, Barcelona), SPEIGHT, M., HUNTER, M. y WATT, A. 1999. *Ecology of insects. Concepts and applications*. Malden, USA. Blackwell Science. 349 p.

- Stehr, F. W. 1987. *Immature Insects*, vol. 1. Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, Iowa. xiv+754 pp.
- Tamay J. 2018. *Estructura de Cuencas Intramontañosas del Sur de Ecuador en Relación con la Tectónica de la Cordillera de los Andes a Partir de Datos Geofísicos y Geológicos*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Tiller, D. & L. Metzelling. 2002. *Australia-wide assessment of river health: Victorian Aus Rivas sampling and processing manual*. Monitoring river health. Initiative technical Report no 15, commonwealth of Australia and VIC Environmental Protection Authority, Canberra and Melbourne. Australia 20 pp.
- Trenkamp et al. 2002. *Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations*, *Journal of South American Earth Sciences* 15, 157-171.
- UICN. 2016. *The Red List*. Disponible en: www.iucn.org.
- U. S. Geological Survey y Escuela Politécnica Nacional. 2003. *Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias del Ecuador*.
- Valencia R. *Formaciones vegetales de la Región Andina*. En: 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.
- Vallejo. 2007. *Evolution of the Western Cordillera in the Andes of Ecuador (Late Cretaceous-Paleogene)*.
- Vallejo. 2009. *Mode and timing of terrane accretion in the forearc of the Andes in Ecuador*.
- Van Thournout F. (1991). *Stratigraphy, Magmatism and Tectonism in the Ecuadorian Northwestern Cordillera: Metallogenic and Geodynamic implications*. Faculteit der Wetenschappen Departement. Geografie-Geologie. Afdeling. Fysico-chemische geologie.
- VILLAREAL, H.; ALVAREZ, M.; CORDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M.; UMAÑA, A. M. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Wallace, J. B., S. L. Eggert, J. L. Meyer & J.R. Webster. 1997. *Multiple trophic levels of a forest stream linked terrestrial litter input*. *Science* 277: 102-104.
- Winckell A. 1989. *Los Paisajes Naturales del Ecuador*. Volumen 1 – *Las condiciones generales del medio natural*. *Geografía Básica del Ecuador Tomo IV – Geografía Física* CEDIG. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica.
- Winkler et al. 2005. *The Chota basin and its significance for the inception and tectonic setting of the inter-Andean depression in Ecuador*. *Journal South Am Earth Sci* 19: 5 - 19.
- Yepes H., Audin L., Alvarado A., Beauval C., Aguilar J., Font Y. and Cotton F. (2016) *A new view for the geodynamics of Ecuador: Implication in seismogenic source definition and seismic hazard assessment*. *Tectonics*. 35, 1249- 1279.
- Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., and Chave, J. 2009. *Global wood density database*. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

14 ANEXOS

- Anexo 1. TITULO MINERO
- Anexo 2. DOCUMENTOS HABILITANTES
- Anexo 3. CERTIFICADO DE INTERSECCION
- Anexo 4. RESULTADOS DE LABORATORIO
- Anexo 5. COMPONENTE BIÓTICO
- Anexo 6. REGISTRO FOTOGRAFICO SOCIAL
- Anexo 7. CARTOGRAFIA
- Anexo 8. REGISTRO DE ENTREVISTAS SOCIAL
- Anexo 9. ACREDITACIÓN DE LA CONSULTORA
- Anexo 10. INVENTARIO FORESTAL
- Anexo 11. REGISTRO FOTOGRÁFICO ÁREAS NUEVAS
- Anexo 12. REGISTRO DOCUMENTAL
- Anexo 13. RESUMEN EJECUTIVO