

Historial del Documento

Versión	Fecha Entrega	Descripción o Actualización	Elaborado por	Revisado por
0.0	13/09/2024	Elaboración de Informe	Felipe Herrera Guido Tamayo	Adriana Jaramillo
V0	19/11/2024	QA/QC redacción y estilo	William Tabarez	Miguel Alemán
1.0	21/02/2025	Respuesta comentarios Pluspetrol	Adriana Jaramillo	
V1	23/02/2025	QA/QC redacción y estilo	William Tabarez	Miguel Alemán
2.0	28/07/2025	Respuesta a observaciones	Cristina Pantoja Leonardo Astudillo	Adriana Jaramillo
V2	30/07/2025	QA/QC aseguramiento y control de calidad, redacción y estilo	William Tabarez	Miguel Alemán
V2	21/08/2025	QA/QC aseguramiento y control de calidad, redacción y estilo	Paúl Romero	Miguel Alemán

© ENTRIX. El derecho de autor y en cada parte pertenece a ENTRIX y no puede usarse, venderse, transferirse, copiarse o reproducirse en todo o en parte a cualquier persona que no sea por acuerdo con ENTRIX.
Este documento lo produce ENTRIX solo para el beneficio y uso del cliente según los términos del contrato suscrito entre las partes.
ENTRIX no asume y no asumirá ninguna responsabilidad u obligación de ningún tercero derivado de cualquier uso por parte de terceros del contenido de este documento.

Página en blanco

Tabla de Contenido

5	Diagnóstico Ambiental Línea Base	5-1
5.1	Componente Físico	5-1
5.1.1	Climatología	5-1
5.1.2	Geología.....	5-20
5.1.3	Vulcanismo.....	5-55
5.1.4	Sismicidad	5-56
5.1.5	Geomorfología	5-65
5.1.6	Estabilidad Geomorfológica	5-76
5.1.7	Hidrogeología.....	5-79
5.1.8	Geotecnia.....	5-84
5.1.9	Conclusiones Generales.....	5-101
5.1.10	Ruido Ambiental.....	5-103
5.1.11	Calidad del Suelo y Edafología.....	5-137
5.1.12	Calidad de Aire.....	5-200
5.1.13	Hidrología y Calidad de Agua	5-208
5.1.14	Paisaje Natural.....	5-258

Tablas

Tabla 5-1	Estaciones Meteorológicas Cercanas al Área Geográfica del Proyecto	5-2
Tabla 5-2	Caracterización Climática-Estación Meteorológica M0008 (Puyo) Periodo 1965-2018	5-9
Tabla 5-3	Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1965-2018)	5-14
Tabla 5-4	Puntos de Control Geológico	5-29
Tabla 5-5	Resumen del contexto geológico del proyecto Oglán 3	5-45
Tabla 5-6	Características de la sismicidad en cada fuente sísmica: número de eventos, magnitud máxima y magnitud promedio (Año 2024)	5-59
Tabla 5-7	Características de las Fallas Activas	5-61
Tabla 5-8	Rangos de Pendientes.....	5-65
Tabla 5-9	Unidades del Paisaje Geomorfológico.....	5-67
Tabla 5-10	Áreas y Porcentajes de las Geoformas en el Área Geográfica	5-76
Tabla 5-11	Estabilidad Geomorfológica y Riesgo Físico	5-78
Tabla 5-12	Unidades Litológicas por Permeabilidad Intergranular	5-80
Tabla 5-13	Unidades Litológicas por Permeabilidad Intergranular y por Fracturamiento.....	5-82
Tabla 5-14	Análisis de la Vulnerabilidad de Acuíferos a la Contaminación.....	5-83
Tabla 5-15	Calidad Geotécnica y Valoración.....	5-85
Tabla 5-16	Descripción de las Zonas Geotécnicas.....	5-86
Tabla 5-17	Resumen de líneas geofísicas.....	5-87

Tabla 5-18	Resumen de sondeos manuales	5-88
Tabla 5-19	Resumen de calicatas.....	5-88
Tabla 5-20	Resumen de ensayos de laboratorio	5-89
Tabla 5-21	Resultados ensayos de clasificación SUCS	5-91
Tabla 5-22	Resultados ensayos densidad natural	5-93
Tabla 5-23	Resultados ensayos triaxial UU	5-94
Tabla 5-24	Resultados ensayos corte directo	5-95
Tabla 5-25	Resultados ensayo de consolidación unidimensional	5-95
Tabla 5-26	Resultados ensayo de compactación Proctor modificado	5-95
Tabla 5-27	Resultados de ensayo CBR	5-96
Tabla 5-28	Factores de seguridad obtenidos.....	5-98
Tabla 5-29	Características del Equipo de Medición de Ruido Ambiental.....	5-103
Tabla 5-30	Determinación de LK _{eq} para Usos de Suelo de Protección Ecológica y Recursos Naturales.....	5-104
Tabla 5-31	Características del Equipo de Medición Ruido 24 h	5-105
Tabla 5-32	Ubicación de Puntos de Medición de Ruido Ambiental	5-109
Tabla 5-33	Puntos de Medición de Ruido de 24 horas	5-113
Tabla 5-34	Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental (suelo de uso Agrícola Residencia (AR)).....	5-117
Tabla 5-35	Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental (suelo de Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN))	5-120
Tabla 5-36	Resultados de la Medición de Ruido 24 Horas.....	5-123
Tabla 5-37	Resultados Desglosados de la Medición de Ruido 24 Horas-Punto RA-2 (24 h 96 mediciones).....	5-124
Tabla 5-38	Resultados Desglosados de la Medición de Ruido 24 Horas-Punto RA-4 (24 h 96 mediciones).....	5-132
Tabla 5-39	Parámetros Analizados para Calidad de Suelo	5-143
Tabla 5-40	Ubicación de Puntos de Muestreo Compuesto	5-145
Tabla 5-41	Ubicación de los Puntos de Muestreo Simple	5-149
Tabla 5-42	Resultados de Calidad de Suelo.....	5-165
Tabla 5-43	Ubicación de Puntos de Muestreo de Edafología.....	5-185
Tabla 5-44	Resultados de Análisis Edafológicos	5-189
Tabla 5-45	Matriz de Interpretación del Conflicto de Uso del Suelo.....	5-198
Tabla 5-46	Detalle de Parámetros de Medición, Horas de Monitoreo y Límites Permisibles según el Anexo 4, Acuerdo Ministerial 097 A	5-200
Tabla 5-47	Equipos Utilizados para la Medición	5-201
Tabla 5-48	Ubicación de Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire	5-203
Tabla 5-49	Ubicación de Puntos de Partículas Sedimentables	5-205
Tabla 5-50	Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire	5-207

Tabla 5-51	Resultado Partículas Sedimentables	5-207
Tabla 5-52	Unidades Hidrográficas del Proyecto.....	5-209
Tabla 5-53	Características de las Unidades Hidrográficas del Área Geográfica.....	5-209
Tabla 5-54	Rangos Aproximados del Factor de Forma	5-210
Tabla 5-55	Rangos Aproximados de la Densidad del Drenaje	5-211
Tabla 5-56	Coeficientes a partir de los Parámetros Fisiográficos de las Unidades Hidrográficas Analizadas	5-212
Tabla 5-57	Análisis de Resultados del Coeficiente de Forma (kf)	5-212
Tabla 5-58	Análisis de Resultados del Coeficiente de Compacidad (kc)	5-213
Tabla 5-59	Análisis de Resultados de la Densidad de Drenaje (Dd).....	5-213
Tabla 5-60	Análisis de Resultados de la Sinuosidad (Si)	5-213
Tabla 5-61	Cálculo de Caudales de los Cuerpos Hídricos Muestreados	5-215
Tabla 5-62	Precipitación Media Anual Estación M0008 (Puyo)	5-219
Tabla 5-63	Cálculo de Coeficiente de Escurrimiento	5-220
Tabla 5-64	Caudal Medio de las Unidades Hidrográficas del Proyecto	5-221
Tabla 5-65	Caudales Ecológicos de las Unidades Hidrográficas del Proyecto	5-223
Tabla 5-66	Características del Equipo de Medición de Parámetros In Situ	5-224
Tabla 5-67	Parámetros Analizados.....	5-224
Tabla 5-68	Ubicación de Puntos de Muestreo de Calidad de Agua	5-229
Tabla 5-69	Resultados de Calidad de Agua	5-249
Tabla 5-70	Valoración del Paisaje	5-261

Figuras

Figura 5-1	Rol de Estudios de Línea Base en los Estudios de Impacto Ambiental	5-1
Figura 5-2	Estaciones Meteorológicas Cercanas al Área Geográfica del Proyecto	5-3
Figura 5-3	Tipos de Clima de las Estaciones Cercanas al Proyecto	5-4
Figura 5-4	Isoyetas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto.....	5-5
Figura 5-5	Isotermas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto	5-6
Figura 5-6	Precipitación Media Estación Meteorológica (1981-2023)	5-11
Figura 5-7	Temperatura Media Estación Meteorológica	5-12
Figura 5-8	Humedad Relativa Estación Meteorológica (1965-2018)	5-13
Figura 5-9	Nubosidad Estación Meteorológica (1965-2018).....	5-14
Figura 5-10	Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1965-2018).....	5-15
Figura 5-11	Rosa de los Vientos Estación Meteorológica (1965-2018).....	5-16
Figura 5-12	Evapotranspiración Potencial Estación Meteorológica (1965-2018)	5-17
Figura 5-13	Balance Hídrico Estación Meteorológica (1965-2018)	5-18

Figura 5-14	Diagrama Ombrotérmico Estación Meteorológica (1965-2018)	5-19
Figura 5-15	Mapa tectónico de la Cuenca Oriente con la ubicación del área del proyecto Oglán.....	5-21
Figura 5-16	Sección estructural de los Corredores.....	5-22
Figura 5-17	Columna Litoestratigráfica de la Cuenca Oriente	5-23
Figura 5-18	Esquema del Bloque Nor-Andino.....	5-24
Figura 5-19	Mapa estructural de la Cuenca Oriente, mostrando la depresión y el mega abanico Pastaza (Pastaza megafan)	5-25
Figura 5-20	Ubicación del proyecto respecto al Mapa Geológico de la República del Ecuador	5-26
Figura 5-21	Comparación de la columna estratigráfica de Oglán con la columna de la cuenca oriente	5-28
Figura 5-22	Zonas pantanosas escombrera Oglán 3 y vía de acceso 0+000 hasta 0+080	5-30
Figura 5-23	Transición de Zonas saturadas arcillosas (izquierda), conglomerados (centro). Ubicación E: 202142 N: 9851479 (UTM WGS84 18S).....	5-31
Figura 5-24	Afloramiento 2 en coordenadas E: 200606 N:9850527 H:1088 m.s.n.m. (UTM WGS84 18S)	5-32
Figura 5-25	Afloramiento 3 en coordenadas E: 201885.4 N: 9851243.6. H: 980 m.s.n.m.	5-33
Figura 5-26	Punto de control 4 en coordenadas E: 202071. N: 9851186. H: 916 m.s.n.m.	5-34
Figura 5-27	Afloramiento 5 en coordenadas E: 202245, N:9851352, H:769 m.s.n.m.	5-35
Figura 5-28	Punto de control 6 en coordenadas E:201908.8, N:9851179.07, H:972 m.s.n.m.	5-36
Figura 5-29	Punto de control 6 en coordenadas E:201908.8, N:9851179.07, H:972 m.s.n.m.	5-37
Figura 5-30	Muestra de roca lodolita.....	5-37
Figura 5-31	Afloramiento 8 en coordenadas E: 202253 N: 9851352 H:940 m.s.n.m.	5-38
Figura 5-32	Muestra de roca limolita.....	5-39
Figura 5-33	Punto de control 9 en coordenadas E:202711.21, N:9851181.62, H:864 m.s.n.m.	5-40
Figura 5-34	Punto de control 10 en coordenadas E: 201718, N: 9851275, H:943 m.s.n.m.	5-40
Figura 5-35	Proyección de planos en diagrama de Schmidt	5-41
Figura 5-36	Afloramiento 11 en coordenadas E:202560 N:9851163.4, H: 847 m.s.n.m.	5-42
Figura 5-37	Punto de control 12 en coordenadas E:201173, N:9850810; H: 1044 m.s.n.m.	5-43
Figura 5-38	Punto de control 13 en coordenadas E:202573 - N:9850992; 840 m.s.n.m.	5-43
Figura 5-39	Plataforma Oglán 2	5-44
Figura 5-40	Mapa geológico de detalle Oglán Abs 0+00 hasta 3+000.....	5-46
Figura 5-41	Reprocesamiento de sísmica aplicado a las líneas 2D	5-47
Figura 5-42	Correlación pozo – sísmica Oglán 2Dir	5-48
Figura 5-43	Secciones estructurales interpretadas en el bloque 10	5-49
Figura 5-44	Modelo estructural análogo en profundidad	5-50
Figura 5-45	Modelo estructural del campo Oglán	5-50
Figura 5-46	Interpretación y mapa en tiempo de Oglán.....	5-51

Figura 5-47	Mapa de reconstrucción estructural (izq.) y mapa de interpretación convencional (der.).....	5-52
Figura 5-48	Facies y ambientes sedimentarios descritos en la corona del pozo Oglán 2Dir	5-53
Figura 5-49	Número mensual de eventos en las fuentes de interfaz. La profundidad de los eventos es de hasta 40 km excepto la fuente de Esmeraldas que va hasta los 50 km.....	5-57
Figura 5-50	Número mensual de los eventos en las fuentes corticales (Beauval et al. 2018). La profundidad de los eventos es de hasta 35 km	5-58
Figura 5-51	Número mensual de los eventos en las fuentes profundas que incluyen el slab. En esta figura no se considera la fuente Loreto.	5-59
Figura 5-52	Fallas Cuaternarias en las Cercanías al Campo Oglán.....	5-63
Figura 5-53	Mapa de zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z (Norma ecuatoriana de la construcción -NEC 2014)	5-64
Figura 5-54	Áreas y Porcentajes de las Geoformas en el Área Geográfica	5-76
Figura 5-55	Valoración GOD para Vulnerabilidad de Acuíferos	5-82
Figura 5-56	Distribución tipos de suelos SUCS	5-90
Figura 5-57	Posibles tipos de falla de tipo rotacional (a) talud (b) pie (c) profundo (SANHUEZA, PLAZA).....	5-97
Figura 5-58	Plano de falla circular	5-98
Figura 5-59	Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Diurno (dB) para puntos con suelo de uso agrícola residencial (AR).....	5-121
Figura 5-60	Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Diurno (dB) para puntos con suelo de Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN).....	5-122
Figura 5-61	Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Nocturno (dB) para puntos con suelo de uso agrícola residencial (AR).....	5-122
Figura 5-62	Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Nocturno (dB) para puntos con suelo de Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN).....	5-123
Figura 5-63	Unidades de Muestreo en Plataforma Oglán 3	5-139
Figura 5-64	Unidades de Muestreo en Vía de Acceso hacia Oglán 3 y Vía de Acceso Oglán 3 hacia Oglán 2	5-140
Figura 5-65	Unidades de Muestreo Línea de Flujo Plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar).....	5-141
Figura 5-66	Unidades de Muestreo Escombreras.....	5-142
Figura 5-67	Análisis de Resultados de pH	5-170
Figura 5-68	Análisis de Resultados de Arsénico.....	5-171
Figura 5-69	Análisis de Resultados de Azufre	5-172
Figura 5-70	Análisis de Resultados de Bario	5-173
Figura 5-71	Análisis de Resultados de Cadmio	5-174
Figura 5-72	Análisis de Resultados de Cobalto	5-175
Figura 5-73	Análisis de Resultados de Cobre.....	5-176
Figura 5-74	Análisis de Resultados de Cromo	5-177

Figura 5-75	Análisis de Resultados de Mercurio.....	5-178
Figura 5-76	Análisis de Resultados de Níquel	5-179
Figura 5-77	Análisis de Resultados de Plomo	5-180
Figura 5-78	Análisis de Resultados de Vanadio	5-181
Figura 5-79	Análisis de Resultados de Zinc	5-182
Figura 5-80	Cobertura Vegetal en Áreas (ha) y Porcentajes	5-195
Figura 5-81	Comparación de la Forma de Unidades Hidrográficas según Kc.....	5-211
Figura 5-82	Análisis de Resultados de Calidad de Agua-pH	5-251
Figura 5-83	Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Oxígeno Saturación.....	5-252
Figura 5-84	Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Cloro Total Residual.....	5-253
Figura 5-85	Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Fenoles.....	5-254
Figura 5-86	Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Hierro.....	5-255
Figura 5-87	Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Níquel	5-256
Figura 5-88	Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Plomo	5-257
Figura 5-89	Paisajes del Área de Estudio	5-259
Figura 5-90	Fuentes de contaminación registradas en PRAS	5-264

5 Diagnóstico Ambiental Línea Base

Hirsch (1980) define al diagnóstico ambiental de línea base como una descripción de condiciones existentes en un punto en el tiempo contra los subsecuentes cambios que se presentan por la ejecución de un proyecto, los cuales se pueden detectar a través del monitoreo. En otras palabras, el objetivo del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es predecir los posibles cambios sociales y ambientales como resultado de la ejecución del proyecto analizado partiendo de los estudios de línea base que proveen la visión del entorno previa ejecución del proyecto y terminando con la definición de un plan de monitoreo como parte del PMA, cuya ejecución da la visión posterior del proyecto con el objetivo de medir los cambios de los componentes ambientales y sociales a lo largo del tiempo.

La siguiente figura explica el rol del estudio de línea base en los EIA y su relación con la fase de muestreo. Como se puede observar, la primera etapa es la descripción de los parámetros ambientales y sociales a evaluar previo al inicio del proyecto; para ello, es necesario definir el alcance del estudio de línea base. En el caso del presente EIA, los parámetros a evaluarse son: clima, ruido, geología, geomorfología, sismicidad, edafología y calidad del suelo, calidad del aire, hidrología, flora, fauna y componentes socioeconómico y arqueológico. La descripción de estos componentes ayuda a prever los posibles impactos socioambientales que podrán suceder por la ejecución del presente proyecto.

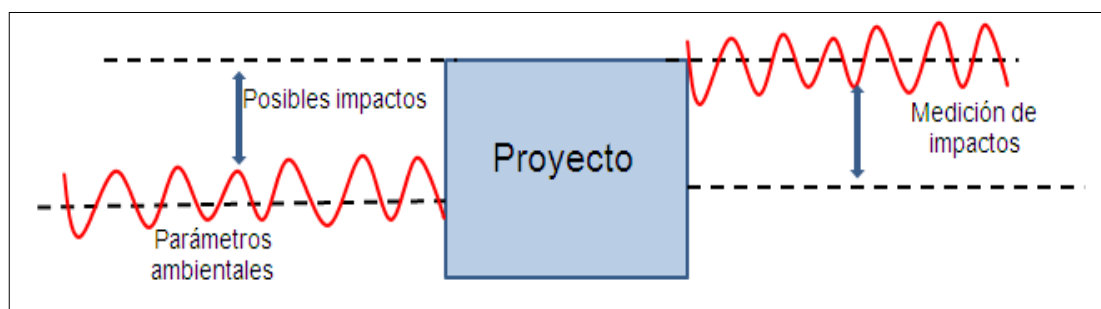


Figura 5-1 Rol de Estudios de Línea Base en los Estudios de Impacto Ambiental

Fuente: Wathem, 2001

5.1 Componente Físico

El área de implantación del proyecto se ubica en la provincia de Pastaza, cantón Arajuno y Pastaza, parroquias Arajuno y El Triunfo respectivamente. (Anexo D.-Cartografía, Mapa 1.1-1 de Ubicación- General y Político Administrativa).

La elaboración del Diagnóstico Ambiental del componente físico se basa: 1) en la recopilación de información en campo (del 24 de junio al 6 de julio de 2024 y del 7 al 12 de agosto de 2024) y 2) recopilación de información bibliográfica, entre esto está el Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la Autoridad Ambiental Nacional para la fase de exploración del pozo exploratorio Oglán 2 y facilidades conexas correspondientes (Capítulo 2. Introducción, Tabla 2-2).

Parte fundamental de este informe son los mapas temáticos y cartografía adjunta al Anexo D. Cartografía, elaborados sobre la cartografía base del Instituto Geográfico Militar (IGM).

5.1.1 Climatología

El clima se suele definir como el estado promedio del tiempo y, con mayor rigor, una descripción estadística del tiempo atmosférico en valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes en

períodos de meses a millares o millones de años. En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático en clásico y estadístico (UC, 2017).

5.1.1.1 Metodología

Conforme al mapa del INAMHI, Tipos de Clima del Ecuador, escala 1:100 000 de 2017, el área geográfica del proyecto se ubica en un tipo de clima superhúmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido (Anexo D. Cartografía, 5.1-1-A Mapa de Tipos de Climas).

El área geográfica con base en el mapa del INAMHI, Isotermas del Ecuador, escala 1:1 000 000 de 2008, se ubica en una temperatura media de 22-24 °C (Anexo D. Cartografía, 5.1-1-C Mapa de Isotermas), y respecto a isoyetas, se ubica entre 4000-5000 mm conforme al Mapa de Isoyetas de Ecuador, del INAMHI escala 1:1 000 000 de 2008 (Anexo D. Cartografía, 5.1-1-D Mapa de Isoyetas).

Para seleccionar la estación meteorológica a utilizar en el presente EIA se consideró los siguientes parámetros:

- > Distancia de la estación meteorológica más próxima al área geográfica del proyecto.
- > Que la estación que se va a utilizar se ubique en el mismo tipo de clima identificado en el área geográfica.
- > La estación para utilizar se ubique en la misma isoyeta identificada en el área geográfica.
- > Disponibilidad de información climatológica en los anuarios meteorológicos, ya que se debe contar, por cada parámetro a analizar, con series continuas de información de al menos 10 años para que sea estadísticamente representativo. Las estaciones analizadas son operadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). A continuación, la Tabla 5-1 y la Figura 5-2 muestran las estaciones meteorológicas más cercanas al área geográfica.

Tabla 5-1 Estaciones Meteorológicas Cercanas al Área Geográfica del Proyecto

Nombre de la Estación	Tipo de Estación	Código	Activa/ Inactiva	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Operador	msnm *	Distancia (km)
				Este (m)	Norte (m)			
Zatzayacu (Arosemen a Tola)	Automática, pluviométrica	M0485	Activa	182057,314	9871010,05	INAMHI	628	27,14
Tena Hda. Chaupi shungo	Automática, climatológica ordinaria	M1219	Activa	186209,63	9898540,79	INAMHI	665	48,98
Chonta punta	Automática, pluviométrica	M0710	Activa	238230,661	9896382,7	INAMHI	500	56,92
Huaticocha	Automática, pluviométrica	M1171	Activa	223570,749	9917561,43	INAMHI	632	68,89
Loreto	Automática, pluviométrica	M0563	Activa	242563,929	9922688,87	INAMHI	420	81,26
Puyo	Automática, agrometeorológica	M0008	Activa	171037,27	9833351,39	INAMHI	960	28,65
*msnm: metros sobre el nivel del mar								

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), agosto 2024

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

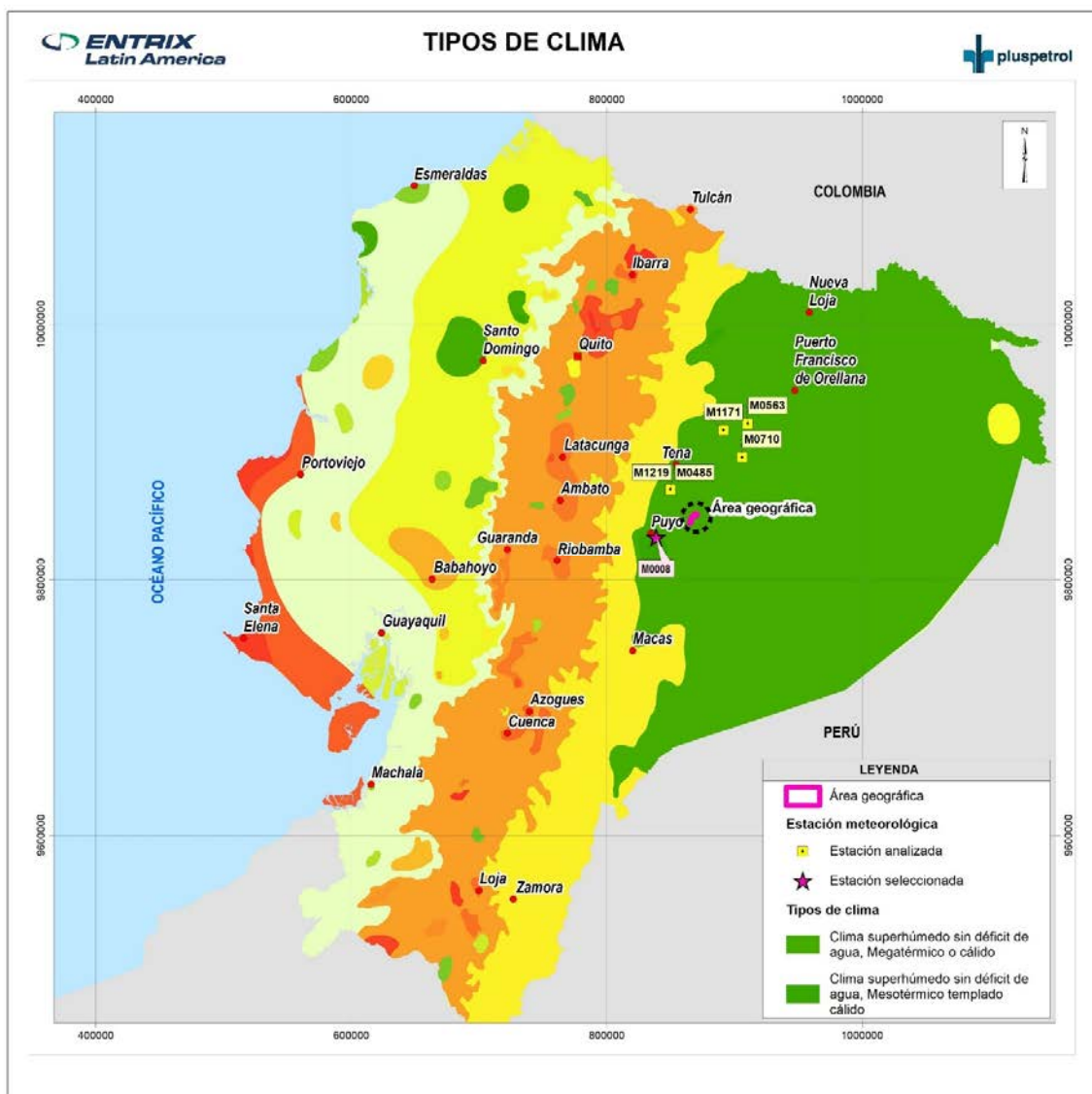


Figura 5-3 Tipos de Clima de las Estaciones Cercanas al Proyecto

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Las estaciones M0485 (Zatzayacu (Arosemena Tola)), M1219 (Tena Hda. Chaupi shungo), M1171 (Huaticocha), M0563 (Loreto) y M0008 (Puyo) se ubican en la misma isoyeta del área geográfica del proyecto (4000-5000 mm); por otra parte, la estación M0710 (Chonta punta) se ubica en la isoyeta 3000-4000 mm, como se puede apreciar en la Figura 5-4.

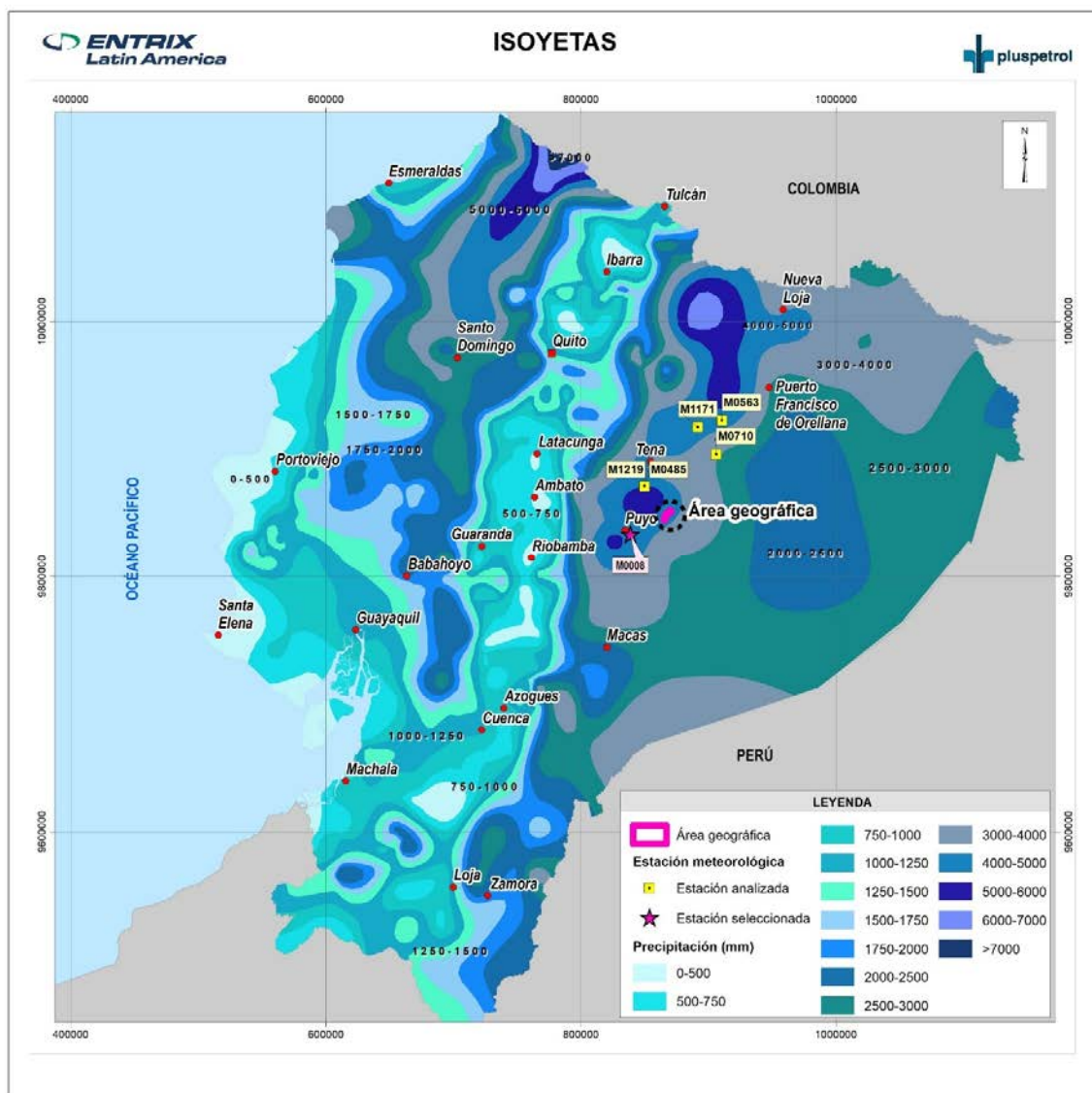


Figura 5-4 Isoyetas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Las estaciones M0485 (Zatzayacu [Arosemena Tola]), M1219 (Tena Hda. Chaupi shungo) y M0710 (Chonta punta) se ubican en la misma isoterma del área geográfica del proyecto (24-26 °C); por otra parte, las estaciones M1171 (Huaticocha) y M0008 (Puyo) se ubican en la isoterma 20-22 °C, como se puede apreciar en la Figura 5-5.

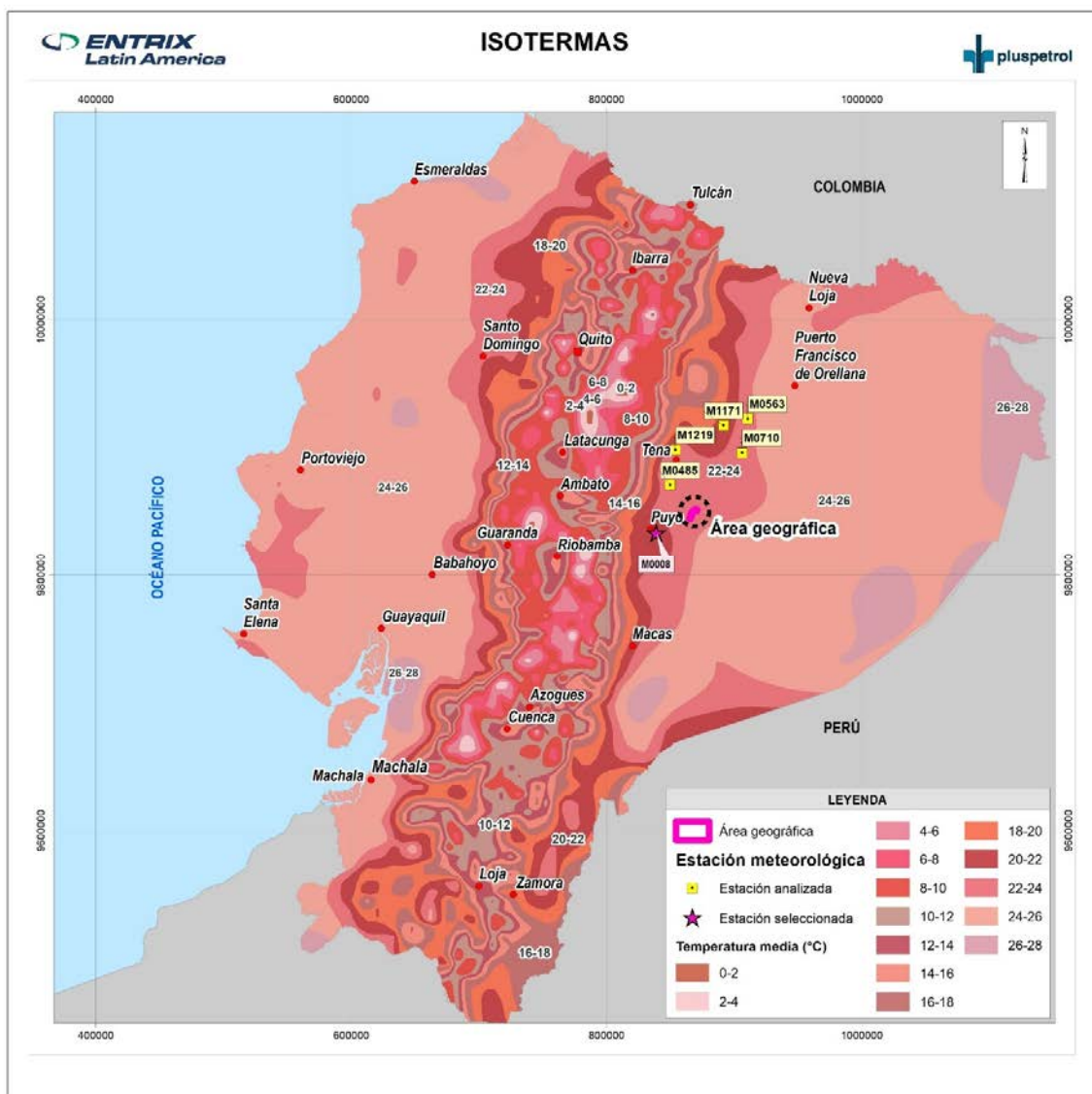


Figura 5-5 Isotermas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Respecto a lo anteriormente indicado, a continuación, se describen las características de las estaciones meteorológicas que pueden utilizarse para caracterizar el área geográfica del estudio:

5.1.1.1.1 Estación Meteorológica M0008 (Puyo)

- > A unos 28,65 km del área en estudio, a una altura de 960 msnm (Tabla 5-1).
- > Comparte isoyeta con el área del proyecto, es decir, se encuentra en una zona con una precipitación de 4000-5000 mm. Esta estación no se encuentra en el mismo tipo de clima e isoterma del proyecto.

- > Posee registros históricos meteorológicos con un período mayor a 10 años, particularmente del período comprendido entre 1965 y 2018 (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.1. Climatología).

5.1.1.1.2 Estación Meteorológica M0485 (Zatzayacu (Arosemena Tola))

- > A unos 27,14 km del área en estudio a 628 msnm (Tabla 5-1).
- > Comparte el piso climático con el área del proyecto, misma isoyeta e isoterma, es decir, se encuentra en un clima superhúmedo sin déficit de agua megatérmico o cálido, en una zona con una precipitación de 4000-5000 mm, y una temperatura 22-24 °C.
- > No posee registros históricos meteorológicos con un período mayor a 10 años de todos los parámetros requeridos para el análisis climatológico.

5.1.1.1.3 Estación Meteorológica M563 (Loreto)

- > A unos 81,26 km del área en estudio a 420 msnm (Tabla 5-1).
- > Comparte el piso climático con el área del proyecto, misma isoyeta e isoterma, es decir, se encuentra en un clima superhúmedo sin déficit de agua megatérmico o cálido, en una zona con una precipitación de 4000-5000 mm, y una temperatura 22-24 °C.
- > No posee registros históricos meteorológicos con un período mayor a 10 años de todos los parámetros requeridos para el análisis climatológico.

5.1.1.1.4 Estación Meteorológica M0710 (Chonta punta)

- > A unos 56,92 km del área en estudio a 500 msnm (Tabla 5-1).
- > Comparte el piso climático con el área del proyecto y misma isoterma, es decir, se encuentra en un clima superhúmedo sin déficit de agua megatérmico o cálido y una temperatura 22-24 °C. No se encuentra en la misma isoyeta del área del proyecto.
- > No posee registros históricos meteorológicos con un período mayor a 10 años de todos los parámetros requeridos para el análisis climatológico.

5.1.1.1.5 Estación Meteorológica M1171 (Huaticocha)

- > A unos 68,89 km del área en estudio, a 632 msnm (Tabla 5-1).
- > Comparte el piso climático con el área del proyecto y misma isoyeta, es decir, se encuentra en un clima superhúmedo sin déficit de agua megatérmico o cálido y en una zona con una precipitación de 4000-5000 mm. No se encuentra en la misma isoterma del área del proyecto.
- > No posee registros históricos meteorológicos con un período mayor a 10 años de todos los parámetros requeridos para el análisis climatológico.

5.1.1.1.6 Estación Meteorológica M1219 (Tena Hda. Chaupi shungo)

- > A unos 48,98 km del área en estudio, a 665 msnm (Tabla 5-1)
- > Comparte el piso climático con el área del proyecto, misma isoyeta e isoterma, es decir, se encuentra en un clima superhúmedo sin déficit de agua megatérmico o cálido, en una zona con una precipitación de 4000-5000 mm, y una temperatura 22-24 °C.
- > No posee registros históricos meteorológicos con un período mayor a 10 años de todos los parámetros requeridos para el análisis climatológico.

Por lo anteriormente indicado, se optó por utilizar la información de la estación meteorológica M0008 (Puyo) del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ya que además de ser la segunda más cercana al proyecto comparte la misma isoyeta y posee información histórica superior a 10 años.

El clima de la región amazónica ecuatoriana está determinado por la incidencia de factores meteorológicos, cuya variación depende de la ubicación geográfica, la topografía, el tipo de cobertura vegetal y la época del año, variables que caracterizan la climatología de la región (INAMHI, 2010).

La Amazonía ecuatoriana se ubica dentro de la faja ecuatorial (dentro de los 5° de latitud norte y sur), lo que hace que los parámetros meteorológicos a nivel global estén influenciados también por el desplazamiento anual de la zona de convergencia intertropical del Ecuador térmico, la vaguada del sur y el desplazamiento anual del ciclón térmico de la Amazonía (INAMHI, 2010).

En la Tabla 5-2 se presentan los valores de los diferentes parámetros climatológicos analizados con base en la información obtenida de la estación meteorológica M0008 (Puyo). El análisis estadístico se realizó con base en registros mensuales, y el periodo de datos manejados fue de 54 años entre 1965 y 2018. Estos datos corresponden a los promedios mensuales multianuales (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.1. Climatología).

Tabla 5-2 Caracterización Climática-Estación Meteorológica M0008 (Puyo) Periodo 1965-2018

Parámetro (valores medios)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media	Total
Precipitación (mm)	326,6	330,2	409,7	474,9	447,9	452,6	367,3	320,0	331,3	389,6	384,2	358,1	382,7	4592,3
Humedad relativa (%)	89,2	89,1	89,4	89,5	89,8	89,8	88,7	86,5	86,6	87,3	88,3	89,2	88,6	---
Nubosidad (octas)	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	7	---
Temperatura media (°C)	21,1	21,2	21,2	21,3	21,1	20,5	20,2	20,6	21,0	21,5	21,6	21,3	21,0	---
Temperatura máxima (°C)*	29,8	29,7	29,9	29,6	29,2	28,6	28,7	30,0	30,7	30,8	30,3	29,7	29,8	---
Temperatura mínima (°C)*	14,9	15,7	15,4	15,1	15,4	14,9	13,3	12,9	13,0	14,5	14,9	14,9	14,6	---
Velocidad del viento (kt)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22,9
ETP Thornthwaite (mm)	82,6	74,8	83,2	81,0	82,1	77,4	71,6	77,9	79,0	86,2	84,4	83,9	80,3	964,0
Balance hídrico (mm)	244,0	255,5	326,5	393,9	365,8	375,2	295,7	242,0	252,3	303,4	299,8	274,2	302,4	3628,4
* Los datos históricos de las temperaturas mínimas y máximas existentes datan del 2000 al 2018 (18 años de información histórica), siendo estos los únicos parámetros que presentan esta particularidad, es decir, se posee información del período 1965 al 2018 de todos los demás parámetros climáticos.														

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

Página en blanco

5.1.1.2 Precipitación

El régimen pluviométrico en la zona se mantiene con variaciones milimétricas durante todo el año. La distribución temporal es bimodal, registrando en la zona dos períodos con mayor precipitación: el primero, va de marzo a junio, y el segundo, de octubre a diciembre, de acuerdo con los registros de la estación meteorológica M0008 (Puyo) (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.1. Climatología).

Abril tiene la pluviosidad media más alta, de 474,9 mm, y agosto tiene la pluviosidad media más baja, con 320,0 mm. La precipitación media mensual anual es de 382,7 mm y total anual es 4592,3 mm.

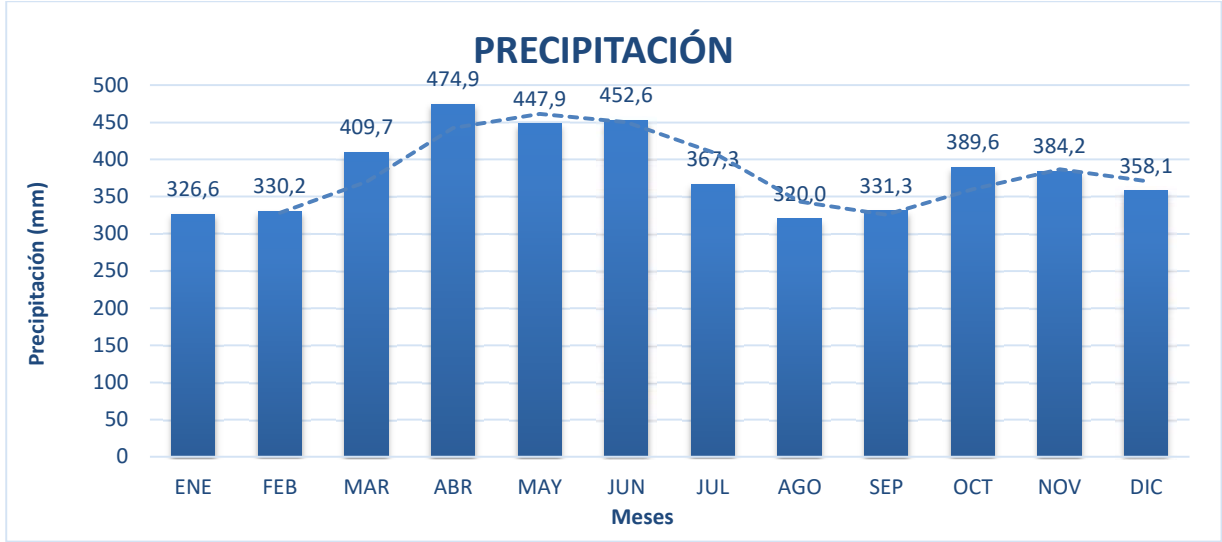


Figura 5-6 Precipitación Media Estación Meteorológica (1981-2023)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.1.3 Temperatura

La temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia: cuanto mayor agitación presenten estas, mayor será la temperatura (Rodríguez et al., 2004). La temperatura forma parte de las características climáticas y es señalada en un termómetro expuesto al aire y protegido de la radiación solar directa. Se mide en grados Celsius y décimas de grado (INAMHI, 2017).

La temperatura media anual del período considerado es 21,0 °C, con una oscilación térmica diferenciada entre la temperatura máxima (29,8 °C) y mínima registrada (14,6 °C) de 15,2 °C en el período analizado (2000-2018 para el caso de temperatura mínima y máxima).

La mayor temperatura media se registra en el período octubre-noviembre, con un máximo de 21,6 °C, mientras que julio tiene la temperatura media más baja, con 20,2 °C, de acuerdo con los registros de la estación meteorológica M0008 (Puyo) (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.1. Climatología).

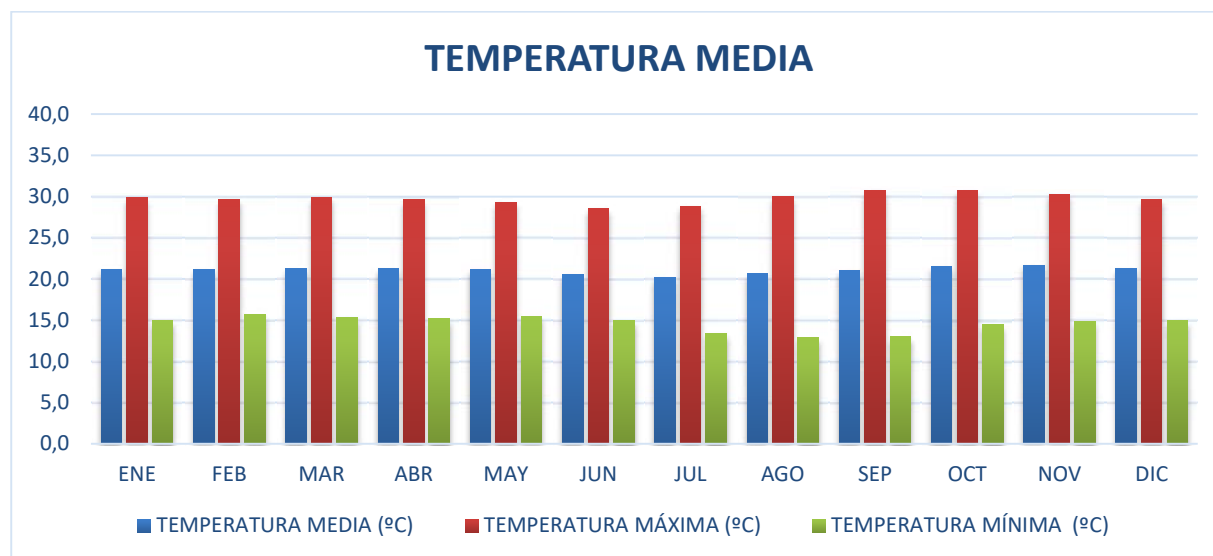


Figura 5-7 Temperatura Media Estación Meteorológica

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.1.4 Humedad Relativa

La humedad relativa es un parámetro que determina el grado de saturación de la atmósfera. La humedad relativa del aire húmedo con respecto al agua es la relación entre la fracción molar del vapor de agua en el aire y la fracción molar correspondiente si el aire estuviese saturado con respecto al agua a una presión y una temperatura dadas. Su unidad de medida es el porcentaje: mientras más alto sea el porcentaje, mayor es el grado de saturación de vapor de agua en la atmósfera (INAMHI, 2017). La humedad es un parámetro importante en la información de los fenómenos meteorológicos, ya que juntamente con la temperatura caracteriza la intensidad de la evapotranspiración, que a su vez tiene directa relación con la disponibilidad de agua aprovechable, circulación atmosférica y cubierta vegetal.

La humedad relativa media anual en el área geográfica corresponde al 88,6 %. Los valores máximos se observan de marzo a junio, los cuales se concentran en la época invernal. Se estima que en el área geográfica la humedad relativa media alcanza valores superiores debido a la mayor presencia de vegetación.

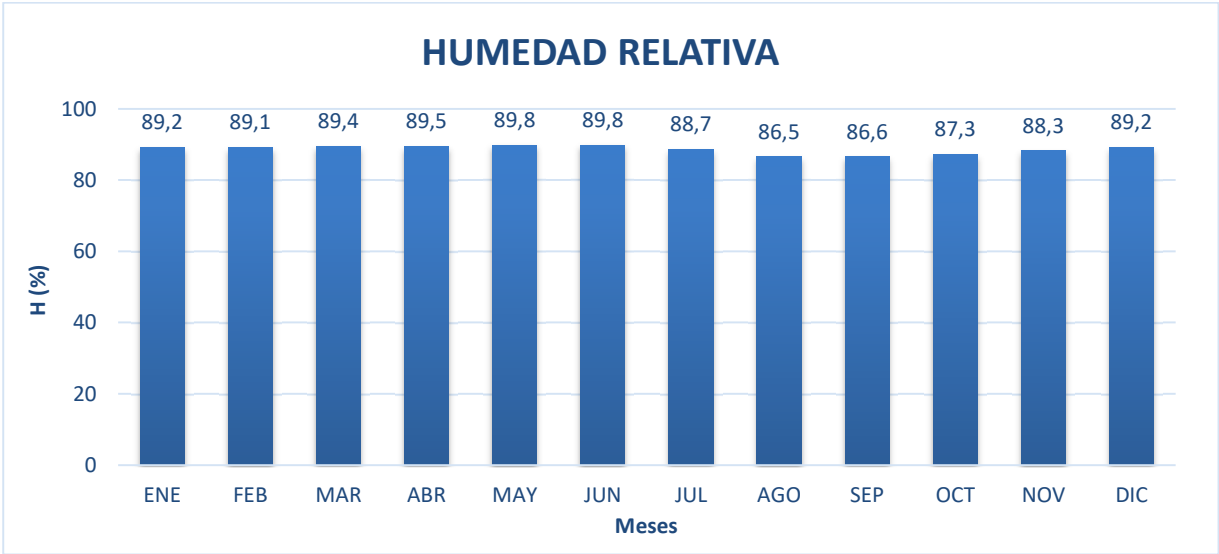


Figura 5-8 Humedad Relativa Estación Meteorológica (1965-2018)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.1.5 Nubosidad

La nubosidad hace referencia a la fracción de la bóveda celeste cubierta por la totalidad de nubes visibles. Se divide a la bóveda celeste en octavos, llamados octas, que es la unidad de medida de la nubosidad. Este parámetro es estimado en forma visual sin el uso de instrumentos (INAMHI, 2017).

La nubosidad funciona como filtro para que la radiación que es emitida por el sol no pase directamente; además, permite que el agua que se evapora sea contenida. El valor de nubosidad se expresa en octas, es decir, de ocho fracciones del cielo, cuántas están cubiertas de nubes.

La Figura 5-9 muestra que a lo largo del año la cubierta de nubes se encuentra entre 6 y 7 octas, con un promedio de 7 octas, siendo agosto, septiembre, octubre y noviembre los meses con menos cobertura nubosa con un mínimo de 6 octas; mientras que enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y diciembre los meses más nubosos con un máximo de 7 octas.

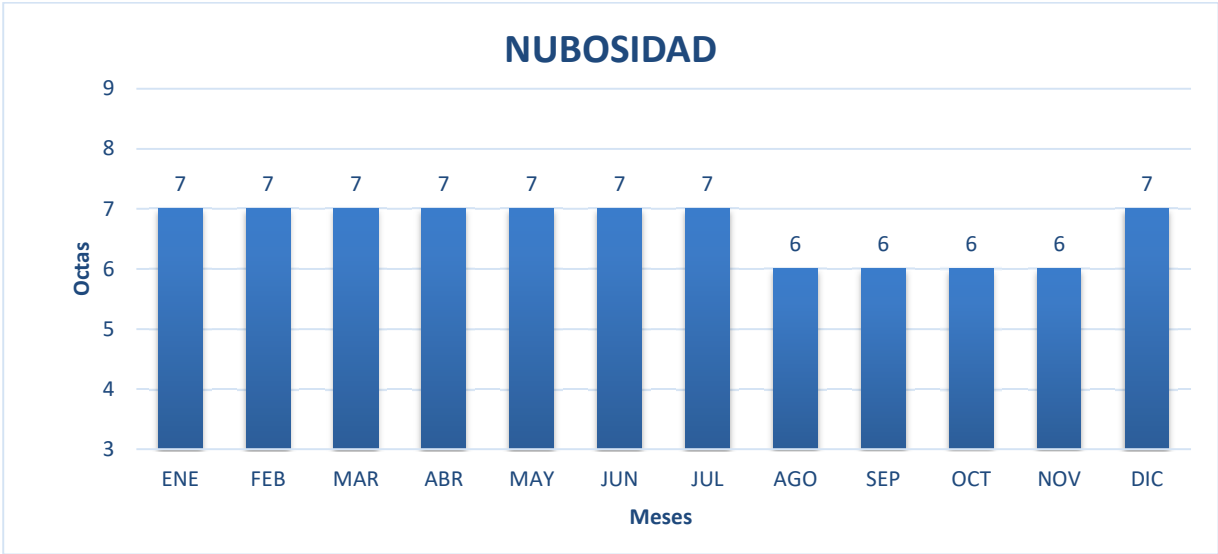


Figura 5-9 Nubosidad Estación Meteorológica (1965-2018)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.1.6 Velocidad y Dirección del Viento

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura (Rodríguez et al., 2004).

El viento se considera como el movimiento del aire sobre la superficie de la Tierra, de esta manera contempla velocidad y dirección. Las direcciones se toman de donde procede el viento y las velocidades en metros por segundo (INAMHI, 2017).

La velocidad del viento, en promedio, a lo largo de los meses del año durante el periodo de tiempo contemplado no presenta variaciones; considerando que 1 kt equivale a 1,852 km/h, se obtiene un valor de 3,54 km/h, como se puede observar en la Tabla 5-3 y Figura 5-10.

Tabla 5-3 Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1965-2018)

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Velocidad del viento (kt)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Velocidad del viento km/h	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6	3,1	3,1	3,5	3,6	4,0	3,8	3,6	3,54

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

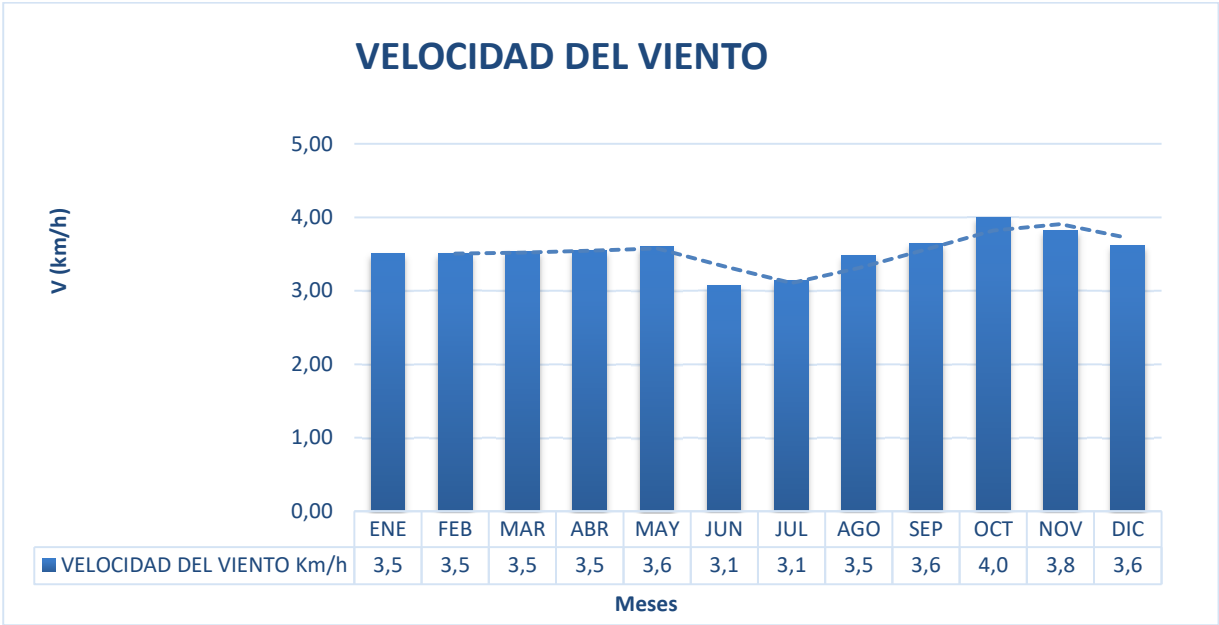


Figura 5-10 Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1965-2018)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

La dirección predominante del viento en rumbos permite analizarla en un tiempo determinado en relación con la velocidad del viento. Una vez realizado el análisis de velocidad y dirección del viento en un período establecido, de manera porcentual, se estima que la dirección del viento da lugar a la denominada rosa de los vientos (Figura 511), que permite visualizar el comportamiento del viento según su dirección y velocidad, permitiendo dispersión de contaminantes atmosféricos, entre otros análisis climatológicos. Es importante mencionar que esta información es proporcionada por el INAMHI, que realiza las mediciones de estos parámetros de manera mensual (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.1. Climatología).

En la estación meteorológica M0008 (Puyo), en promedio se establece como dirección del viento predominante al este (E), con un porcentaje de 47,67 %; seguida de la dirección noreste (NE), con un porcentaje de 39,60 %; la dirección sureste (SE) con un porcentaje de 4,66 %; y la dirección norte (N) con un porcentaje de 3,73 %. La Figura 5-11 detalla gráficamente las direcciones del viento, junto con los porcentajes antes mencionados.

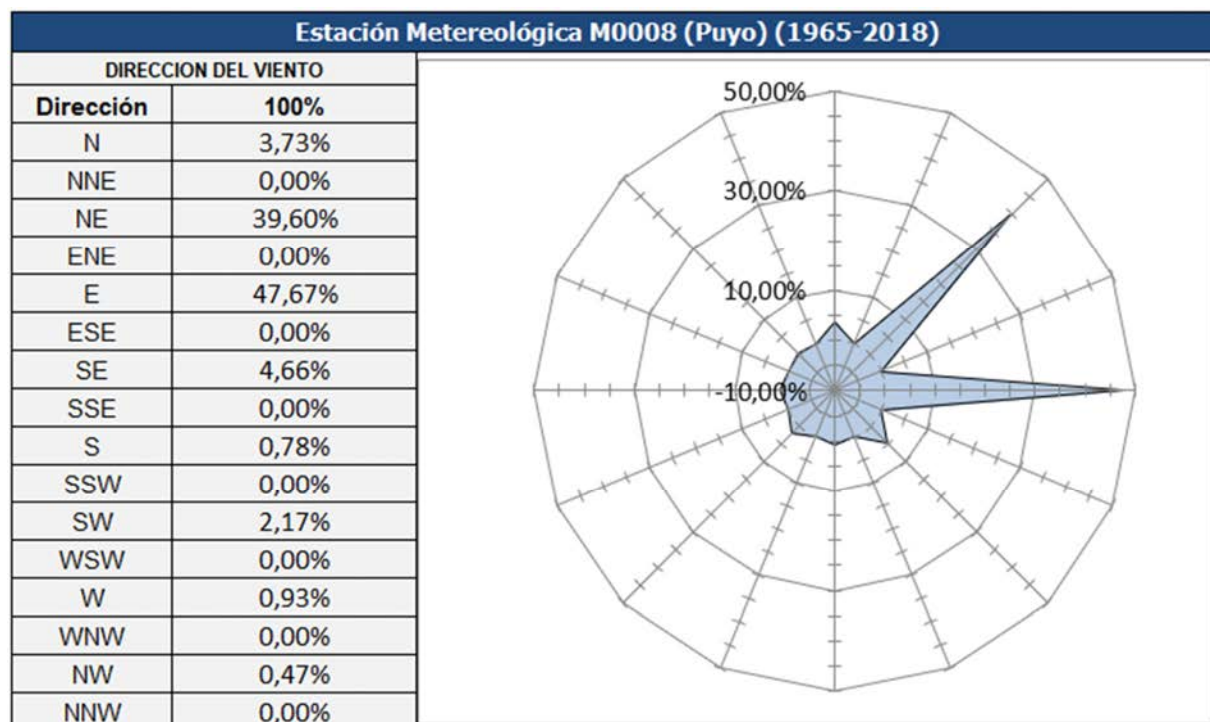


Figura 5-11 Rosa de los Vientos Estación Meteorológica (1965-2018)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.1.7 Evapotranspiración Potencial (ETP)

Los valores de ETP son requeridos para el cálculo del balance hídrico y para la clasificación climática. Para la obtención de este parámetro se utilizó la fórmula de J. García Benavides y J. López Díaz (1970), que es una ecuación empleada para las condiciones geográficas del país (para los trópicos entre 15° N y 15° S).

$$ETP = [1,21 \times 10^{\frac{7,45t}{234,7+t}} (1 - 0,01HR) + 0,21t - 2,30] \times D$$

Donde:

t = temperatura media mensual, en °C

HR = humedad relativa media mensual, en %

D = número de días del mes

Mediante el cálculo de interrelación de las variables de temperatura y humedad relativa para cada mes durante el período de tiempo estudiado, se obtuvo la variación de la ETP en mm.

Entre 1965 y 2018, los valores más altos se registran entre octubre y diciembre, mientras que el valor más bajo se presenta en julio por una disminución de la temperatura en comparación con la registrada en otros meses. La media mensual de evapotranspiración en la zona con la valoración de los datos es de 80,3 mm.

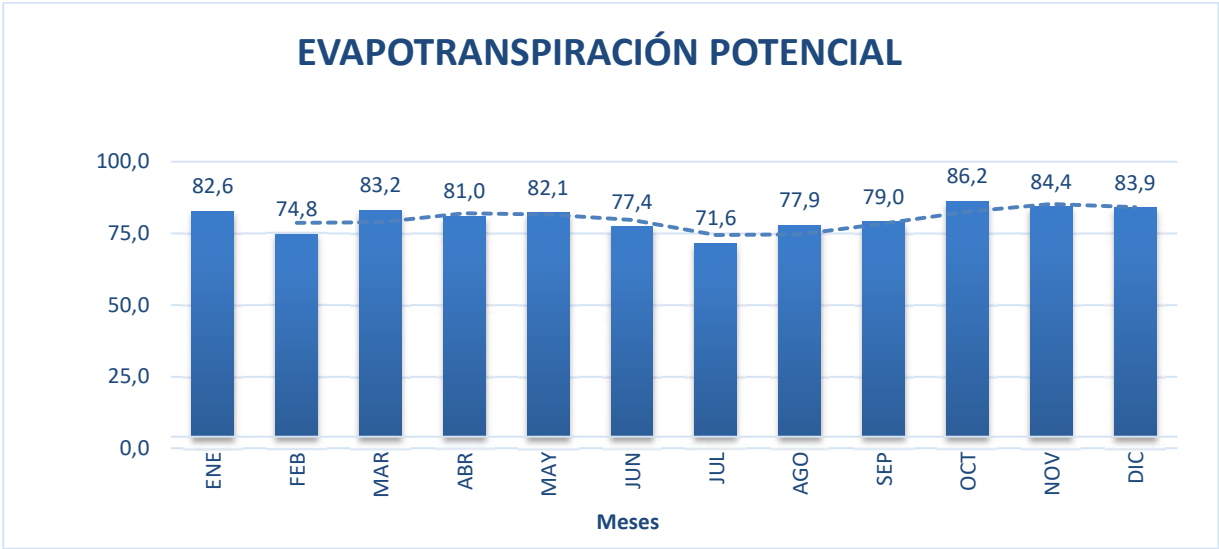


Figura 5-12 Evapotranspiración Potencial Estación Meteorológica (1965-2018)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.1.8 Balance Hídrico

A partir de la comparación entre la precipitación media y la ETP, se obtiene que en la zona existe un marcado superávit hídrico durante el período evaluado (1965-2018), donde el valor total anual acumulado es de 3627,8 mm (la media corresponde a 302,31 mm). Estas condiciones implican que no existe un reposo del ciclo vegetal y la característica principal de la vegetación es siempreverde y abundante con un ciclo de crecimiento rápido.

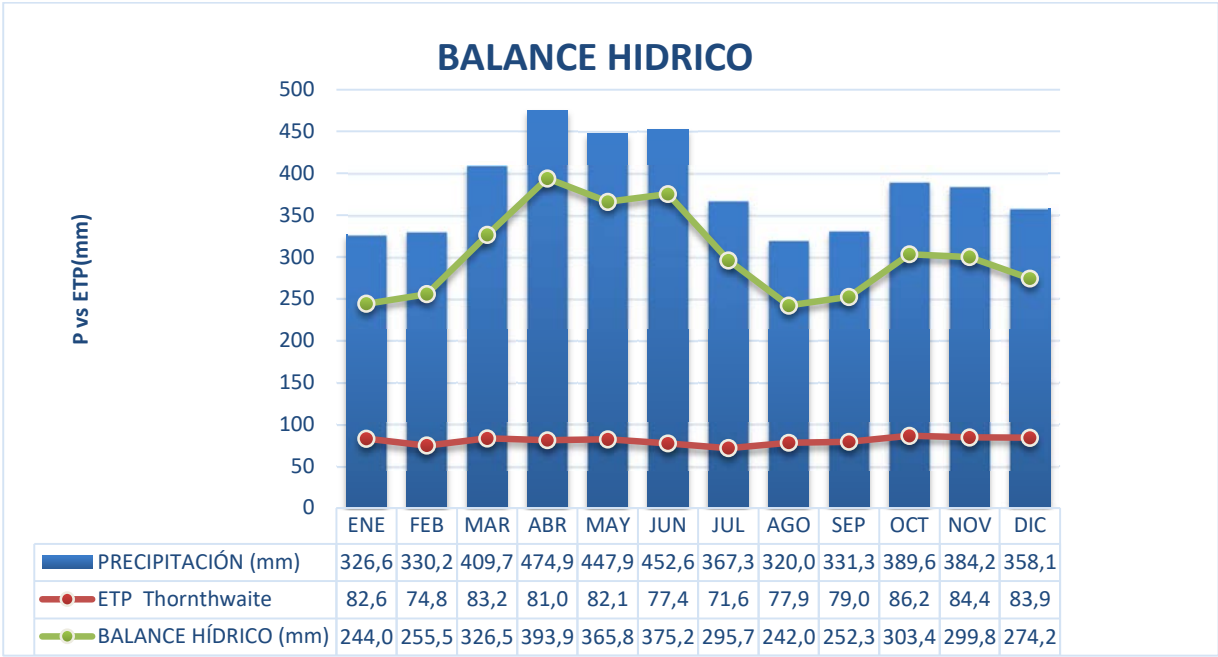


Figura 5-13 Balance Hídrico Estación Meteorológica (1965-2018)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.1.9 Clasificación Climática

La clasificación climática se realiza mediante el método de Gaussen (1957), que se basa en el ritmo de la temperatura media y precipitación mensual a lo largo de un año para realizar una clasificación de climas biológicos o bioclimas tomando en cuenta los períodos que son favorables y desfavorables para la vegetación; por ejemplo, los períodos calientes, frío, seco y húmedo.

Para la elaboración del diagrama Ombrotérmico de Gaussen, en el eje de las abscisas (X) se ponen los meses del año, y en un doble eje de ordenadas (Y) se pone, en un lado, las precipitaciones medias mensuales (mm), y en el otro, las temperaturas medias mensuales (°C). La escala de precipitaciones debe ser el doble que la de temperaturas; esto es: por cada °C en temperatura se toman 2 mm en precipitación. Por ejemplo, a un valor de 20 °C le corresponde, en la misma línea, el valor de 40 mm de precipitación.

Si la precipitación mensual media es inferior o igual a la temperatura mensual media ($P \leq 2 T_m$), la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperatura y el área comprendida entre las dos curvas indicará la duración e intensidad del período de sequía.

A continuación, se presenta el diagrama Ombrotérmico de Gaussen, en el que se muestran los datos de temperatura y pluviosidad del período evaluado de la estación meteorológica M0008 (Puyo).

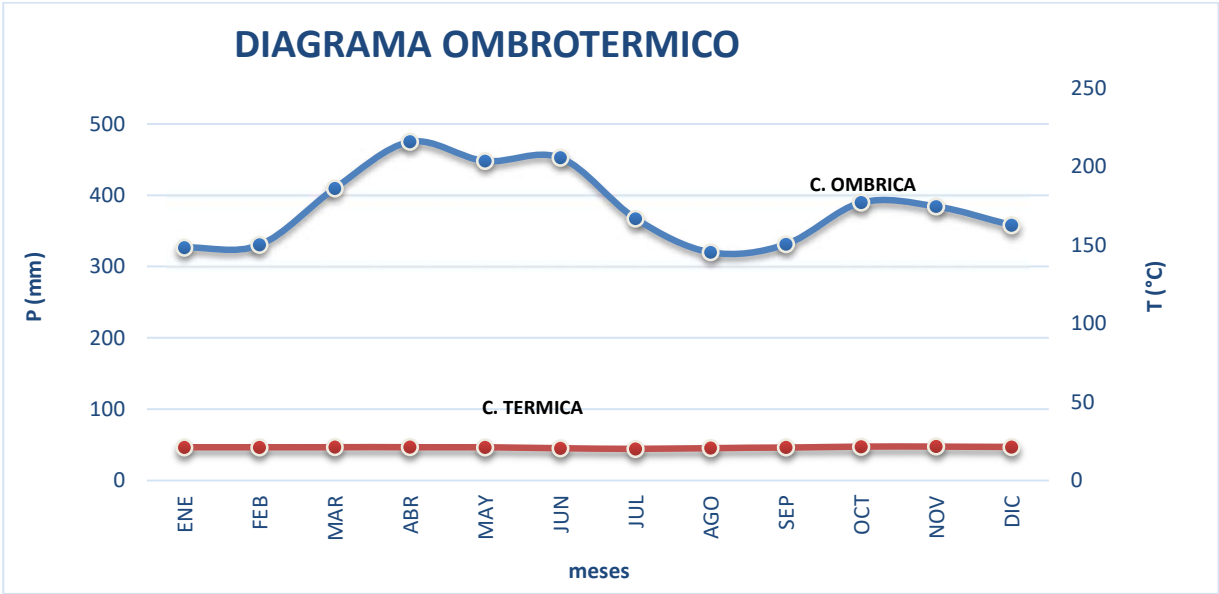


Figura 5-14 Diagrama Ombrotérmico Estación Meteorológica (1965-2018)

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

Como se observa en la Figura 5-14, la curva de precipitaciones (C. ómbrica) en ningún caso a lo largo del año está por debajo de la curva de temperatura (C. térmica), lo que indica que la zona donde se ubica el proyecto no se caracteriza por presentar períodos de sequía. La clasificación climática, conforme los datos disponibles, corresponde a superhúmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido (Anexo D.-Cartografía, 5.1-1-A Mapa de Tipos de Climas, 5.1-1-C Mapa de Isotermas, 5.1-1-D Mapa de Isoyetas, 5.1-1-B Mapa de Déficit Hídrico, 5.1-1-E Mapa de Bioclimas).

5.1.1.10 Conclusiones

- > El área geográfica del proyecto se encuentra en el mismo tipo de isoyeta que la estación M0008 (Puyo), con una precipitación de 4000-5000 mm, además es la segunda estación meteorológica más cercana al proyecto y posee información histórica superior a 10 años.
- > Si bien el área geográfica no se encuentra en la misma isoterma y clima que la estación M0008 (Puyo), se considera una temperatura media de 22-24 °C dado que no existe una estación meteorológica cercana que cumpla con este criterio (Anexo D.-Cartografía, 5.1-1-C Mapa de Isotermas).
- > Respecto a las isoyetas, el área geográfica se ubica entre 4000-5000 mm conforme el INAMHI, Mapa de Isoyetas de Ecuador, escala 1: 1 000 000 de 2008 (Anexo D. Cartografía, 5.1-1-D Mapa de Isoyetas).
- > La estación meteorológica M0008 (Puyo) dispone de registros completos y permite realizar un análisis histórico de la climatología relacionada con el área geográfica del proyecto.
- > La precipitación media mensual anual en la zona del proyecto está en el orden de los 382,7 mm, valor característico de la región amazónica; la temperatura media anual corresponde a 21,0 °C, con una humedad relativa de 88,6 %; la evapotranspiración media calculada es 80,3 mm, con un superávit hídrico durante todo el año.
- > La clasificación climática, en el área geográfica del proyecto conforme los datos disponibles, corresponde a superhúmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido (Anexo D.-Cartografía, 5.1-1-C

Mapa de Isotermas; 5.1-1-D Mapa de Isoyetas; 5.1-1-B Mapa de Déficit Hídrico; 5.1-1-E Mapa de Bioclimas).

- > La nubosidad en el área geográfica del proyecto indica que a lo largo del año la cubierta de nubes se encuentra entre 6 y 7 octas, con un promedio de 7 octas, siendo agosto, septiembre, octubre y noviembre los meses con menos cobertura nubosa con un mínimo de 6 octas; mientras que enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y diciembre los meses más nubosos con un máximo de 7 octas.
- > En el área geográfica del proyecto la velocidad del viento, en promedio, a lo largo de los meses no presenta variaciones, indicando un valor constante de 3,60 km/h; respecto a la dirección del viento en promedio, se establece como dirección del viento predominante al este (E), con un porcentaje de 47,67 %; seguida de la dirección noreste (NE), con un porcentaje de 39,60 %; la dirección sureste (SE) con un porcentaje de 4,66 %; y la dirección norte (N) con un porcentaje de 3,73 %.

5.1.2 Geología

5.1.2.1 Metodología

Para la caracterización geológica se tomó de base la siguiente información: cartas geológicas del Puyo y Puerto Napo, Ex Dirección General de Geología 1980, Mapa Geológico de las Provincias Orientales, editado por el INEMIN en 1987, escala 1: 250 000; Mapa Geológico de la Cuenca Oriente, IRD, PETROPRODUCCIÓN, 2001 escala 1: 1'000 000, y Mapa Geológico de la República de Ecuador, Instituto de Investigación Geológicas, Mineras y Metalúrgicas, 2017.

5.1.2.2 Geología Regional

El Campo Oglán forma parte de la Cuenca Oriental Ecuatoriana, que se encuentra constituida por una potente serie de rocas sedimentarias marino-continentales. En profundidad, depósitos sedimentarios del Paleozoico Mesozoico Inferior (formaciones Pumbuiza, Macuma y Santiago) yacen sobre las rocas cristalinas del escudo guayanés (Baldock, 1982; Canfield et al., 1982). En el Mesozoico Superior los sedimentos continentales de la formación Chapiza, luego de un importante hiato sedimentario, fueron cubiertos por una transgresión marina cretácica durante la cual se depositaron los sedimentos de las formaciones Hollín, Napo y Tena sobre una amplia cuenca Pericratónica. Los sedimentos del Cenozoico alcanzan un espesor de hasta 4 000 m. en la cuenca alargada Tras-Arco con rumbo norte-sur, que se profundiza hacia el norte.

La Cuenca Oriental Ecuatoriana se encuentra entre la placa continental Sudamericana en su extremo noroccidental y las placas oceánicas de Cocos y Nazca. Está limitada al oeste por el piedemonte andino de la Cordillera Real, el cual constituye una zona de fallas por sobrecorrimiento regional que determina el cambio morfológico y fisiográfico más importante del país. Al este está limitada por el Escudo Guayanés con rocas antiguas y estables del basamento. Dentro de este contexto se destaca la zona Subandina con los Levantamiento Napo al norte y Cutucú al sur. La cuenca tiene una disposición asimétrica con un eje aproximado N-S, con buzamientos fuertes al oeste y suaves en los flancos al este. La profundidad de la cuenca aumenta estratigráficamente de E a O y de N a SSO.

Estructuralmente, la Cuenca Oriental es el resultado de esfuerzos transgresivos a partir del Cretácico, los cuales provocaron la emersión de la Cordillera Real y la formación de la cuenca tras arco (Baldock, 1982). Existe una etapa anterior de importancia petrolífera que se inicia en Turaniano con esfuerzos compresivos. Dichos esfuerzos marcan la inversión tectónica de un sistema extensivo desarrollado en el Permo-Triásico y en el Jurásico, con la que se inicia el desarrollo de las estructuras petrolíferas de la cuenca (Baby et al., 1999) y la configuración de los tres corredores estructurales que, luego de estudios realizados por el "Institut de Recherch pour le Développement IRD", los han delimitado. Estas estructuras petrolíferas son: el Sistema Subandino, el Corredor Sacha-Shushufindi y el Sistema Capirón-Tiputini, las cuales se encuentran controladas por mega fallas de rumbo NNE-SSO, la plataforma Oglán y las facilidades a ser implementadas se localizan dentro la zona Subandina con los Levantamiento Napo al norte y Cutucú al

sur, controlada por fallas normales de gran profundidad y asociadas con un sistema de “Rift” previamente desarrollado durante el triásico y Jurásico inferior.

En las siguientes figuras se puede apreciar la configuración de la cuenca sedimentaria Oriente:

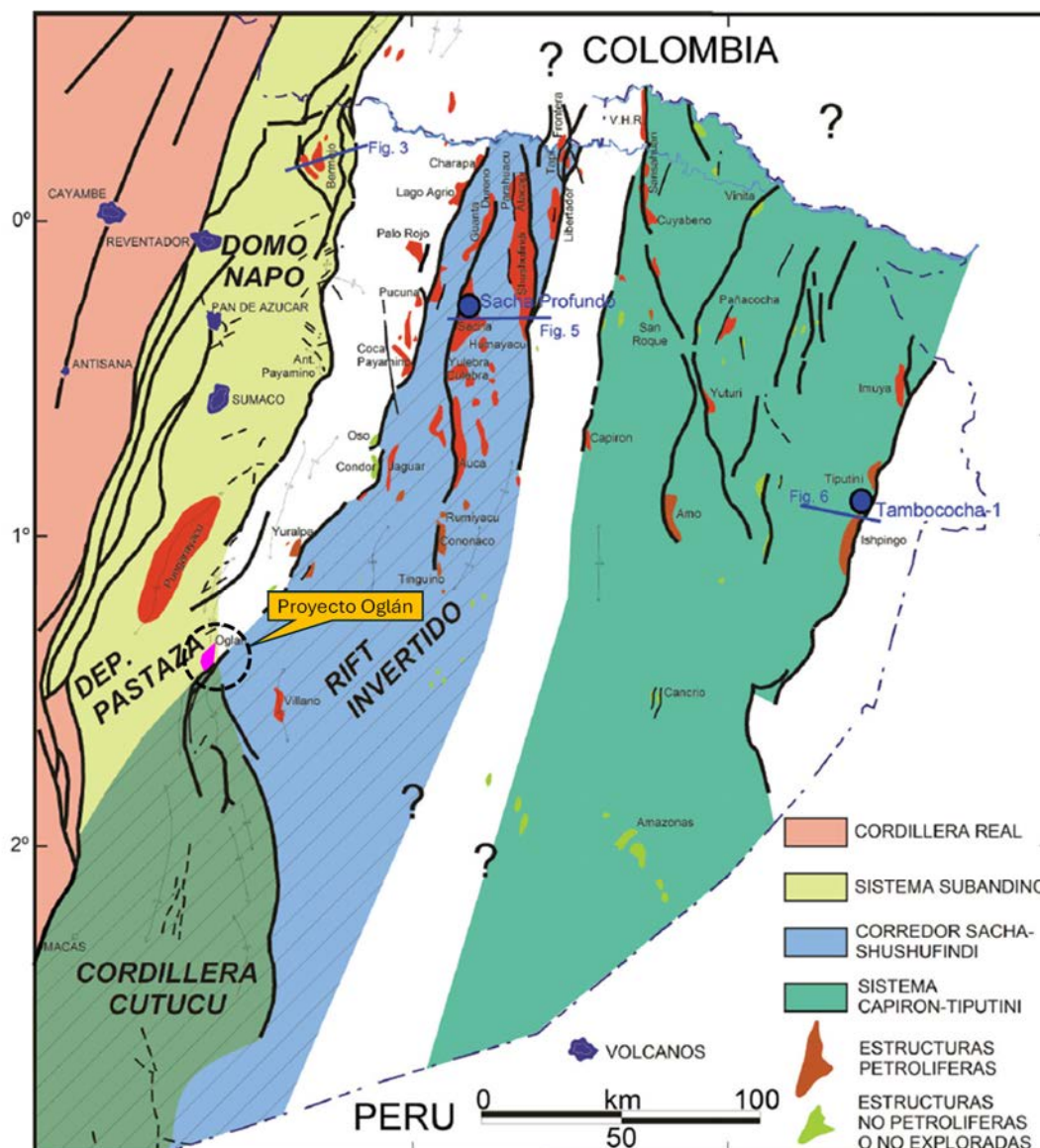


Figura 5-15 Mapa tectónico de la Cuenca Oriente con la ubicación del área del proyecto Oglán

Fuente: Baby et Al., 2004

Elaboración: Entrix, septiembre 2024.

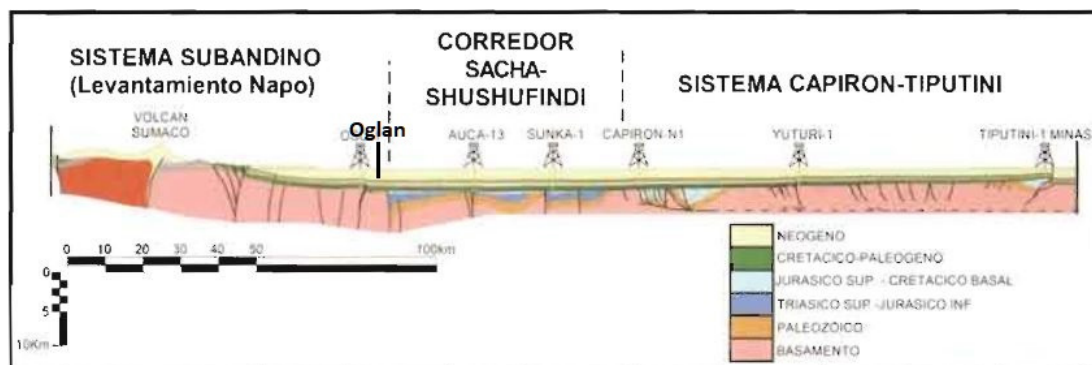


Figura 5-16 Sección estructural de los Corredores

Fuente: Baby et Al., 2004

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Los procesos de erosión ligados a la dinámica fluvial local y los consecuentes procesos de sedimentación han contribuido a la actual configuración geológica y geomorfológica del área en estudio y su área geográfica.

En la Figura 5-17 se sintetiza en forma generalizada la estratigrafía de la Cuenca Oriente, seguidamente se analiza la estratigrafía aflorante en el área geográfica:

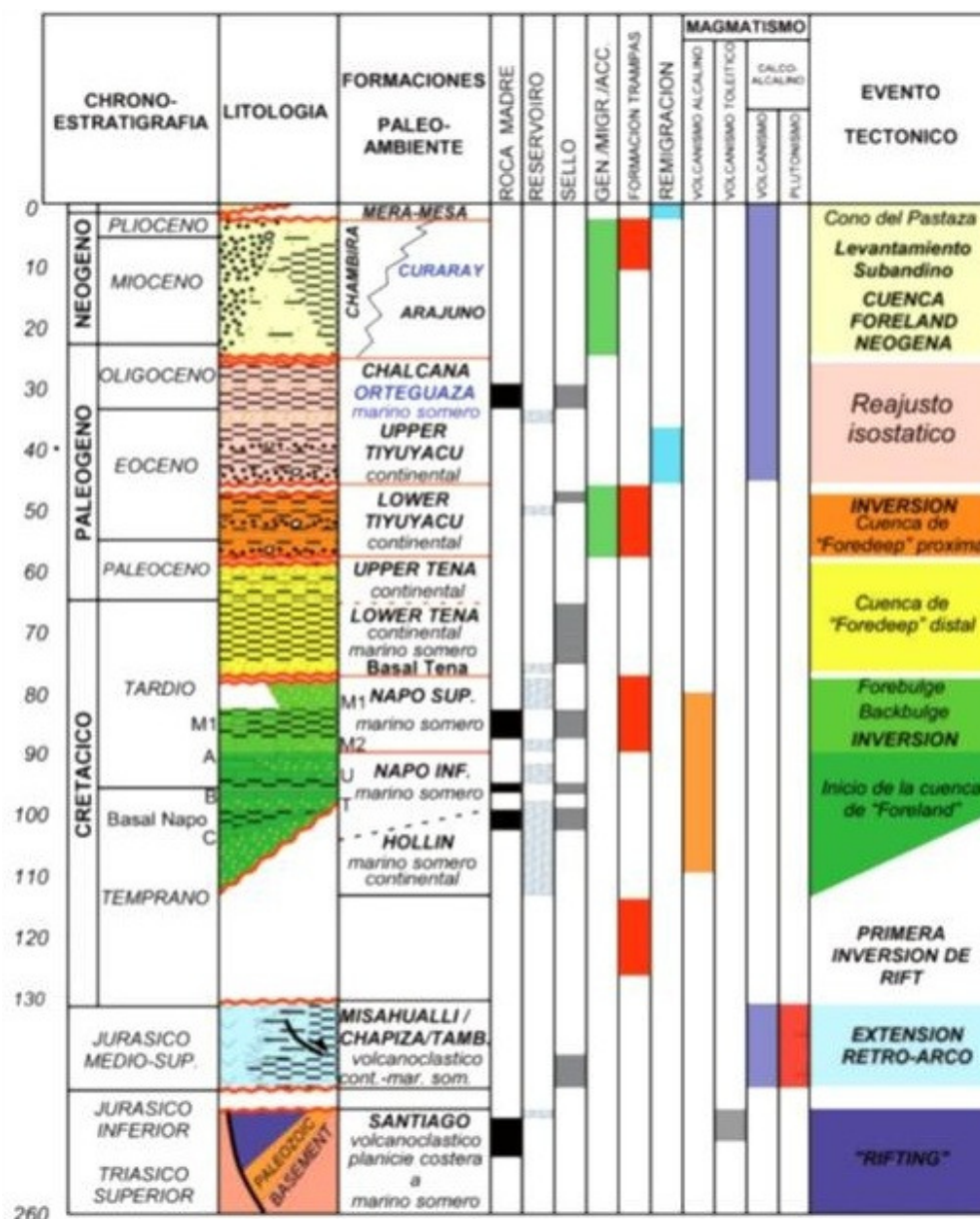


Figura 5-17 Columna Litoestratigráfica de la Cuenca Oriente

Fuente: Baby et Al., 2004.

Dentro del contexto geodinámico regional, Bes De Berc et al. (2004) identificaron una superficie geomorfológica denominada Superficie Mera-Upano, que constituye un importante marcador morfotectónico. Esta superficie habría sido generada entre los 32 000 y 14 000 años antes del presente (BP), y se ha utilizado como referencia para estimar las tasas de incisión fluvial y de levantamiento tectónico en la región subandina. Los valores de estas tasas son notablemente altos y se vinculan con procesos geodinámicos mayores, entre ellos, la subducción activa de la Dorsal de Carnegie bajo la Cuenca Oriente.

5.1.2.3 Tectónica

La división tectónica del sector oriental ecuatoriano se basa originalmente en la expresión topográfica de las estructuras y se divide en dos dominios: Subandino y Oriental o de Plataforma (Tschopp, 1953).

La mayor parte de la zona Subandina consiste en cadenas montañosas de dirección norte-sur, en las cuales afloran estratos de rocas del Paleozoico superior y otras más jóvenes, cortadas por fallas inversas con alto grado de buzamiento.

En la zona extrema oriental, hay un terreno bajo relieve, donde las estructuras del subsuelo se manifiestan localmente por pendientes superficiales de muy bajo grado y suaves alineamientos del drenaje.



Figura 5-18 Esquema del Bloque Nor-Andino

Fuente: Villagómez, 2003

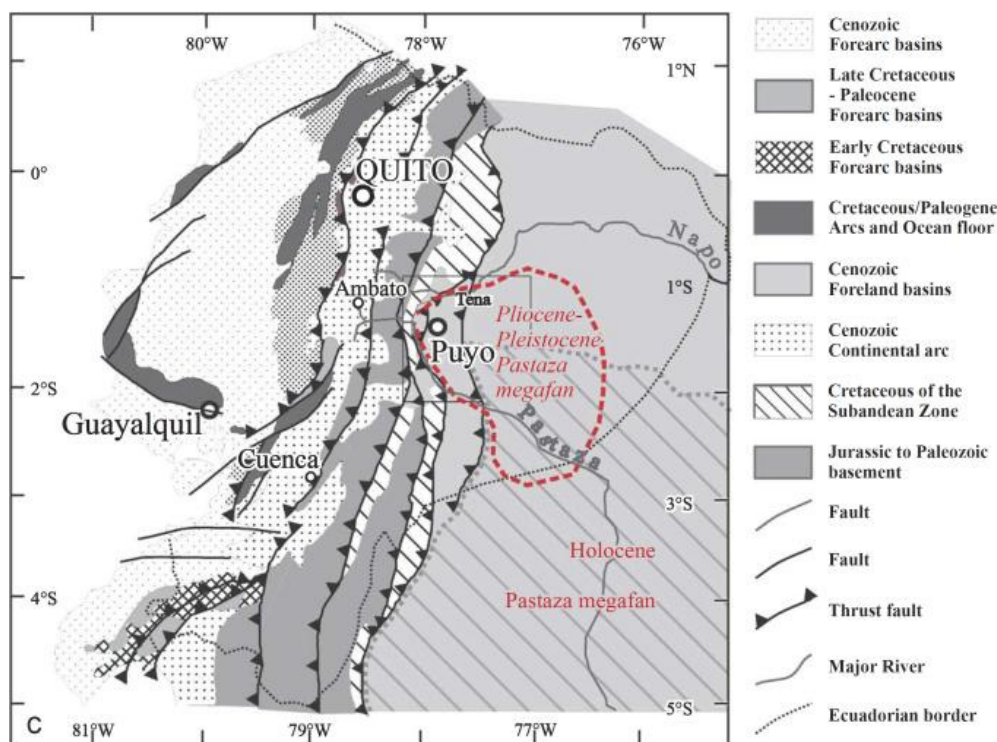


Figura 5-19 Mapa estructural de la Cuenca Oriente, mostrando la depresión y el mega abanico Pastaza (Pastaza megafan)

Nota: W corresponde a oeste por su sigla en inglés (west).

Fuente: Bès de Berc y Otros., 2005

En la Figura 5-52 del ítem de sismicidad se ha graficado las fallas activas cercanas a la zona del proyecto.

5.1.2.4 Geología Local

La zona de estudio se encuentra en la depresión Pastaza o Puyo, por lo que, el rasgo más importante que se evidenció es la presencia del relleno continental producto de la erosión de los Andes. Dichos materiales de relleno producto de la erosión se han depositado en forma de grandes abanicos (Bès de Berc y otros, 2005). Este material de relleno de carácter sedimentario se encuentra visible o aflorante y se lo ha agrupado dentro de las Formaciones Arajuno, Chambira, Mesa y Mera. De éstas, la que más afecta la morfología de la zona es la extensa depositación de la Formación Cuaternaria Mera, como se puede ver en las figuras mostradas a continuación.

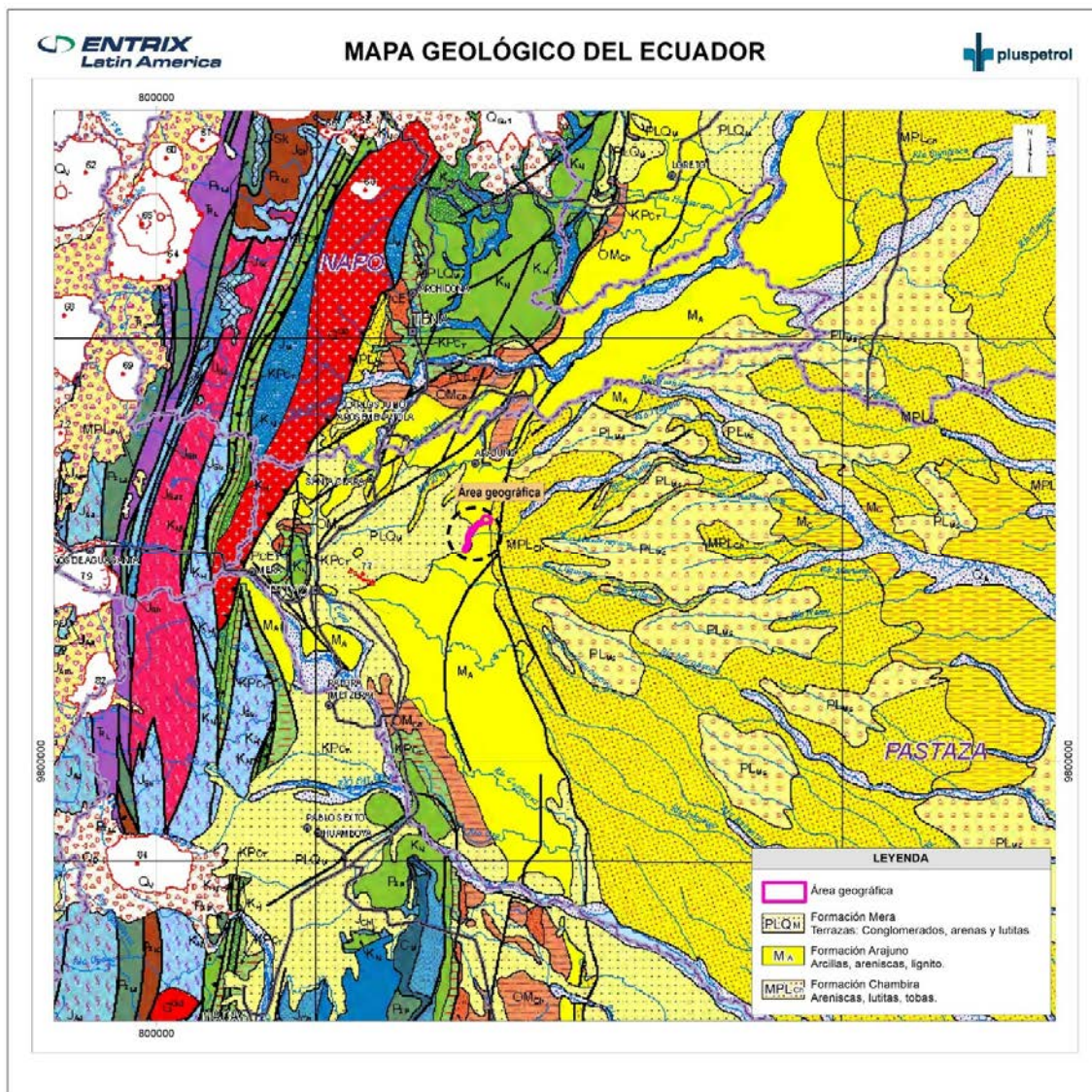


Figura 5-20 Ubicación del proyecto respecto al Mapa Geológico de la República del Ecuador

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico (INIGEMM), hoy Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), 2017

La estructura geográfica principal es un anticlinal suave en la formación Aranjú que afecta a la formación Mera. Este anticlinal es parte del denominado Canelos – Oglán, tiene un buzamiento al sur y la estructura este se llama estructura Umpi, que está fuera del área geográfica, (Dirección General de Geología y Minas, 1980, Hoja Geológica del Puyo.)

La cuenca Oriente desde finales del Oligoceno fue llenada por depósitos fluviales. En el área geográfica afloran sedimentos de las formaciones: Aranjú, Chambira y Mera, (o "Mesa de Mera", Tschopp, 1953), Depósitos Aluviales y Terrazas Aluviales. Las características litológicas locales se describen a continuación: (Anexo D.- Cartografía – 5.1-2 Mapa Geológico).

5.1.2.4.1 Litoestratigrafía

Formación Arajuno (MA''', Ma'', MA'. Mioceno)

Su localidad tipo se localiza en el río Arajuno, a 15 km al sureste del pueblo de Napo (Bristow y Hoffstetter, 1977). Está constituida por areniscas finas a gruesas, conglomerados intercalados con limolitas y arcillolitas rojizas (Baby, Ribadeneira, y Barragán, La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo, 2004). El proyecto Oglán se localiza en esta unidad litológica.

Está dividida en tres miembros (inferior, medio y superior):

- > El miembro inferior consiste en areniscas con lentes de conglomerados e intercalaciones arcillosas.
- > El miembro medio está compuesto de arcillas abigarradas con intercalaciones de evaporitas en la base y piroclastos en la tope; este miembro tiene fauna foraminífera y de moluscos de agua dulce.
- > El miembro superior consiste en depósitos esencialmente arenosos con niveles de lignito e intercalaciones arcillosas, estos sedimentos contienen restos de tortugas y moluscos de agua dulce.

Sobreyace a la Formación Chalcana. El espesor de la formación es de 800 a 1000 m. La Formación Arajuno contiene fauna importante del Mioceno característica de un ambiente de estuario (Baby, Bernal, Christophoul, y Valdez, 1998).

Formación Chambira (Mplch - Plioceno)

La localidad tipo se localiza en el arroyo Chalcana, afluente del Tiyuyacu, pocos kilómetros al SE del pueblo de Napo (Bristow y Hoffstetter, 1977), (Tschopp, 1948). Está conformada por arcillas rojas más o menos arenosas y arcillas abigarradas características de paleosuelos, con intercalaciones arenosas de tipo canal fluvial. Su espesor es de 500 m y su edad es considerada del Oligoceno al Mioceno. Estos depósitos corresponden a los primeros sedimentos continentales después de la transgresión de Tiyuyacu (Baby, Bernal, Christophoul, y Valdez, 1998). Aflora al noroeste del Mapa 5.1-2 Mapa Geológico.

Formación Mera (PLQm, Cuaternario).

Aflora en un alto porcentaje en la vía de acceso y línea de flujo; forma una amplia superficie de cono de esparcimiento disectado. (Tschopp, 1945 en INEMIN, 1989) Los mejores afloramientos se ubican en la depresión de Santa Inés y al nivel de Shell y Mera (Baby, Ribadeneira, y Barragán, 2004). Consiste en conglomerados de clastos centimétricos a plurimétricos (granito o gneis) con intercalaciones de niveles piroclásticos en la parte proximal del abanico. Sus depósitos más recientes están asociados a los productos volcánicos del Sumaco y El Reventador. La Formación Mera descansa en discordancia sobre la Formación Mesa (Baby, Bernal, Christophoul, y Valdez, 1998).

Depósitos Aluviales y Terrazas Aluviales (Holoceno-Qa-QT)

Los drenajes superficiales como los ríos Oglán, Curaray y Tiushcachi, del área geográfica, arrastran materiales detríticos, los cuales se han depositado formando terrazas y depósitos aluviales, constituidos principalmente por cantos rodados mal seleccionados de diverso origen. Cubren a sedimentos antiguos de las formaciones Chambira y Mera, y se presentan en formas de relieves planos.

A continuación, se genera la comparación de la columna estratigráfica del pozo tipo de Oglán con la columna estratigráfica tipo para la cuenca oriente.

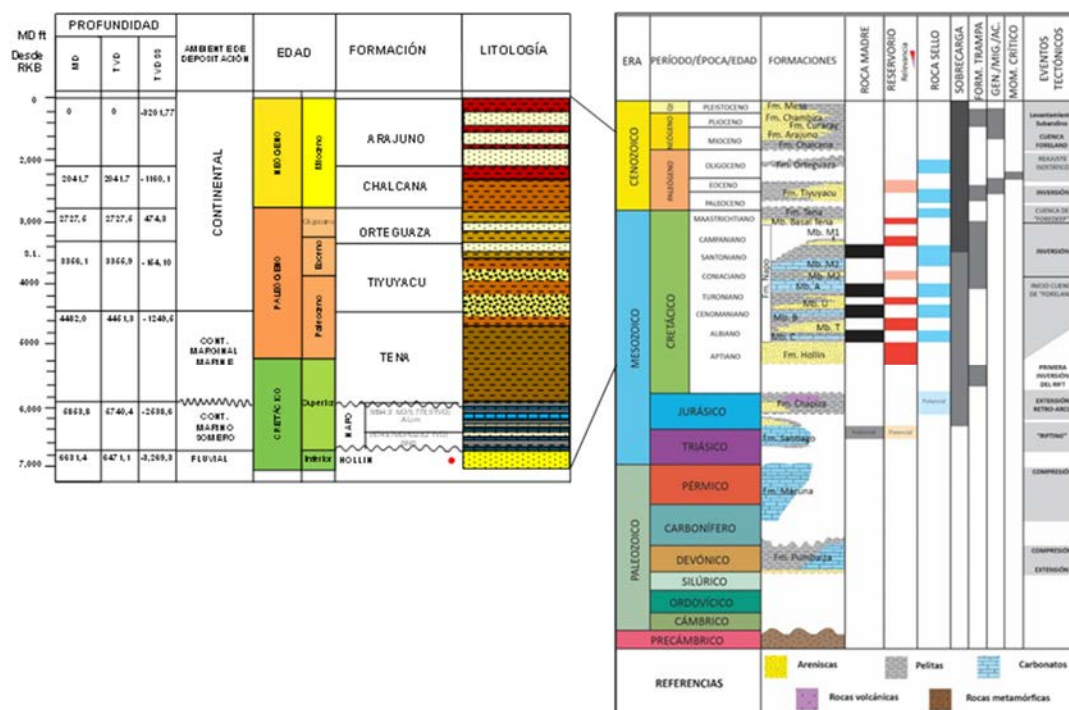


Figura 5-21 Comparación de la columna estratigráfica de Oglán con la columna de la cuenca oriente

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

5.1.2.4.2 Geología de Detalle

Metodología

Para el desarrollo de los componentes del proyecto, es fundamental reconocer la litología aflorante en las zonas específicas de implantación, incluyendo las plataformas Oglán 2 y Oglán 3, las escombreras, la vía de acceso y la línea de flujo. Este reconocimiento constituye la base para comprender el comportamiento geológico del subsuelo y definir las características del terreno en relación con los procesos constructivos.

Los análisis geológicos regionales indican que en la zona de estudio afloran las formaciones Mesa, Arajuno y Chambira, compuestas por materiales sedimentarios, entre los que predominan conglomerados, lodolitas, arcillas rojas y areniscas. Estas unidades presentan diferencias en su génesis, grado de consolidación, permeabilidad y alteración, esencial para establecer la zonificación geotécnica del área.

Con base en estos antecedentes, en los recorridos de campo se identificó litológicamente los afloramientos presentes en las obras proyectadas, con descripciones detalladas de color, textura, estratificación, presencia de cemento, mineralogía visible y grado de meteorización.

Además, en los afloramientos accesibles se efectuaron mediciones estructurales, que incluyen rumbo y buzamiento de los planos de estratificación, fracturas y discontinuidades. Esta información permite comprender la disposición espacial de las unidades geológicas y la estructura del terreno, información clave para el diseño de taludes, cimentaciones y obras subterráneas.

Las observaciones se distribuyeron a lo largo de los siguientes ejes:

- > Vía Oglán 3 – Vía Puyo: abscisa 0+000 hasta 6+143.
- > Línea de flujo (paralela al eje vial): abscisa 0+000 hasta 10+655.

> Vía Oglán 3 – Oglán 2: abscisa 0+000 hasta 2+122.

Como parte del estudio, se establecieron 16 puntos de control geológico, en los cuales se documentó la litología, estructura y condiciones de afloramiento. Esta información se presenta en la siguiente tabla y cada una se detalla más adelante:

Tabla 5-4 Puntos de Control Geológico

N°	Descripción	Coordenadas (UTM WGS84 18S)		Altitud (m.s.n.m.)
		Este	Norte	
1	Zona pantanosa Oglán 3	202081,21	9851407,58	963
2	Punto de control 1	202142,40	9851479,30	980
3	Punto de control 2	200606,00	9850527,00	1088
4	Punto de control 3	201885,40	9851243,60	980
5	Punto de control 4	202071,00	9851186,00	916
6	Punto de control 5	202245,00	9851352,00	769
7	Punto de control 6	201908,80	9851179,07	972
8	Punto de control 7	202508,00	9851301,00	898
9	Punto de control 8	202253,00	9851352,00	940
10	Punto de control 9	202711,21	9851181,62	864
11	Punto de control 10	201718,00	9851275,00	943
12	Punto de control 11	202560,00	9851163,40	847
13	Punto de control 12	201173,00	9850810,00	1044
14	Punto de control 13	202573,00	9850992,00	840
15	Punto de control 14	202718,00	9851195,00	840
16	Punto de control 15	198604,41	9849073,11	1100

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Elaborado por: Entrix, agosto 2025.

Zonas Pantanosas

Como referencia, en las coordenadas UTM E: 202081.21; N: 9851407.58 y altitud 963 m.s.n.m., se ha identificado un sector de interés geológico ubicado entre las abscisas 0+000 hasta 0+080 de la vía de acceso entre Oglán 3 y Oglán 2, en las inmediaciones de la escombrera proyectada para Oglán 3.

En esta zona se reconocen depósitos superficiales compuestos por arcillas y limos de color marrón y alta plasticidad, distribuidos de forma continua sobre la superficie del terreno. Litológicamente, estos materiales corresponden a la cobertura fina del testigo de cono de esparcimiento, geoforma que desde el punto de vista geológico está conformada principalmente por los depósitos de la Formación Mesa.

La Formación Mesa, en este sector, se presenta como un conjunto de depósitos aluviales finos con intercalaciones locales de conglomerados, aunque en esta zona en particular predominan los niveles arcillosos. Estos suelos se caracterizan por su baja permeabilidad y elevado contenido de finos, lo que permite suponer una alta capacidad de retención de humedad, especialmente en condiciones de saturación superficial.

Asimismo, la litología identificada muestra un grado de meteorización avanzado y está asociada a condiciones topográficas suaves a medias, propias del pie de cono. En el diseño y planificación de las

obras se considerarán esta configuración geológica, especialmente en cimentaciones y tratamientos de suelo. La figura siguiente muestra la evidencia de la saturación, reptación y pantanos.

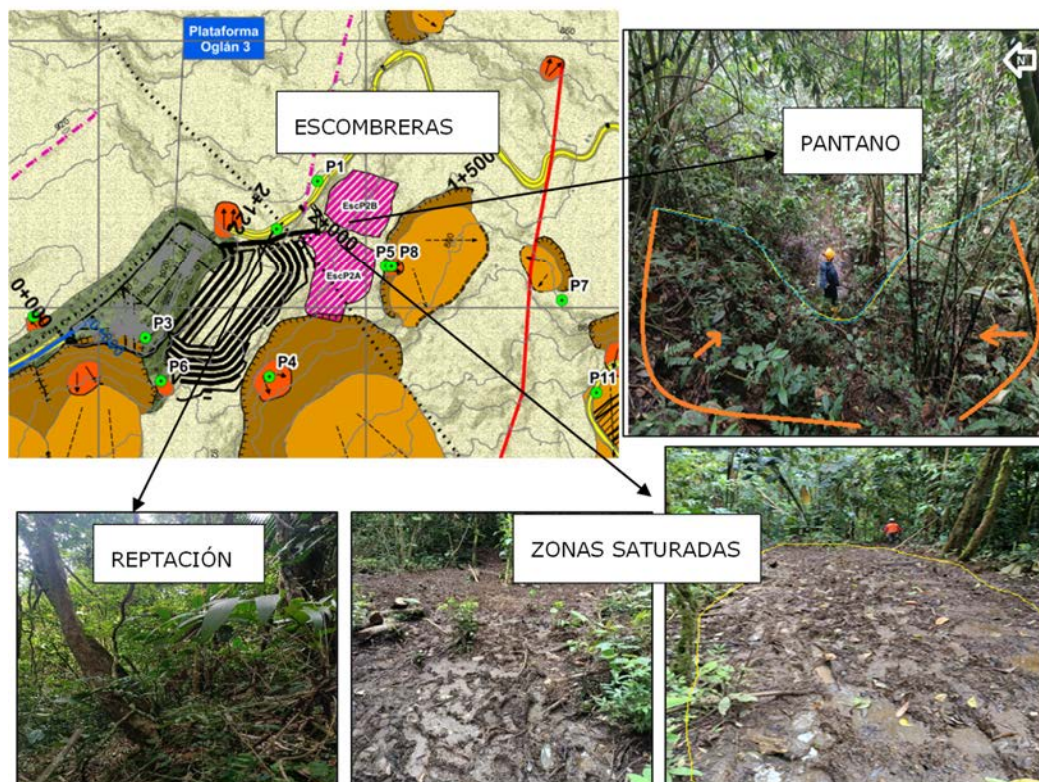


Figura 5-22 Zonas pantanosas escombrera Oglán 3 y vía de acceso 0+000 hasta 0+080

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 1

Este punto se localiza en las coordenadas UTM E: 202142.4; N: 9851479.3; H: 980 m.s.n.m., aproximadamente en la abscisa 0+100 de la vía de acceso Oglán 3 – Oglán 2.

Se ha considerado este punto como representativo debido a la presencia de una transición litológica entre suelos arcillosos-limosos y un depósito conglomerático con matriz fina de limo y arcilla. Los clastos incluidos en la matriz son de afinidad volcánica, con formas entre redondeadas y subredondeadas, y diámetros que no superan los 12 cm. La proporción de los clastos con respecto a la matriz es del orden de 10 % clastos y 90 % matriz, lo que sugiere una estructura matriz-soportada.

Esta configuración indica un ambiente de sedimentación de baja energía, probablemente relacionado con depósitos de abanicos aluviales colmatados o zonas de transición entre flujos hiperconcentrados y depósitos finos de relleno. La matriz de naturaleza arcillosa domina el comportamiento del material, confiriéndole características plásticas y de baja permeabilidad.

Este tipo de material corresponde a los depósitos superiores de la Formación Mesa, caracterizada por secuencias conglomeráticas intercaladas con niveles finos arcillo-limosos. La figura siguiente documenta visualmente la litología observada en este punto



Figura 5-23 Transición de Zonas saturadas arcillosas (izquierda), conglomerados (centro). Ubicación E: 202142 N: 9851479 (UTM WGS84 18S)

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 2

El punto de control 2 se localiza aproximadamente en la abscisa 2+250 de la vía de acceso Oglán 3 – Vía Puyo y la línea de flujo, en las coordenadas UTM E: 200606; N: 9850527; H: 1088 m.s.n.m.

En este sitio se expone un talud de unos 6 m de alto por 15 m de ancho, que permite observar una secuencia estratigráfica representativa de la zona. En el sector superior del talud, a una profundidad aproximada de 5 metros, se identifica un conglomerado matriz-soportado con matriz cohesiva compuesta por arcilla y limo. Los clastos incluidos son de afinidad volcánica, con formas redondeadas y subredondeadas, y buena integración estructural dentro de la matriz.

En contraste, en la parte inferior del talud aflora un depósito de grano fino de color marrón, con menor cantidad de clastos, los cuales conservan características similares en forma (subredondeados) y composición volcánica. Esta transición vertical indica un cambio en el régimen deposicional, pasando de condiciones más dinámicas (conglomerado matriz-soportado) a fases de acumulación de materiales finos de baja energía.

Al pie del talud discurre un drenaje natural, cuyo lecho está compuesto por arcillas rojizas muy cohesivas, acompañadas por fragmentos líticos subredondeados que probablemente proceden del retrabajo y erosión de los niveles conglomeráticos superiores pertenecientes a la Formación Mesa.

Desde el punto de vista estratigráfico, este afloramiento evidencia la presencia de depósitos típicos de la Formación Mesa, incluyendo secuencias conglomeráticas sobreyaciendo a materiales arcillo-limosos finos. La siguiente figura ilustra las características litológicas observadas en el punto.



Figura 5-24 Afloramiento 2 en coordenadas E: 200606 N:9850527 H:1088 m.s.n.m. (UTM WGS84 18S)

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 3

Este punto se ubica sobre la plataforma de Oglán 3, en las coordenadas UTM E: 201885.4; N: 9851243.6; H: 980 m.s.n.m.

En el sitio se identificó un afloramiento de conglomerado de aproximadamente 4 metros de altura, en el cual se observa una variación vertical en el grado de consolidación del depósito. En la parte superior del afloramiento, el conglomerado presenta una configuración clasto-soportada, mientras que, hacia la base, la matriz es más abundante, menos consolidada y de menor grado de cementación.

Complementariamente, se excavó una calicata para observar la litología en mayor detalle. Los materiales corresponden a clastos de composición volcánica y sedimentaria, con diámetros menores a 20 cm, formas redondeadas y subredondeadas, embebidos en una matriz arcillo-limosa de color café y alta plasticidad (fracción < 0.062 mm).

Se realizaron mediciones con penetrómetro de bolsillo sobre el material de la matriz, obteniéndose los siguientes valores de resistencia no drenada: 1.75, 2.00, 1.75, 2.00 y 1.25 kg/cm², con un promedio de 1.75 kg/cm², lo que indica una cohesión moderada para materiales finos.

Litológicamente, los conglomerados observados en este punto son consistentes con los depósitos típicos de la Formación Mesa, caracterizados por una variabilidad en el soporte, grado de cementación y contenido de matriz. La figura siguiente documenta visualmente el conglomerado aflorante sobre la plataforma.



Figura 5-25 Afloramiento 3 en coordenadas E: 201885.4 N: 9851243.6. H: 980 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 4

El punto de control 4 se localiza al sur del relleno proyectado en la plataforma de Oglán 3 y la escombrera, en las coordenadas UTM E: 202071; N: 9851186; H: 916 m.s.n.m.

En este sitio se expone un talud de 18 metros de ancho por 20 metros de largo, en cuya pared se observan unidades litológicas de interés estratigráfico. En la parte superior del talud, a una altura aproximada de 8 metros, se identifica un conglomerado con clastos de roca volcánica (diámetro < 15 cm) embebidos en una matriz arcillosa.

Subyacente al conglomerado, aflora una secuencia compuesta por una arena de grano fino de tonalidad café claro, seguida de limolitas cohesivas con coloraciones que varían de gris a café. En esta última litología se registraron tres datos estructurales en un plano visible en la roca, expresados en azimuth/buzamiento como: 75°/25°, 90°/32° y 80°/28°. Las mediciones corresponden a un único plano estructural, sin evidencia en campo de otros planos intersectantes; sin embargo, se reconoce que la cobertura vegetal limita la visibilidad completa de las estructuras presentes en el talud.

Durante la inspección, se observaron filtraciones de agua en las paredes del talud, lo cual sugiere procesos activos de meteorización que podrían influir en la evolución litológica superficial. La Fotografía 5 documenta visualmente las unidades geológicas descritas.

Desde el punto de vista estratigráfico y estructural, el afloramiento representa una transición vertical entre depósitos conglomeráticos de la Formación Mesa y niveles arcillo-limosos más finos, que permiten el análisis de planos de discontinuidad en materiales sedimentarios cohesivos.



Figura 5-26 Punto de control 4 en coordenadas E: 202071. N: 9851186. H: 916 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 5

El punto de control 5 se localiza en el límite de la plataforma de Oglán 3, en las coordenadas UTM E: 202245; N: 9851352; H: 769 m.s.n.m.

En el sitio se observa un drenaje con dirección norte-sur (aproximadamente 185°) acompañado por un talud de 15 m de ancho y 3 m de altura que se extiende a lo largo del cauce. El talud presenta una morfología tipo bloque levantado.

Litológicamente, el cuerpo del talud está constituido por clastos de forma redondeada con diámetros que oscilan entre 2 cm y 1 m, los cuales se encuentran embebidos en una matriz de arcilla y limo no cementada, de tonalidad café. Este material presenta baja consistencia, rompiéndose fácilmente con tres golpes de martillo.

La configuración observada es característica de depósitos coluvio-aluviales recientes, compuestos por una mezcla heterométrica de fragmentos líticos de probable origen volcánico y una fracción fina de alta plasticidad. La figura siguiente presenta el talud y los materiales descritos en el afloramiento.



Figura 5-27 Afloramiento 5 en coordenadas E: 202245, N:9851352, H:769 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 6

El punto de control 6 se ubica al sur de la plataforma de Oglán 3 y al suroeste de la escombrera, en las coordenadas UTM E: 201908.8; N: 9851179.07; H: 972 m.s.n.m.

En este sector se encuentra un talud de 20 m de ancho por 40 m de altura, en el cual se identifica un contacto litológico entre dos unidades:

En la parte superior, un conglomerado de matriz soportada, compuesto por clastos de afinidad volcánica y una matriz arcillo-limosa de tonalidad café, con un grado de consolidación medio.

En la base del talud aflora una roca cohesiva de grano fino, identificada como lodolita, de color marrón y granulometría inferior a 0.062 mm.

Durante la inspección geológica, se observó presencia de filtración de agua en la pared del talud, lo que indica condiciones locales de humedad y posible ascenso capilar.

Como parte de la caracterización del macizo, se realizaron ensayos con penetrómetro de bolsillo:

En la matriz del conglomerado, los valores de resistencia no drenada obtenidos fueron: 1.5, 0.5, 1.0, 1.0, 1.0 y 0.5 kg/cm², con un promedio de 1.0 kg/cm².

En la lodolita, los valores registrados fueron: 2.5, 2.5, 2.00 y 2.00 kg/cm², con un promedio de 2.0 kg/cm².

La figura siguiente ilustra las unidades litológicas descritas y la ubicación del punto dentro del contexto del área de estudio.



Figura 5-28 Punto de control 6 en coordenadas E:201908.8, N:9851179.07, H:972 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 7

El punto de control 7 se localiza aproximadamente bajo la abscisa 1+750 de la vía de acceso Oglán 3 – Oglán 2, a una distancia de 150 metros hacia el sureste, en las coordenadas UTM E: 202508; N: 9851301; H: 898 m.s.n.m.

En el sitio se identificó un talud de aproximadamente 20 metros de longitud por 8 metros de ancho, conformado por material de grano muy fino, clasificado como lodolita. Este material presenta una textura homogénea y una consolidación media.

En la parte inferior del talud se observa un drenaje natural que genera condiciones de humedad en la base del talud. La pendiente del talud y la consistencia observada del material indican que posee una resistencia entre media a alta.

La figura siguiente muestra las características litológicas observadas en este punto.



Figura 5-29 Punto de control 6 en coordenadas E:201908.8, N:9851179.07, H:972 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

En la base del talud se recolectó una muestra de mano, cuya descripción es la siguiente: corresponde a una roca de tono gris claro, con signos moderados de oxidación superficial, compacidad elevada (roca dura), y textura clástica de grano muy fino. Mineralógicamente, presenta contenido de óxidos de hierro, sericita, sílice y plagioclasa. Al humedecerla, el material desarrolla una plasticidad alta, permitiendo la formación manual de rollos de aproximadamente 3 cm de longitud. Por sus características litológicas y de comportamiento plástico, el material ha sido clasificado como lodolita.

La muestra referida se encuentra ilustrada en la siguiente figura.

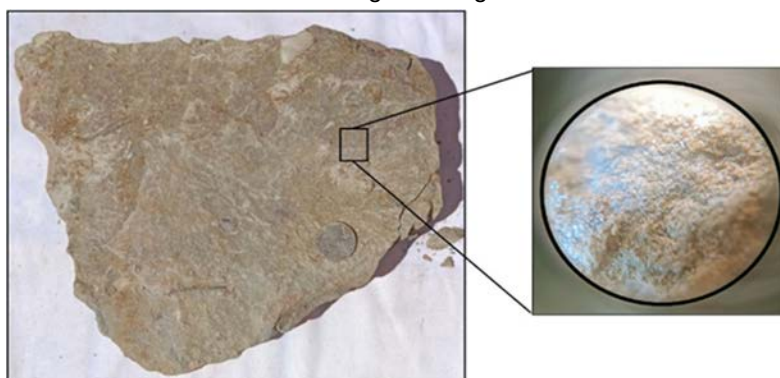


Figura 5-30 Muestra de roca lodolita

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 8

Este punto se localiza aproximadamente en la abscisa 0+250 de la vía de acceso Oglán 3 – Oglán 2, a 150 metros al sureste de dicha vía y a 160 metros de la escombrera de Oglán 3, en las coordenadas UTM: E: 202253; N: 9851352; H: 940 m.s.n.m.

En el sitio se identifica un contacto litológico entre conglomerados de matriz soporte limosa-arcillosa, una arenisca de grano fino y una roca arcillosa de grano muy fino clasificada como lodolita.

El talud observado tiene dimensiones de 20 metros de ancho por 10 metros de altura, y un azimut de buzamiento de 120°. En la parte superior del talud se localizan conglomerados clasto-soportados con

matriz de arena limosa, con una proporción de aproximadamente 30 % de clastos (menores a 50 cm) y 70 % de matriz.

En la base del talud afloran una arenisca fina y una lodolita compacta. El conjunto litológico presenta una tonalidad marrón oxidada, atribuible a la filtración de agua observada en el sitio.

La figura siguiente muestra la ubicación y litología del punto de control.

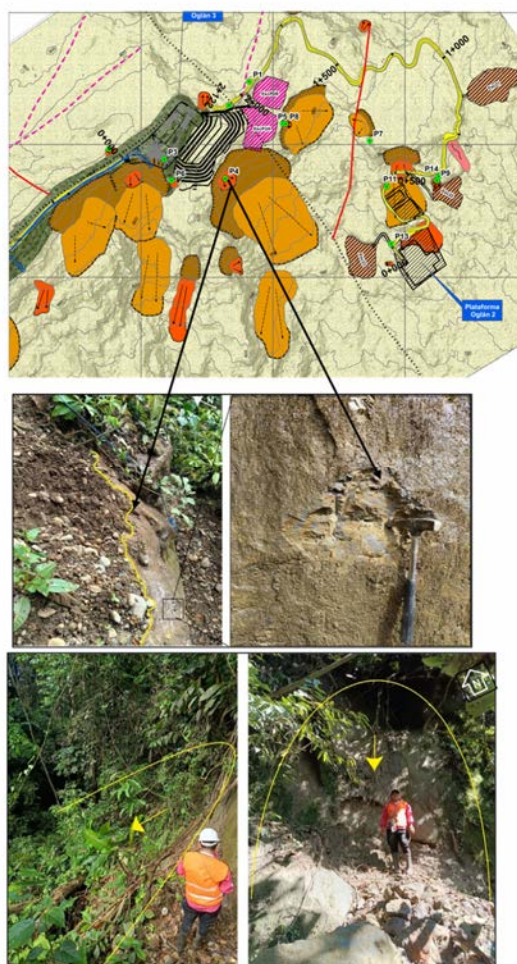


Figura 5-31 Afloramiento 8 en coordenadas E: 202253 N: 9851352 H:940 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

En este punto se recolectó una muestra de mano, cuya descripción macroscópica es la siguiente:

Se trata de una roca de tono gris claro, con oxidación moderada, de compacidad dura y textura clástica. Mineralógicamente, presenta óxidos de hierro, sílice, plagioclasas y micas. Al ser humedecida, adquiere una plasticidad baja y no permite la formación de rollitos, lo cual es característico de una roca limolítica.

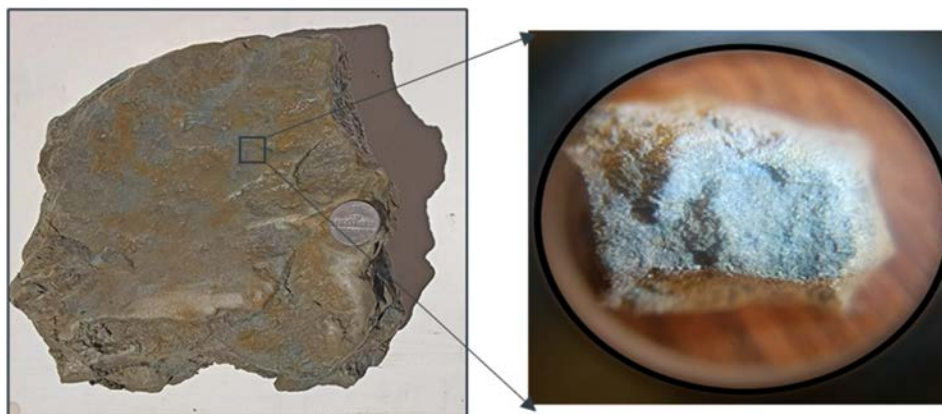


Figura 5-32 Muestra de roca limolita

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 9

Este punto se ubica cerca del trazado vial Oglán 3 – Oglán 2, aproximadamente en la abscisa 1+500, en las coordenadas UTM: E: 202711.21, N: 9851181.62, H: 864 m.s.n.m.

En el sitio se ha identificado un talud de 10 m de ancho por 26 m de largo, conformado por una arenisca de grano fino. La resistencia del material se ha evaluado con golpes de martillo, respondiendo consistente a tres golpes, lo que sugiere una compacidad moderada.

En la parte superior del afloramiento se ha medido un plano estructural con un azimut de buzamiento de 090° y un ángulo de buzamiento de 35° . Debido a las condiciones de vegetación densa y accesibilidad limitada, no se han podido identificar otros planos estructurales en el talud, lo cual restringe un análisis más detallado del comportamiento estructural del macizo rocoso.

De acuerdo con la información geológica regional, en este sector atraviesa la Falla Autapi, una estructura que podría generar otros planos estructurales secundarios. Aunque no fueron observados durante el recorrido de campo, podrían inducir mecanismos de inestabilidad local como caída de bloques o colapsos parciales del macizo rocoso.

En la siguiente figura se observa un afloramiento de arenisca y plano estructural observado en el punto de control.



Figura 5-33 Punto de control 9 en coordenadas E:202711.21, N:9851181.62, H:864 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 10

Este punto se ubica en la vía de acceso Oglán 3 – Vía Puyo, a la altura de la abscisa 0+000, correspondiente también al inicio de la línea de flujo, en las coordenadas UTM: E: 201718; N: 9851275; H: 943 m.s.n.m.

Desde el punto de vista geológico, se reconoce un conglomerado de matriz limo-arcillosa de tono café oscuro, con clastos de afinidad volcánica (principalmente andesitas y basaltos) de tamaño variable y forma subredondeada a redondeada. La matriz presenta alta plasticidad y baja cementación, lo cual indica un ambiente de sedimentación fluvial con escasa diagénesis.

La presencia de este tipo de depósito está asociada al desarrollo de un testigo de cono de esparcimiento, una geoforma típica de zonas piedemontanas donde se acumulan sedimentos provenientes de arrastre gravitacional o flujos fluviales con alta carga. Esta unidad es parte de depósitos cuaternarios asignados a la Formación Mesa, ampliamente distribuida en la zona de estudio.

El relieve local corresponde a una vertiente heterogénea de pendiente moderada a alta, lo que permite la exposición de estos materiales y facilita su estudio. La distribución de los conglomerados indica una dinámica deposicional activa en el pasado, posiblemente vinculada a eventos de alta energía hidráulica que permitieron la acumulación de clastos en una matriz fina de baja cohesión.

Este afloramiento litológico representa un elemento clave para la interpretación del contexto geológico superficial del sector norte del área de estudio, dado que permite correlacionar los depósitos cuaternarios con los procesos geomorfológicos actuales.



Figura 5-34 Punto de control 10 en coordenadas E: 201718, N: 9851275, H:943 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 11

Este punto se localiza aproximadamente en la abscisa 1+700 de la vía de acceso Oglán 3 – Oglán 2, en las coordenadas UTM: E: 202560; N: 9851163.4; H: 847 m.s.n.m.

En el sitio aflora una arenisca de grano fino de tonalidad marrón, cuya resistencia a la percusión ha sido estimada en 3 golpes con martillo geológico, lo que indica una compacidad intermedia. Esta unidad sedimentaria constituye parte de la secuencia aflorante en el sector sur de la plataforma Oglán 2 y está acompañada localmente por depósitos limo-arcillosos con humedad moderada y consistencia semidura.

Durante la inspección de campo se identificaron zonas de filtración de agua en distintas partes del talud, lo que podría inducir procesos de meteorización y reducción de resistencia del macizo rocoso a largo plazo.

Se han obtenido datos estructurales de planos de discontinuidad con las siguientes orientaciones:

285/50°; 275/75°; 090/35°

Estos datos permiten definir al menos dos familias principales de fracturamiento, las cuales están graficadas en el diagrama de Schmidt mostrado en la Figura siguiente. Uno de estos planos (orientación 090/35°) muestra correspondencia con el rumbo de la Falla Autapi, una estructura regional inferida en el área de influencia del proyecto. Esta falla podría estar generando otras discontinuidades secundarias que afectan la integridad del macizo rocoso.

Dado el contexto estructural y la presencia de filtraciones, no se descarta la posibilidad de pérdida de estabilidad por colapso local del macizo, particularmente en condiciones de sismo o saturación.

Se recomienda implementar monitoreo topográfico periódico en esta zona y considerar el control de aguas superficiales mediante drenaje.

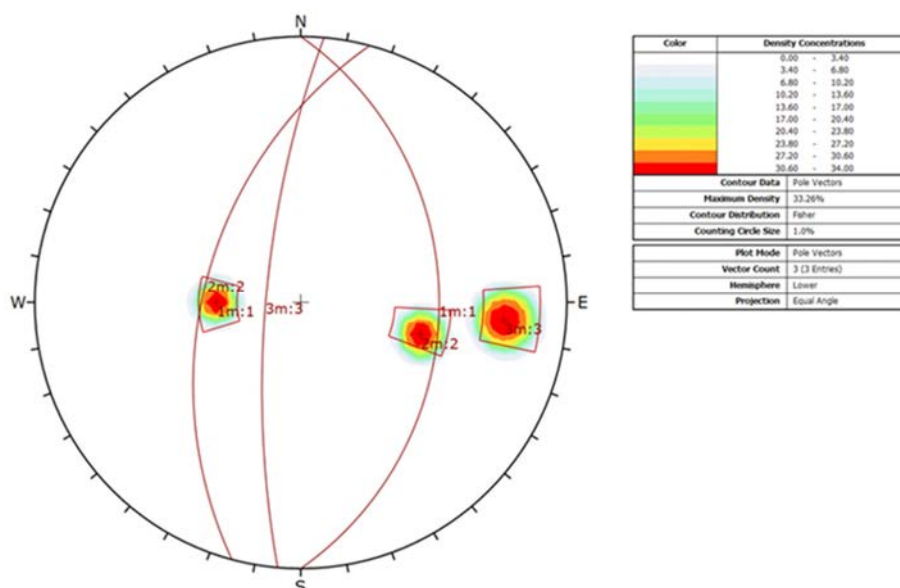


Figura 5-35 Proyección de planos en diagrama de Schmidt

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.



Figura 5-36 Afloramiento 11 en coordenadas E:202560 N:9851163.4, H: 847 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 12

Este punto se localiza aproximadamente en la abscisa 0+750 de la línea de flujo y vía de acceso Oglán 3 – Oglán 2, en las coordenadas UTM: E: 201173; N: 9850810; H: 1044 m.s.n.m.

En el sitio se identifica un afloramiento de conglomerado polimíctico, compuesto por clastos de afinidad andesítica, así como fragmentos de limolitas y lodolitas, embebidos en una matriz de limo y arcilla de tono café oscuro. El arreglo del material corresponde a un conglomerado de matriz soportada, con clastos de forma subredondeada y tamaños que no superan los 25 cm.

Se observan rasgos morfológicos como inclinación de árboles y una pendiente general del terreno que varía entre 35° y 60°, lo cual sugiere una geometría favorable a procesos gravitacionales. Este afloramiento se ubica sobre el flanco del cono de esparcimiento, una geoforma aluvial de origen fluvio-gravitacional con un ancho estimado de 40 m en esta zona.

Dado que la vía de acceso y la línea de flujo proyectadas discurren cerca del borde del talud, se recomienda un distanciamiento mínimo de 15 m, a fin de prevenir interferencias con zonas potencialmente inestables.

Para preservar la estabilidad superficial del terreno, se recomienda implementar un sistema de drenaje efectivo que limite la infiltración de agua y la consecuente saturación de la matriz arcillosa.



Figura 5-37 Punto de control 12 en coordenadas E:201173, N:9850810; H: 1044 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 13

Este punto se localiza aproximadamente en la abscisa 2+100 de la vía Oglán 3 – Oglán 2, cercano a la plataforma de Oglán 2, en las coordenadas UTM: E: 202573; N: 9850992; H: 840 m.s.n.m.

El área corresponde a una zona suavemente inclinada donde antiguamente funcionó un helipuerto. Se ha identificado un afloramiento de materiales finos de grano muy pequeño, clasificados como limos y arcillas plásticas, con alta humedad natural y evidentes signos de saturación. Estos depósitos presentan un espesor variable y cobertura generalizada en una superficie aproximada de 30 m x 30 m.

A nivel morfológico se identifican deformaciones del terreno, con hundimientos localizados y desplazamientos laterales diferenciales que podrían estar asociados a la naturaleza compresible y plástica de los suelos finos bajo condiciones de sobresaturación.

Desde la interpretación geomorfológica y estructural, el sitio se encuentra próximo a la traza proyectada de la Falla de Autapi, lo que sugiere un posible control tectónico sobre las formas del relieve y sobre la disposición de materiales poco consolidados.

Se recomienda implementar un sistema integral de drenaje que permita captar el escurrimiento superficial desde zonas altas y evitar su acumulación en los sectores bajos. Esto contribuirá a mejorar la estabilidad del terreno y reducir el riesgo de deformaciones superficiales.

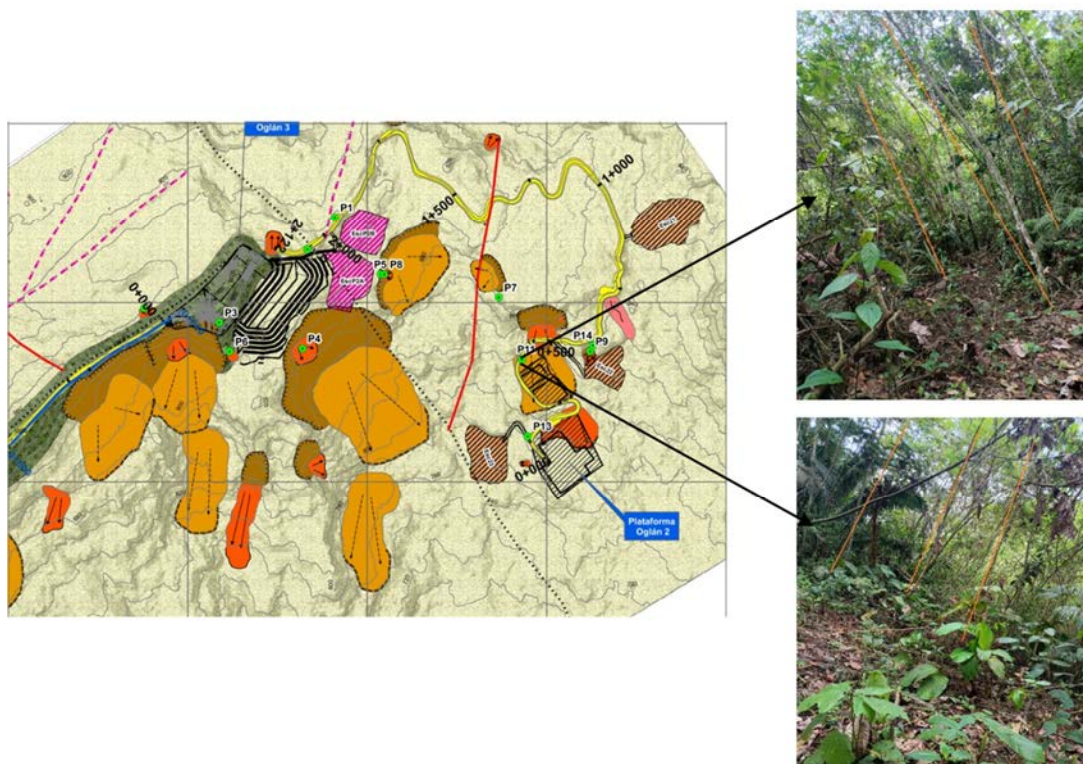


Figura 5-38 Punto de control 13 en coordenadas E:202573 - N:9850992; 840 m.s.n.m.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 14

Este punto se localiza aproximadamente en la abscisa 1+500 de la vía de acceso Oglán 3 – Oglán 2, cercano a la plataforma de Oglán 2, en las coordenadas UTM: E: 202718; N: 9851195; H: 840 m.s.n.m.

En el sector se han identificado zonas con afloramientos arcillosos de tono rojizo, de alta plasticidad y baja permeabilidad, distribuidos sobre una topografía irregular con sectores anegados. En la inspección de campo se accedió a una de las zonas con mejor visibilidad morfológica, donde se identificó una depresión con bordes bien definidos y escarpe principal de aproximadamente 10 m de ancho por 20 m de largo. La naturaleza fina y plástica del material, en combinación con sobresaturación por escurrimientos naturales, parece influir en la deformación superficial observada.

En la plataforma de Oglán 2, se documentó un asentamiento vertical de aproximadamente 15 cm sobre una losa de concreto. La orientación del desplazamiento superficial coincide con la traza inferida de la Falla Autapi, lo que sugiere una posible interacción entre la actividad tectónica regional y la deformación local.

Desde el punto de vista geológico, la zona se compone de materiales finos residuales y coluviales depositados sobre un basamento de areniscas y lodolitas. La humedad elevada y la geometría del terreno facilitan acumulaciones de agua que favorecen procesos de deformación en los suelos arcillosos.

Para mitigar efectos derivados de la saturación de estos materiales se recomienda implementar una red de drenaje superficial, preferentemente con diseño en espina de pescado, que facilite la recolección y evacuación eficiente del escurrimiento. Además, debido a la presencia de estructuras importantes en la zona, se sugiere establecer un sistema de monitoreo topográfico periódico para el seguimiento de posibles desplazamientos del terreno.



Figura 5-39 Plataforma Oglán 2

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Punto de control 15

Este afloramiento se encuentra en las coordenadas UTM: E: 198604.41; N: 9849073.11; H: 1100 m.s.n.m., a lo largo del trazado de la carretera Puyo – Arajuno.

En este sector se exponen afloramientos representativos de una secuencia sedimentaria compuesta por arenas, limos y arcillas, correspondiente a la Formación Arajuno. Las unidades arcillosas dominan la exposición, presentando tonalidades rojizas, textura fina y alta plasticidad, indicativa de un origen fluvial y de condiciones de baja energía durante su deposición.

La estratigrafía refleja una transición vertical entre materiales con diferente grado de consolidación y permeabilidad, relevante para evaluar la estabilidad de taludes y el comportamiento geotécnico de los suelos en futuras intervenciones constructivas en la zona.

El resumen del contexto geológico de la zona se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5-5 Resumen del contexto geológico del proyecto Oglán 3

Abscisa / Obra	Tipo	Descripción Geológica Principal
0+000 a 0+080 (Zonas pantanosas)	Vía	Depósitos superficiales de arcillas y limos marrones, alta plasticidad, cobertura fina del testigo de cono de esparcimiento (Formación Mesa), baja permeabilidad, alta retención de humedad.
0+100 (Punto de control 1)	Vía	Transición litológica entre suelos arcillosos-limosos y depósitos conglomeráticos matriz fina limo-arcilla, clastos volcánicos redondeados, ambiente de baja energía (Formación Mesa).
2+250 (Punto de control 2)	Vía y Línea de flujo	Talud con secuencia estratigráfica: conglomerado matriz soportada con matriz arcillosa y limo, clastos volcánicos, transición a depósito fino marrón, típico de Formación Mesa.
Plataforma Oglán 3 (Punto de control 3)	Plataforma / Vía	Afloramiento de conglomerado variando en consolidación, matriz arcillo-limosa de alta plasticidad, cohesión moderada (Formación Mesa).
Plataforma Oglán 3 (Punto de control 4)	Plataforma / Vía	Talud con conglomerado volcánico en matriz arcillosa y secuencia de arena fina y limolitas, estructuras litológicas con evidencia de meteorización activa.
Plataforma Oglán 3 (Punto de control 5)	Plataforma	Drenaje con talud coluvio-aluvial, clastos redondeados en matriz limo-arcillosa no cementada, baja consistencia, depósitos recientes heterométricos.
Plataforma Oglán 3 (Punto de control 6)	Plataforma	Talud con contacto entre conglomerado volcánico matriz soportada y lodolita cohesiva de grano fino, filtraciones de agua, resistencia media a alta.
Vía Oglán 3 – Oglán 2 (Punto de control 7)	Vía	Talud de lodolita homogénea, consolidación media, drenaje natural en base, resistencia media a alta.
Vía Oglán 3 – Oglán 2 (Punto de control 8)	Vía	Contacto litológico entre conglomerados clasto-soportados, arenisca fina y lodolita compacta, tonalidad marrón oxidada por filtraciones.
Vía Oglán 3 – Oglán 2 (Punto de control 9)	Vía	Talud de arenisca fina con resistencia moderada, plano estructural medido, posible influencia de la Falla Autapi.
Vía de acceso Oglán 3 – Vía Puyo (Punto de control 10)	Vía y Línea de flujo	Conglomerado limo-arcilloso, matriz alta plasticidad, clastos volcánicos, asociado a cono de esparcimiento (Formación Mesa).
Vía Oglán 3 – Oglán 2 (Punto de control 11)	Vía	Arenisca fina marrón con compacidad intermedia, depósitos limo-arcillosos semiduros, filtraciones de agua que afectan resistencia, fracturamiento estructural.
Línea de flujo y vía Oglán 3 – Oglán 2 (Punto de control 12)	Línea de flujo / Vía	Conglomerado polimíctico matriz soportada, clastos andesíticos, limolitas y lodolitas, pendiente favorable a procesos gravitacionales, riesgo de inestabilidad.
Vía Oglán 3 – Oglán 2 (Punto de control 13)	Vía	Depósitos finos limos y arcillas plásticas saturadas, deformaciones superficiales asociadas a saturación y control tectónico cercano a Falla Autapi.
Vía Oglán 3 – Oglán 2 (Punto de control 14)	Vía	Afloramientos arcillosos rojizos de alta plasticidad y baja permeabilidad, zonas anegadas, asentamientos observados, influencia tectónica y deformaciones locales.

Abscisa / Obra	Tipo	Descripción Geológica Principal
Carretera Puyo – Arajuno (Punto de control 15)	Vía	Secuencia sedimentaria de arenas, limos y arcillas, con predominio de unidades arcillosas rojizas, textura fina, alta plasticidad, transición vertical de consolidación y permeabilidad.

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

Una captura del mapa geológico de la zona levantado se indica en la siguiente figura. Los planos completos se ubican en el Anexo E. Procedimientos Pluspetrol, Informe Geología de Detalle (Anexo 1).

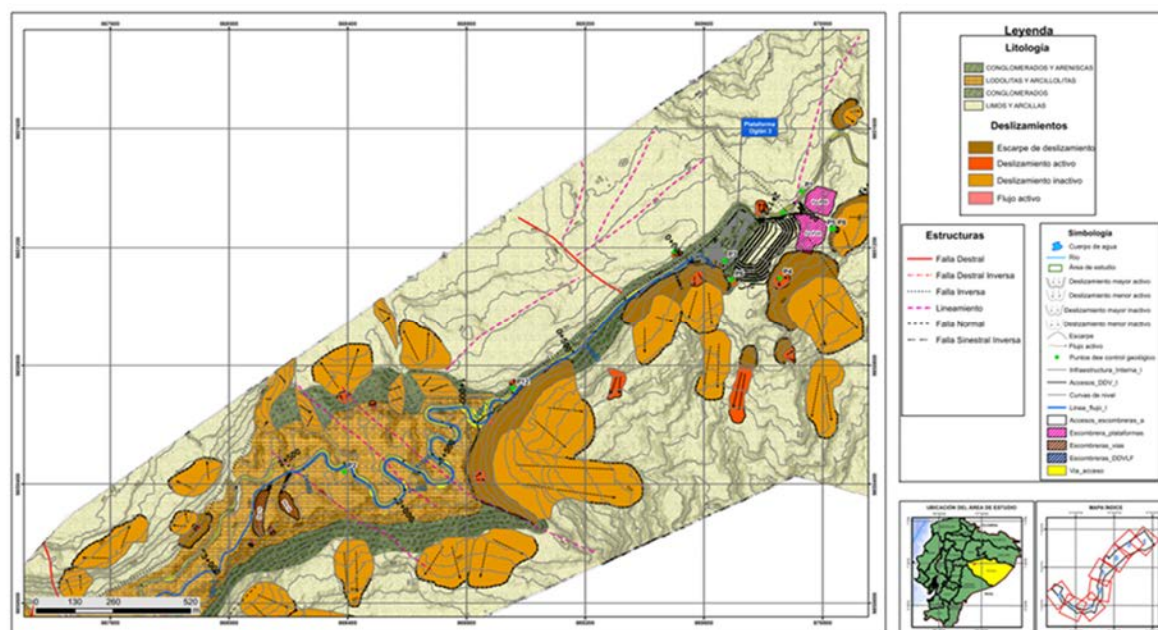


Figura 5-40 Mapa geológico de detalle Oglán Abs 0+00 hasta 3+000

Fuente: Pluspetrol, agosto 2025.

5.1.2.4.3 Prospecto Oglán

Estudios Geofísicos

Para el análisis de potencial petrolero en esta región de la Cuenca Oriente, fueron adquiridas 13 líneas sísmicas 2D por Anglo Ecuadorian Oilfields en los años 1971-1972. En el año 2000 se obtuvo una copia en papel de dichas líneas sísmicas ya que las originales no estaban disponibles; las mismas fueron vectorizadas (escaneadas y digitalizadas sus trazas), por lo tanto, nunca se tuvo acceso al sísmico original digital del campo Oglán, pero se pudo interpretar sobre la versión vectorizada. La calidad de la sísmica es pobre, permite delinear una cresta aproximada, pero implica incertidumbre en la definición de la falla y sus flancos fuera del área de control de los pozos existentes (Oglán A-1 y Oglán 2Dir).

La sísmica original es muy ruidosa y de baja frecuencia. En Pluspetrol se aplicaron filtros postprocesos que mejoraron la imagen y se realizó una migración post-stack (sin información partes de campo) con las velocidades de checkshot de Oglán.

Reproceso Sísmica 2D

Debido a la antigüedad de la información (1971), la imagen sísmica disponible es muy ruidosa. Además, los SEG Y s corresponden a un stack en vez de a una migración que es la imagen correcta donde realizar nuestras interpretaciones, sobre todo en presencia de estructuras geológicas.

- El reproceso consistió en aplicar una serie de filtros post stack al dato original con el software Vista.
- Con el stack más limpio se llevó a cabo una migración post stack sobre las líneas seleccionadas para la interpretación. Para ello se estimó un campo de velocidades de migración muy aproximado, calibrado a partir de las nuevas imágenes que mostraron mayor sentido geológico.

Para ello se estimó un campo de velocidades de migración muy aproximado, calibrado a partir de las nuevas imágenes que mostraron mayor sentido geológico, ver figura a continuación y mayor en detalle en el Anexo E. Procedimientos Pluspetrol, Sísmica 2D:

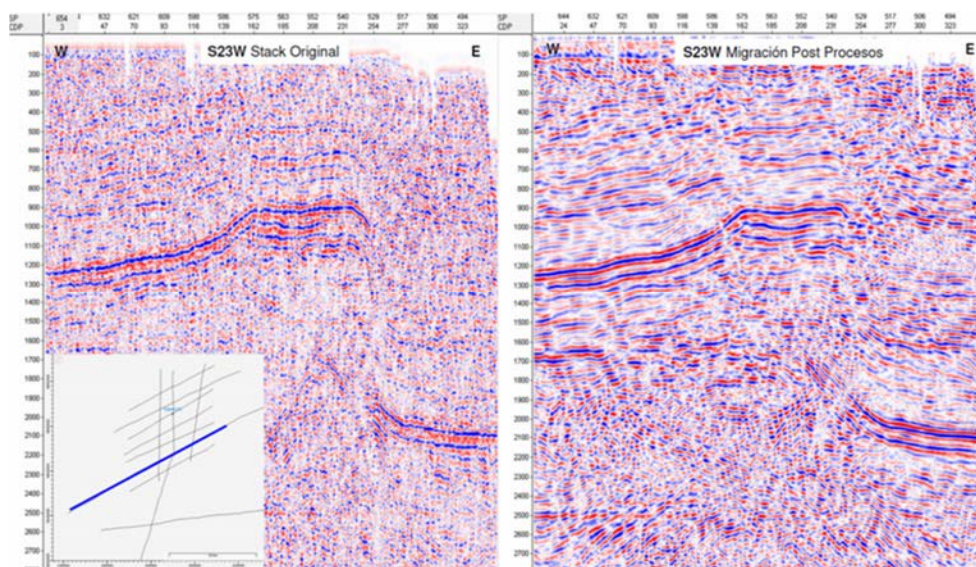


Figura 5-41 Reprocesamiento de sísmica aplicado a las líneas 2D

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

Dos horizontes sísmicos se interpretaron:

El tope del marcador Caliza "A" (parte superior de un amplio valle seguido de un pico fuerte) es el horizonte sísmico regional de mayor relevancia y corresponde a un estrato de carbonato de espesor que varía de 40-60 m.

El Tope del marcador Caliza "C" Hollín (tope de un pico sísmico) corresponde a la parte basal de la Formación Napo, justo por encima del tope del reservorio Hollín Principal (que no presenta un contraste de impedancia evidente). Ver la siguiente figura:

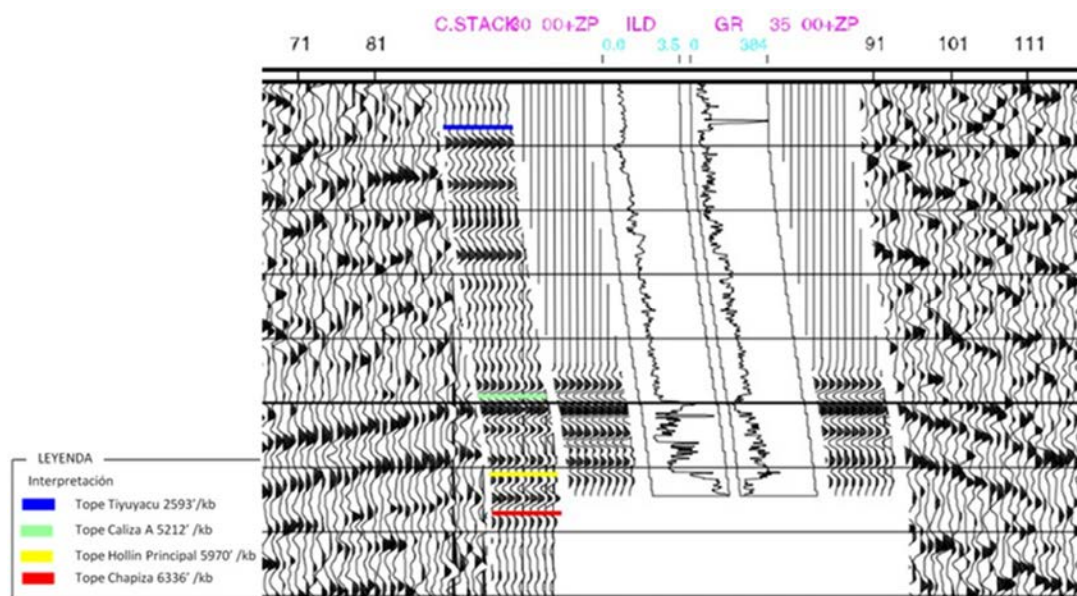


Figura 5-42 Correlación pozo – sísmica Oglán 2Dir

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

El atado sísmica-pozo se realizó con ondícula fase 0° y 180° (dado que las líneas tienen fase rotada 180° respecto a Villano).

Se interpretaron los horizontes en tiempo tanto en la sísmica original, como en la filtrada y pseudo-migrada.

Modelo Estructural

Se generó la reconstrucción estructural para el campo Oglán basados en estructuras análogas con mejor imagen sísmica de los cuales se pudieron extraer datos geométricos para los flancos y para la falla. Estas estructuras se encuentran en una posición estructural de Wedge Top dentro de la Cuenca Oriente por lo tanto son válidas para su comparación. La sección estructural analizada podemos apreciar en la Figura 5-43.

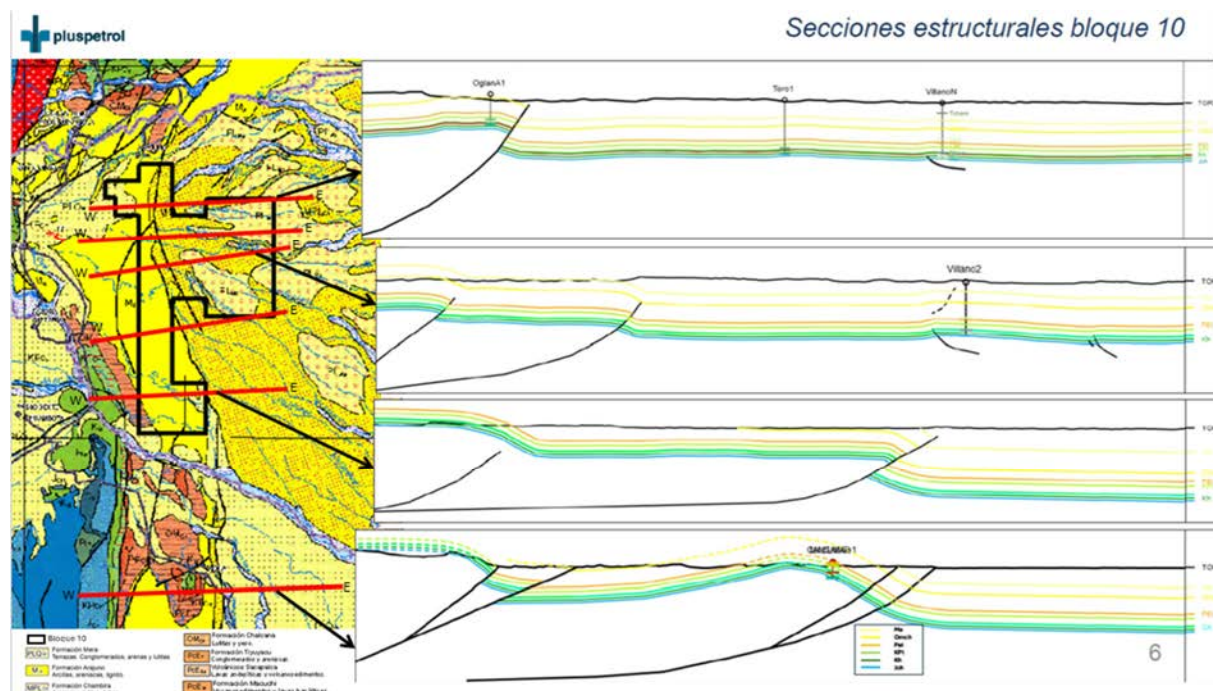


Figura 5-43 Secciones estructurales interpretadas en el bloque 10

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

Se interpretó la caliza A en tiempo y se procedió a la conversión a profundidad para la interpretación con dos regiones: La faja Plegada del área de Oglán 2Dir y la zona de Antepaís de Villano al este.

La estructura análoga posee las siguientes características: Rumo N-S, Menor rechazo/salto de falla, Mejor imagen sísmica y completa, Falla de propagación y estructuración /deformación reciente (post Mioceno). De la interpretación geométrica de esta sección se obtuvieron los datos mostrados en la Figura 5-44, los mismos que se han utilizado para la reconstrucción en Oglán, Figura 5-45.

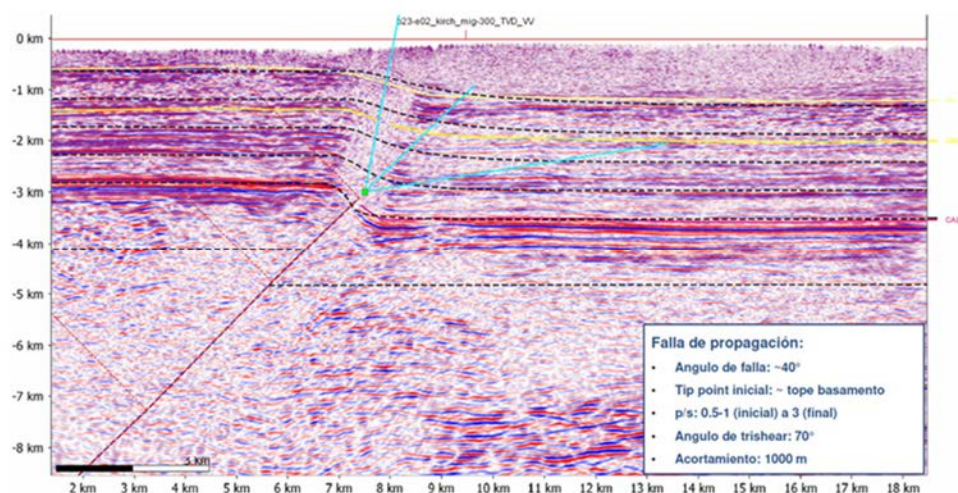


Figura 5-44 Modelo estructural análogo en profundidad

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

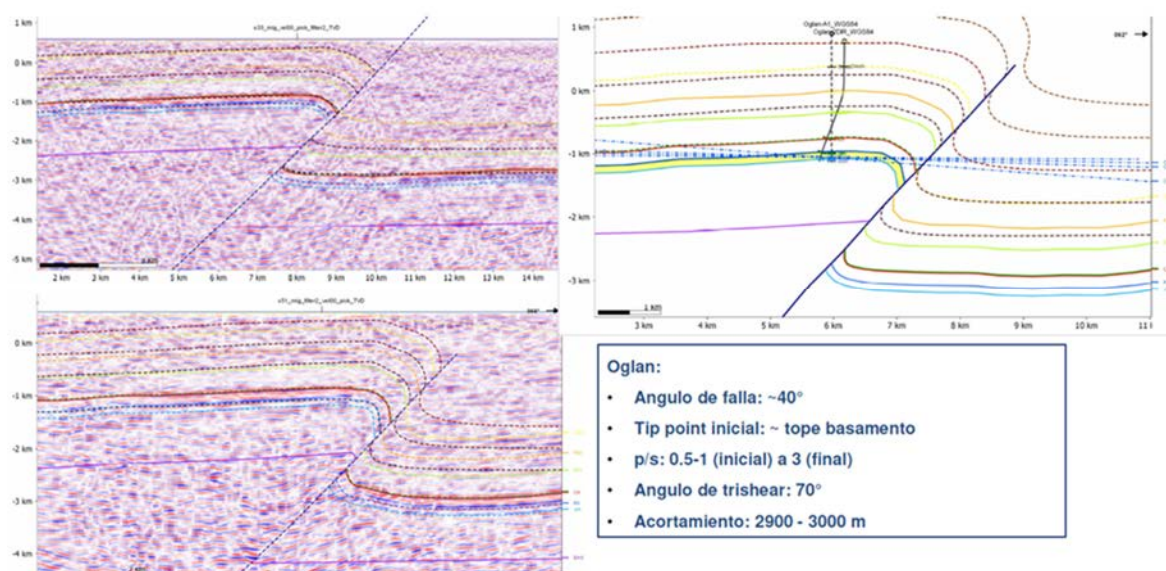


Figura 5-45 Modelo estructural del campo Oglán

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

Interpretación en tiempo y conversión a profundidad

Una vez realizado el modelo estructural se procedió a aplicar el modelo de velocidad para el que se contó con los siguientes datos:

- > Interpretación en tiempo de la formación Tiyuyacu, Caliza A, Caliza Hollín y Falla.
- > Dos pozos con sus respectivos Topes (Oglán 1A y Oglán 2Dir)
- > Curvas Tiempo profundidad

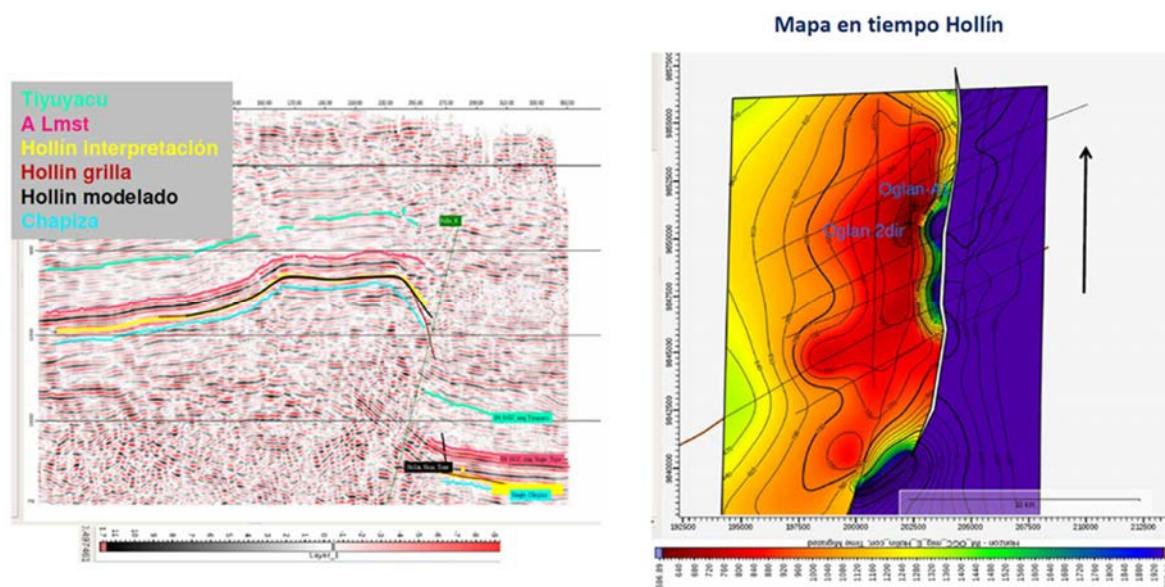


Figura 5-46 Interpretación y mapa en tiempo de Oglán

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

Además del mapa en tiempo proveniente de la reconstrucción estructural se generó un mapa en tiempo con una interpretación convencional manteniendo la posición de la falla determinada en el balanceo.

A estos mapas en tiempo se les realizó un escalado en tiempo con las velocidades del Oglán 2Dir dejando al pozo A1 como punto de control (mapa velocidad de pozo). También se hizo una prueba variando suavemente las velocidades (menos del 5%). No se cuenta con más información del área como para generar conversiones a profundidad más complejas. Por ello se decidió mantener la imagen en tiempo y realizar el escalado (mapa gradiente de velocidad). En la Figura 5-47 se observan los dos mapas estructurales obtenidos que, combinados con distintos escenarios de geometría de CAP, servirán para evaluar diferentes volumetrías probables en los escenarios de desarrollo; el mapa de reconstrucción estructural posee menor volumen bruto de roca (bulk volumen) que el mapa de interpretación convencional.

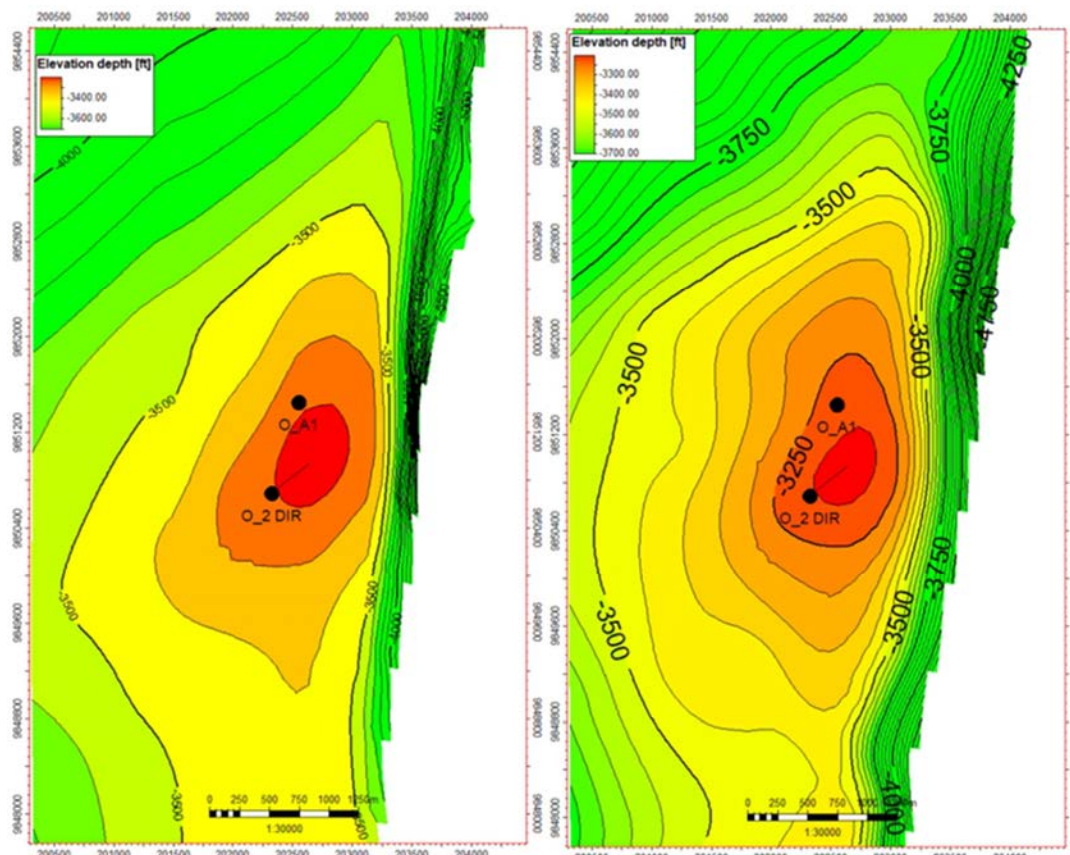


Figura 5-47 Mapa de reconstrucción estructural (izq.) y mapa de interpretación convencional (der.)

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

Geología del Prospecto

Formación Hollín

Es un potente estrato de areniscas (de alrededor de 330 pies) con finas intercalaciones de arenisca muy fina y lutita (<1 ft). Esta arenisca es cuarzosa, gris clara, café claro, transparente a translúcida, de grano fino a medio, en partes grano grueso, suelta ocasionalmente friable, subangular a subredondeada, moderada selección, cemento no visible, en muy finos niveles matriz caolinítica, buena porosidad visible.

Con el pozo Oglán 2Dir se reafirmó la existencia de un excelente reservorio en este sector de la cuenca Oriente. Además, confirmó la presencia de contactos agua-petróleo inclinados regionalmente, lo que está comprobado también en el campo Villano.

El reservorio Hollín a lo largo de toda la secuencia presenta valores de porosidad y permeabilidad muy buenos (observado en la interpretación petrofísica y reafirmados por los datos de análisis de núcleo). Adicionalmente no presentan barreras de permeabilidad horizontales o verticales (limitadas en extensión de área) que pudiesen formar marcadas unidades de flujo.

Estudios Estratigráficos y Sedimentológicos

Una completa descripción sedimentológica se obtuvo de los núcleos del pozo Oglán 2Dir, Figura 5-48. También se utilizaron los datos sedimentológicos del análogo campo Villano, ya que los resultados indicaron una correspondencia similar entre los dos campos.

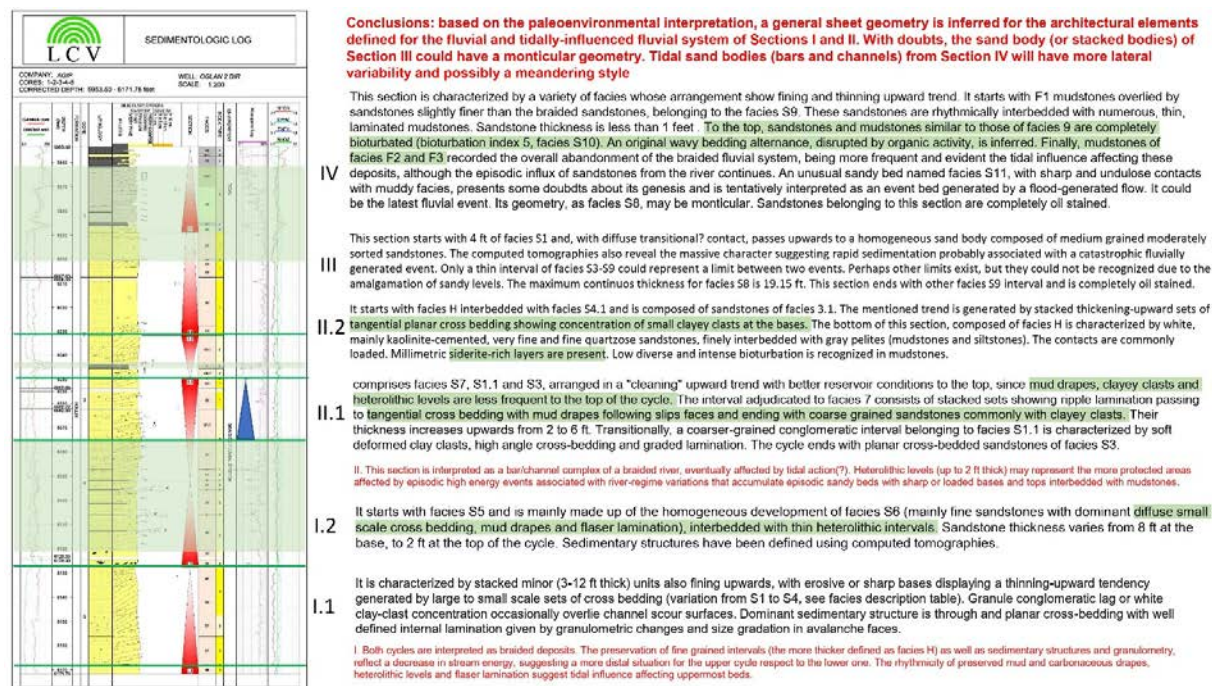


Figura 5-48 Facies y ambientes sedimentarios descritos en la corona del pozo Oglán 2Dir

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

La formación Hollín puede ser considerada, desde la base hacia el tope, como una sedimentación que comienza en un ambiente fluvial que varía de canales entrelazados progradantes hacia el oeste a canales de meandriforme, en un ambiente de planicie costera del tipo estuarino – lagoon (hasta aquí Hollín Principal), que progresivamente pasa a un sistema de baja energía dominado por mareas (tidal) y finalmente depósitos transgresivos marinos hacia el tope (Hollín Superior).

Los dos pozos del campo Oglán se caracterizan por constituir cuerpos apilados de arena en la parte inferior y sedimentación clástica cíclica (areniscas con intercalaciones lutíticas) en la parte superior.

Basados en la observación de la curva de GR y en la interpretación petrofísica, los cuerpos de arena inferiores son más limpios y uniformes que los cuerpos superiores, mientras que los cuerpos de lutita son ocasionales, de pocos pies de espesor, y no fáciles de correlacionar entre los dos pozos. Se asume una extensión local de estos cuerpos de lutitas basados en el campo Villano y en la literatura de Oriente, o sea, los cuerpos de lutitas no constituirían barreras de permeabilidad.

Las Facies descritas en el miembro Hollín Principal, son arenas cuarzosas, de grano medio a grueso (fino hacia el tope), muy limpias, con porosidades que van entre 14 y 24% y permeabilidades con rango de 20 D a 10 D, con intercalaciones ocasionales de niveles limosos y arcillosos. Hollín Superior corresponde a una arenisca cuarzosa-glaucónítica-calcárea, de grano fino a medio, con una porosidad media de 14% con alta frecuencia de intercalaciones lutíticas de origen marino.

Las facies sedimentológicas descritas en corona se agruparon en 4 facies asociadas a los Rock Types definidos por la relación K/Phie y son descritos en el capítulo de Petrofísica. Las Facies agrupadas son: Excelent Res (Arena de excelente calidad), Good Res (Arena de buena calidad), Med Res (Arena de calidad media) y No Res (Roca no reservorio con características de roca sello), yendo de mejor a peores condiciones de calidad petrofísica.

Columna Estratigráfica

Formación Arajuno Chalcana Y Ortegua

Se observa una columna estratigráfica caracterizada por sedimentos continentales principalmente representados por arcillas no calcáreas, limolitas y areniscas de grano fino a muy fino, pertenecientes a formaciones miocénicas y oligocénicas en los niveles superficiales representados por las formaciones Arajuno, Chalcana y Ortegua.

Formación Tiyuyacu

La formación Tiyuyacu está representada por grandes paquetes de arcillolita café rojiza, café amarillento, café, con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio e intercalaciones menores de micro conglomerados de grano grueso a muy grueso sin cemento o matriz visibles. En los niveles inferiores de la formación Ortegua se presentan niveles menores de Chert de grano grueso a muy grueso y muy duros.

Formación Tena

La formación Tena se observa como arcillas café oscuras, café amarillento, ligeramente calcárea, con intercalaciones de limolita de color café y gris ligeramente calcárea y areniscas de grano fino sin matriz o cemento visibles. En los niveles inferiores se observa un aumento en la concentración de carbonato provocando la aparición de margas de color blanco moteado con negro y calizas de tipo Mudstone a Wackstone de color blancas moteado con negro, con porosidad no visible y sin manifestación de hidrocarburos.

Formación Napo

La formación Napo sobreyace a la formación Hollín y su litología representa una secuencia marina con niveles eustáticos fluctuantes. Su litología está representada por secuencias de grano decreciente de arenisca, lutitas y calizas. La formación Napo está dividida en varios miembros:

Caliza A: Del tipo Mudstone a Packstone, es de color crema moteada con café oscura, de moderadamente dura a suave. A la base incrementa la proporción de lutita gris oscura a negra, moderadamente dura, físil a subfísil, no calcárea.

Arenisca "U": La arenisca "U" en el campo Oglán no está muy desarrollada en cuanto a la arenisca se refiere. La arenisca es cuarzosa, blanca, café claro, transparente a translúcida, grano fino a muy fino, friable, subredondeada a redondeada, moderado sorteo, en parte matriz arcillosa, en parte cemento calcáreo, pobre porosidad visible, en parte con inclusiones de glauconita.

Se encuentra muy intercalada con calizas del tipo Packstone a Mudstone, es blanca moteada con café clara, gris clara, porosidad no visible, con inclusiones de glauconita. Además, también se encuentra la abundante presencia de lutitas de color negro, gris, gris claro, moderadamente dura, físil, laminar, no calcárea.

Caliza B: Del tipo Mudstone a Grainstone es de color café claro, café, blanco moteado con gris, suave a moderadamente dura, porosidad no visible. Está intercalada con lutita de color gris, gris claro, negra, laminar, físil, ligeramente calcárea. También se observa la presencia de arenisca cuarzosa, blanca, café claro, grano fino a muy fino, en parte matriz arcillosa, en parte cemento calcáreo y pobre porosidad visible.

Arenisca "T": al igual que el miembro "U", esta arenisca está no muy desarrollada y muestra alternancia con calizas y lutitas.

La arenisca es cuarzosa, blanca, café claro, grano fino a muy fino, en parte matriz arcillosa, en parte cemento calcáreo, pobre porosidad visible. La caliza es del tipo Mudstone café claro, blanca moteada con café, blanca, porosidad no visible. La lutita es negra, gris clara, gris, laminar, ligeramente calcárea.

Basal Napo Shale: Este miembro está compuesto básicamente por lutitas gris oscura, gris, negra, moderadamente dura a dura, físil a subfísil, laminar, astillosa, textura cerosa, no calcárea. Además, también muestran intercalaciones de caliza del tipo Mudstone a Packstone, gris claro, porosidad no visible, con inclusiones de glauconita. También muestra presencias menores de arenisca de grano muy fino, matriz no visible, cemento no visible, pobre porosidad visible, en parte con inclusiones de glauconita.

5.1.3 Vulcanismo

La actividad volcánica está relacionada a los cinturones móviles de los Andes ecuatorianos. La mayoría de los volcanes activos del Ecuador se encuentran en las cordilleras Occidental y Real, normalmente entre los 110 y 150 km de la zona de Benioff, con excepción del eje: Cerro Hermoso-Sumaco-Pan de Azúcar-Reventador, que se encuentran entre 170 y 180 kilómetros de esta zona (Woodward-Clyde, 1980); este eje se emplaza en el sector subandino.

Los volcanes: Tungurahua, Reventador y Sumaco son los más cercanos a la zona de estudio.

El Tungurahua es un estratovolcán andesítico compuesto, en la Cordillera Real del Ecuador, 120 km al sur de Quito, 33 km al SE de Ambato y a 8 km al norte de Baños. Es un edificio volcánico de 5020 m de altura con un diámetro basal de 16 km. Hall et al. (1999) dividen a este volcán en tres edificios sucesivos, Tungurahua I, II y III, siendo el tercero el edificio actual. Los dos edificios anteriores sufrieron colapsos sectoriales hace 30 ka y 3 ka (miles de años), cuyos depósitos de avalancha afloran en los valles de los ríos Chambo y Patate. La actividad del Tungurahua III habría comenzado con la emisión del gran flujo de lava de las Juntas hace aproximadamente 2300 años (Hall et al., 1999). Desde el año 1300 AD el Tungurahua ha producido erupciones con flujos piroclásticos, caídas de ceniza, flujos de lava y lahares, al menos una vez por siglo.

El periodo eruptivo actual se inició en 1999 y persiste hasta el momento. Al inicio la erupción actual fue subcontinua caracterizada por explosiones estrombolianas y vulcanianas; y emisiones de gases y ceniza. En julio y agosto del 2006, por primera vez en este periodo el volcán produjo dos grandes erupciones explosivas con formación de flujos piroclásticos que afectaron principalmente al flanco y sur occidentales. La caída de ceniza asociada a estos eventos fue de carácter regional afectando incluso a la ciudad de Guayaquil. Desde entonces el volcán ha mantenido episodios de actividad intermitentes con duraciones de pocos días a semanas y pausas en la actividad de hasta 3 meses. La actividad puede iniciarse con fuertes explosiones vulcanianas, como en mayo 2010, diciembre 2012 y julio 2013; o con explosiones de carácter estromboliano y emisión continua de gases y ceniza, IGPN, 2022.

El Reventador, se tiene registros de su actividad desde 1541, hasta la última, que se registró en el año 2024; es un cono simétrico en actividad semipermanente, la composición de los materiales es predominantemente basáltica. Según el registro histórico de las erupciones existentes, los flujos de lava solamente se circunscriben al área de influencia del cráter, y, en algún caso especial, flujos de lodo y lava alcanzaron al río Quijos. Hay referencia de la presencia de cenizas en un radio de hasta 180 km.

El volcán Sumaco tiene un cono simétrico que indica actividad reciente, y se lo considera como activo. Su edificio se levanta sobre rocas mesozoicas del levantamiento Napo y sus lavas tienen una composición alcalina (Colony & Sinclair, 1928). Almeida (1991) lo describe como un complejo de aparatos, similar al Reventador, que ha pasado por varias etapas de reactivación, crecimiento y destrucción, como el actual proceso eruptivo de los últimos meses. El volcán está constituido por un edificio antiguo que ha sufrido un gran deslizamiento y un cono nuevo que ha crecido al interior del anfiteatro dejado tras el deslizamiento, (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2019).

Las misiones de campo realizadas para estudiar este volcán Sumaco han revelado que la parte superior del cono se habría construido por una continua e intensa actividad stromboliana, su forma cónica da indicios de una actividad reciente. Así, Según Simkin y Siebert (1994), indican que 1895 y 1933, se habrían observado signos de actividad en el volcán, sin embargo, no existe confirmación de esta afirmación. Las lavas del Sumaco son porfíricas masivas de composición básica con un elevado contenido de potasio.

Globalmente, éstas se pueden clasificarse como tefritas y absarokitas cuyos componentes minerales son plagioclasa, clinopiroxeno, titanio-magnetita y hauyna. En el Ecuador son las únicas lavas que presentan estas características (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2022).

5.1.3.1 Conclusiones

Por la lejanía de los complejos volcánicos al área del campo Oglán, no existen riesgos relacionados a estos fenómenos naturales; eventualmente, a pequeñas caídas de cenizas en dependencia de la dirección del viento en una ocasional erupción.

5.1.4 Sismicidad

Se denomina sismicidad al análisis del número de sismos que se suceden en una región geográfica determinada. Tal estudio registra en un mapa a los diversos epicentros existentes, además de tomar en cuenta la frecuencia con que se suceden estos fenómenos. (Definición, 2019)

5.1.4.1 Metodología

La ejecución del presente estudio se basó principalmente en la revisión y análisis de algunos de los estudios de peligrosidad sísmica realizados anteriormente para otros proyectos, así como a las publicaciones de diversos autores sobre la sismicidad y tectónica del Ecuador y de la parte noroccidental de Sudamérica. Este análisis no pretende ser un estudio completo y exhaustivo, sino, más bien, a la luz de la información disponible, se intenta aportar datos sobre el peligro sísmico que tiene relación con el campo Oglán.

Para analizar este estudio, es necesario tener un enfoque regional, por eso se describen los principales sistemas de fallamiento activo que afectan al Ecuador. Se encuentran ampliamente descritos en trabajos conocidos de la literatura especializada.

5.1.4.2 Categorías

5.1.4.2.1 Neotectónica

El contexto geodinámico del Ecuador ha permitido definir tres tipos de fuentes sísmicas: fuentes de interfase, corticales y profundas. (Alvarado et al., 2016)

La interfaz corresponde a la zona donde la placa de Nazca choca y se subduce debajo de los bloques Andino e Inca, conformando cuatro fuentes sísmicas: Talara, Golfo de Guayaquil, la Plata y Esmeraldas, que se extienden desde la fosa hasta una profundidad que varía entre 40 a 50 km.

Las fuentes corticales comprenden el sistema principal de fallas que delimitan el Sliver Nor Andino (NAS) de la zona estable de Sudamérica: segmentos Puná, Pallatanga, Cosanga y Chingual (Alvarado., 2012; Alvarado et al., 2016), los sistemas de fallas inversas Quito-Latacunga, el sistema de fallas de rumbo de El Ángel y las fallas que definen la zona subandina: Napo y Cutucú; además, dos fuentes 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 (Yepes et al., 2016, Beauval et al.).

En la Figura 5-49, y Figura 5-51 y en la Tabla 5-6 se ha graficado y resumido las características de la sismicidad en cada una de las fuentes sísmicas observadas para el año 2024 (Instituto Geofísico EPN, 2025).

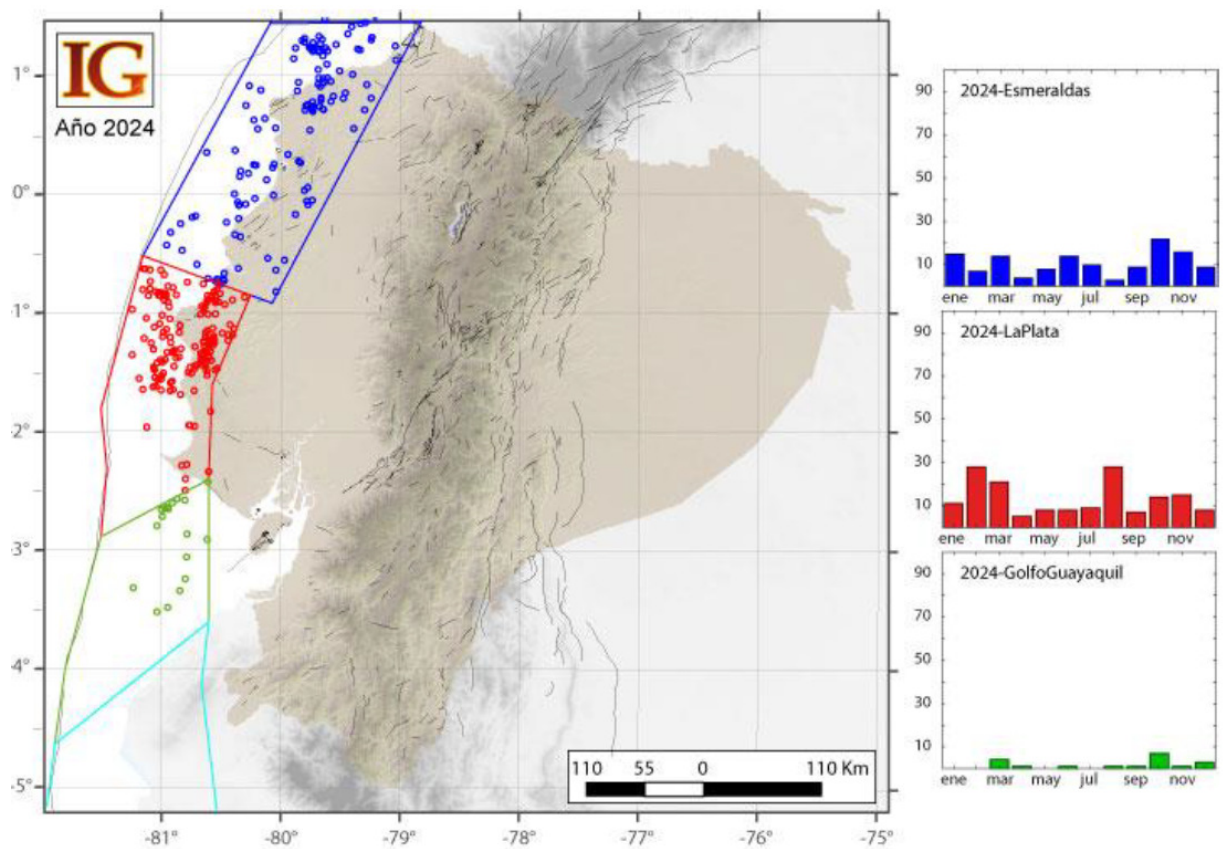


Figura 5-49 Número mensual de eventos en las fuentes de interfaz. La profundidad de los eventos es de hasta 40 km excepto la fuente de Esmeraldas que va hasta los 50 km

Fuente: Instituto Geofísico EPN, 2025

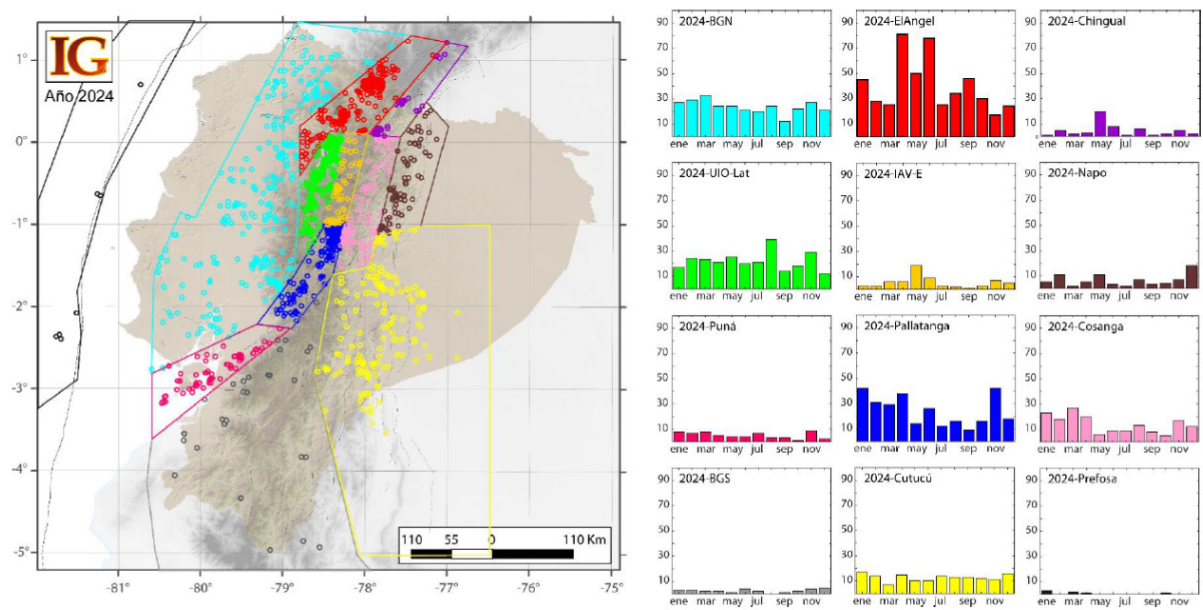


Figura 5-50 Número mensual de los eventos en las fuentes corticales (Beauval et al. 2018). La profundidad de los eventos es de hasta 35 km

Fuente: Instituto Geofísico EPN, 2025

Tipo de fuente	Nombre de la fuente	Profundidad	Magnitud máxima	Magnitud mínima	Magnitud promedio	Número de eventos
	Quito-Latacunga	0 - 35	4.15	0.34	1.44	263
	Pre-fosa	0 - 35	4.48	2.52	3.37	7
Fuentes de la interfaz Fuentes del slab	Esmeraldas	0 - 50	4.47	1.65	2.70	131
	La Plata	0 - 40	4.66	1.12	2.69	162
	Golfo Guayaquil	0 - 40	4.73	1.64	3.37	19
	Talara	0 - 40	-	-	-	-
	Subvolcanic Arc	35 - 180	4.71	0.00	2.30	282
	Loja	35 - 100	5.39	1.43	2.81	230
	Morona	100 - 130	3.82	1.61	2.63	50
	Puyo	130 - 300	4.33	1.64	2.72	102

Fuente: Instituto Geofísico EPN, 2025.

Esta configuración ha originado la ocurrencia de alrededor de 125 sismos con magnitud $M_s > 4$ entre 1901 y 1981 (Catálogo CERESIS., 1995). En el ambiente continental, los sismos más importantes se ubican en la región interandina, entre los que se tiene al terremoto del 6 de marzo de 1987 en el Reventador con magnitud $M_s = 6,8$; el terremoto de Ibarra del 16 de agosto de 1868 cuya magnitud M_s probable fue de 7,8 que produjo entre 15 000 y 20000 víctimas (Catálogo CERESIS., 1995).

Los sismos de la plataforma submarina pueden exceder estos terremotos, como el del 31 de enero de 1906, con magnitud $M_s = 8,7$, frente a las costas de Esmeraldas; este sismo se considera uno de los más fuertes del mundo; el sismo del 12 de diciembre de 1979, con magnitud $M_s = 7,8$ en la misma región, frente a la frontera Ecuador-Colombia; originaron tsunamis que afectaron las costas cercanas y se registraron en muchos otros lugares de la cuenca del Pacífico (Catálogo CERESIS, 1995). También el sismo frente de las costas de Manabí, el 16 de abril de 2016, a las 18h58 hora local, con una magnitud de 7,8 escala Richter, cuyo epicentro se localizó frente a la ciudad de Pedernales (Manabí) a una profundidad de 20 km (Dávila et al., 2016).

Los principales sistemas de fallamiento activos que afectan al área geográfica están presentados en el Mapa de Fallas y Pliegues del Ecuador, U. S. Geological Survey, Escuela Politécnica Nacional, 2003, entre ellas la fallas: Huacamayos (59), Pisayambo (60), Hollín (67), Tena(68), Pusino (69), Arajuno (70), Anzu (71), Mera (72), Puyo (73), Pastaza (74) y Macuma (76), de las cuales las más cercanas al Campo Oglán son las indicadas en la Tabla 5-7 (tabla que presenta las características de las fallas).

Tabla 5-7 Características de las Fallas Activas

Falla	EC-68 (Tena)	EC-69 (Pusino)	EC-70 (Arajuno)	EC-71 (Anzu)	EC-72 (Mera)	EC-73 (Puyo)	EC-74 (Pastaza)	EC-76 (Macuna)
Longitud de la geometría	34,8 km (35,0 km)	29,3 km (29,5 km)	28,1 km (28,8 km)	31,7 km (32,4 km)	12,3 km (12,3 km)	10,8 km (11,2 km)	17,8 km (18,4 km)	119,0 km (151,3 km)
Rumbo promedio	N6°E±7°	N37°E±9°	N30°E±13°	N28°E±16°	N34°E±4°	N13°E±18°	N15°W±16°	N10°E±12°
Buzamiento promedio	Desconocido, buza hacia el oeste	Desconocido, buza hacia el noroeste	Desconocido, buza hacia el noroeste	Desconocido, buza hacia el noroeste	Desconocido, buza hacia el noroeste	Desconocido, buza hacia el oeste	Desconocido	Desconocido, buza hacia el oeste
Sentido del movimiento	Inversa	Inversa	Inversa	Inversa	Inversa	Inversa	Sinistral	Inversa
Expresión geomorfológica	La falla forma escarpes irregulares; mostrados principalmente como ocultos o inferidos en el mapa.	La falla forma escarpes irregulares y drenajes controlados; mostrados principalmente como ocultos o inferidos en el mapa.	La falla forma escarpes y drenajes controlados. El movimiento continuo o acelerado en esta falla probablemente cambiará la dirección del drenaje en el río Arajuno. Mostrado como oculto o inferido en el mapa.	La falla forma escarpes irregulares y drenajes controlados; mostrada principalmente como oculta o inferida en el mapa.	La falla forma pequeños escarpes en los depósitos aluviales del Plioceno.	La falla forma pequeñas colinas que tienen escarpes irregulares.	La falla controla el drenaje y la topografía.	La falla forma escarpes y drenajes controlados.
Intervalo de recurrencia	Desconocida	Desconocida	Desconocida	Desconocida	Desconocida	Desconocida	Desconocida	Desconocida
Tasa de deslizamiento	Desconocida, probablemente <1 mm/año	Desconocida, probablemente <1 mm/año	Desconocida, probablemente <1 mm/año	Desconocida, probablemente <1 mm/año	Desconocida, probablemente <1 mm/año	Desconocida, probablemente <1 mm/año	Desconocida, probablemente <1 mm/año	Desconocida, probablemente <1 mm/año
Tiempo de movimiento más reciente	Cuaternario (<1.6 Ma)	Cuaternario (<1.6 Ma)	Cuaternario (<1.6 Ma)	Cuaternario (<1.6 Ma)	Cuaternario (<1.6 Ma)	Cuaternario (<1.6 Ma)	Cuaternario (<1.6 Ma)	Cuaternario (<1.6 Ma)

Fuente: (U.S. Geological Survey, Escuela Politécnica Nacional, 2003)
Realizó: Entrix, septiembre 2024

Página en blanco

En el Mapa Intensidad Sísmica del Ecuador, (Figura 5-53), se observa que el área geográfica está dentro de la zona “VII” donde ocurren sismos profundos por subducción de placas, cuyos efectos apenas se manifiestan en superficie. En el área hay una sismicidad muy alta, ya que está dentro del Nido Sísmico del Puyo, con sismos que no suelen sobrepasar la intensidad IV. Los epicentros de los grandes sismos históricos se encuentran hacia el occidente de la región del estudio, en el Sistema de fallamiento del Frente Subandino, el campo Oglán se encuentra en una de las zonas de alta actividad sísmica del País.

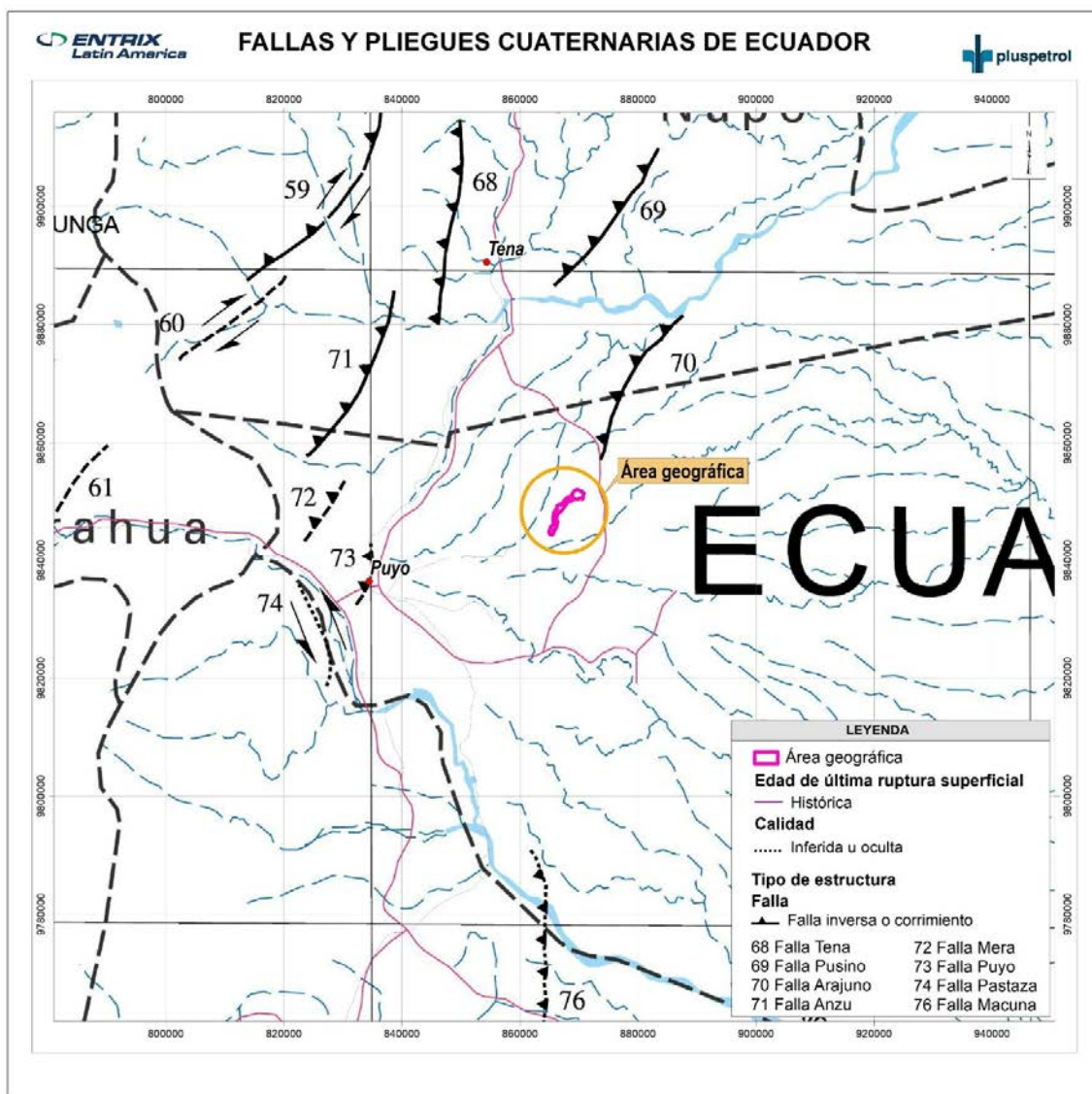


Figura 5-52 Fallas Cuaternarias en las Cercanías al Campo Oglán

Fuente: U. S. Geological Survey, Escuela Politécnica Nacional, 2003
Elaborado: Entrix, 2024

De acuerdo con el mapa de Zonas Sísmicas Para Propósitos de Diseño de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS. El proyecto está en una zona de ALTO riesgo sísmico, con una aceleración máxima de 0.30 g ($Z=0.30$ g).

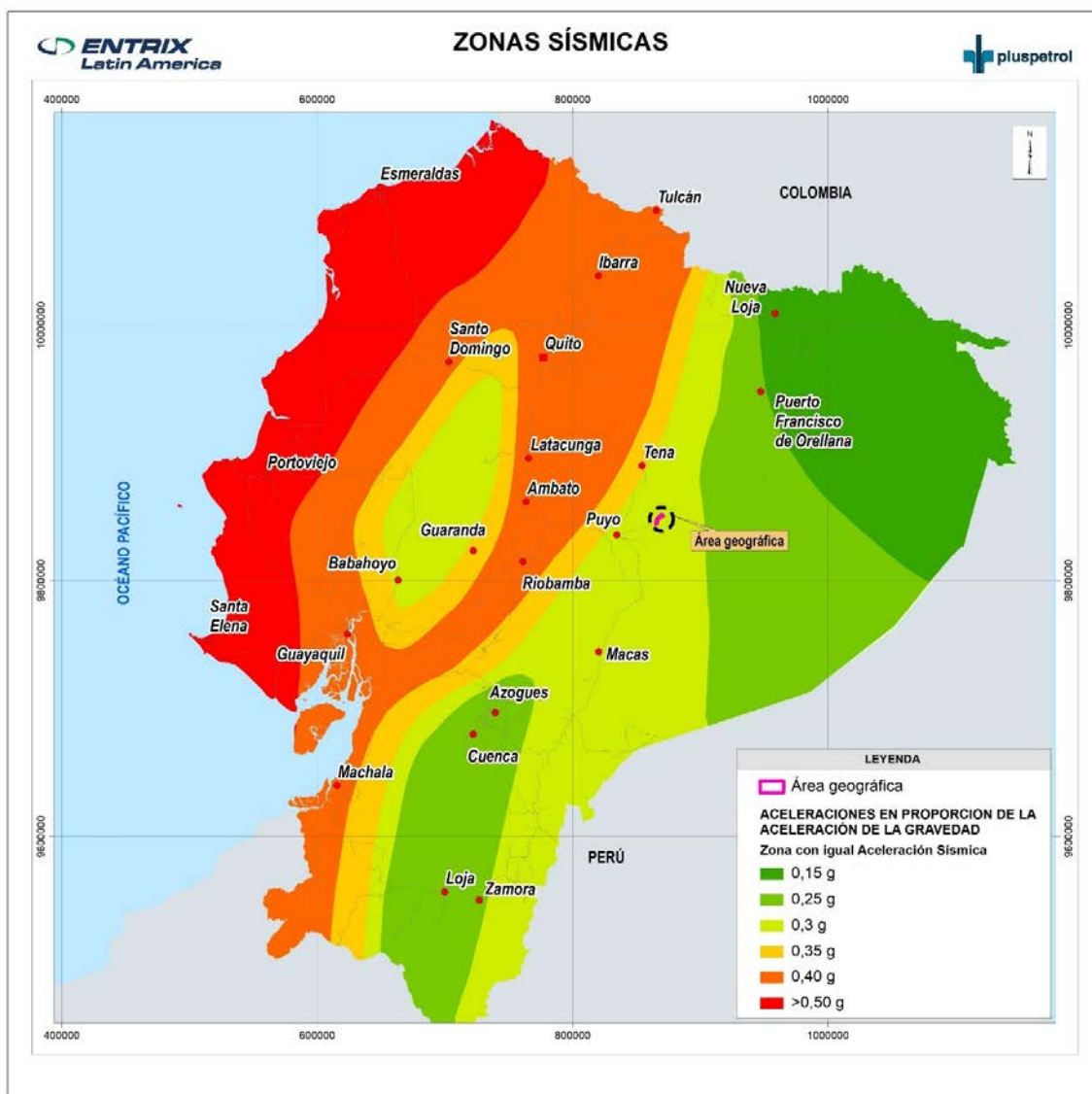


Figura 5-53 Mapa de zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z (Norma ecuatoriana de la construcción -NEC 2014)

Elaborado: Entrix, 2024

5.1.4.3 Conclusiones

La Neotectónica que involucra al sector está controlada por tres tipos de fuentes sísmicas: fuentes de corticales, interfase, y slab, donde está última es la más importante para el sector evaluado.

En el sector las fallas activas: Tena (68), Pusino (69), Arajuno (70), Anzu (71), Mera (72), Puyo (73) y Pastaza (74), son las más cercanas al sector del Proyecto.

De acuerdo con el mapa de Zonas Sísmicas para Propósitos de Diseño de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, el campo Oglán se encuentra ubicado en una zona de alto riesgo sísmico, con una aceleración máxima esperada de 0,30 a 0,25 g ($Z = 0,30 - 0,25 g$).

5.1.5 **Geomorfología**

5.1.5.1 ***Metodología***

La metodología utilizada para cumplir con los objetivos propuestos incluyó lo siguiente:

- > Reconocimiento general de las estructuras geomorfológicas del sector, que se basa en el Sistema de Clasificación Geomorfológico, que se resume en la Tabla 5-9, en el que la región se define a la relación que existe entre las estructuras morfotectónicas, en función de cómo se encuentra dividido el territorio continental del Ecuador y las regiones geomorfológicas, a saber: región de la plataforma costanera, región de la cordillera occidental, región interandina, región de la Cordillera Real, región subandina, región oriental y región austral.
- > Cada región se divide según las características ecológicas que abarcan: la altitud, precipitación, temperatura, cobertura vegetal, actividades antrópicas, entre las más importantes; en este caso de estudio, se localiza en la región oriental del Ecuador.
- > La unidad del cada paisaje geomorfológico engloba a los procesos morfogénicos generados por la evolución tectónica (endógenos) del sector, así como su modelado que relaciona a las geoformas con la evolución morfodinámica (procesos exógenos); en este caso, se tiene un sistema colinado y un sistema bajo y pantanoso.
- > Análisis de los riesgos por procesos geomorfológicos. Se los ha desarrollado como Estabilidad Geomorfológica.
- > Se colectó información temática, bibliográfica y cartográfica, que se clasificó y analizó. La información básica fue el Levantamiento de Cartografía Temática Escala 1:25 000, del Cantón Arajuno, de SIGTIERRAS, 2015. Toda la información recopilada se enriqueció con información obtenida durante la fase de gabinete y campo.

Primeramente, se reinterpretó el sector con ayuda de las imágenes satelitales (Pleiades Neo, resolución 0,30 m/píxel, septiembre 2023 y ortofoto de junio de junio de 2023 de 5 cm de resolución), se elaboró el Mapa de Pendientes, con lo cual se obtuvo el Mapa Geomorfológico Preliminar, que se corroboró con observaciones de campo; luego, se definió el Mapa Geomorfológico definitivo, con sus respectivas leyendas (Anexo D. Cartografía, 1.1-5 Mapa de Pendientes).

Tabla 5-8 Rangos de Pendientes

Clase	Rango de Pendiente (%)	Tipo de Pendiente
1	0 - 2	Plana
2	2 – 5	Muy suave
3	5 – 12	Suave
4	12 - 25	Media
5	25 – 40	Media a fuerte
6	40 – 70	Fuerte
7	> 70	Extremadamente abrupta

Fuente: Modificado de Sigtierras, 2015
Elaboración por: Entrix, octubre 2022

Como esta descrito en la sección de geología, en el área afloran rocas y depósitos sedimentarias de edades del Mioceno al Cuaternaria. Existen algunas perturbaciones estructurales tectónicas importantes. El conjunto de rocas sedimentarias neogénicas-cuaternarias, forman el sistema de estructurales,

erosionales y llanuras onduladas. Los depósitos recientes cuaternarios agrupan a un sistema de llanuras de variada disección y valles de terrazas de diferente altitud.

Los principales elementos morfológicos constituyen los cursos de los ríos: Oglán, Curaray, Tiushcachi y Taishacuraruy. El tipo de drenaje es subdetrítico, de densidad baja. Los valles de estos drenajes son encañonamientos relativamente profundos.

Los demás drenajes secundarios son de valles poco profundos de pequeña extensión, tienen drenajes subdetríticos de densidad baja. Hacia los márgenes del sistema de drenaje la geomorfología está dominado por el conjunto de colinas de diferente altitud y, en mayor proporción, por superficies de cono de esparcimiento muy disectado (llanuras) de extensión importantes.

La morfología del sector está comprendida entre altitudes de 620 a 1120 msnm, de pendientes suave a muy suave, donde hay un predominio de rangos de pendientes media ($> 12 - 25 \%$) a fuerte ($> 40 - 70 \%$), en menor proporción pendientes suaves (> 5 a 12% y pendientes muy localizadas de > 70 a 100% , en los sectores de abrupto de cono de esparcimiento y vertientes abruptas.

La plataforma Oglán 2 se localiza sobre pendientes de medias a fuertes ($> 25 - 40\%$), la plataforma Oglán 3 se localiza sobre pendientes fuertes ($> 40 - 70\%$), la posible vía entre las dos plataformas sobre pendientes de media a media fuerte ($12 - 40\%$) y mientras que la vía de acceso y la línea de flujo a construirse le mayor porcentaje se localiza en pendientes suave 5 a 12% en su mayor proporción.

5.1.5.2 Sistema de Clasificación Geomorfológico

En el Mapa 5.1-4 Geomorfológico (Anexo D. Cartografía), se presenta la información cartográfica obtenida en el presente estudio. Este mapa incluye todas las unidades y geoformas identificadas en el área geográfica. Las unidades del mapa se clasificaron en cuatro jerarquías, las que se definen como:

- > Regiones.
- > Sistemas.
- > Génesis.
- > Paisajes Geomorfológicos.

En la Tabla 5-9 se presenta una breve descripción de las unidades geomorfológicas identificadas y su jerarquía:

Tabla 5-9 Unidades del Paisaje Geomorfológico

Unidades Geomorfológicas				Símbolo	Clase de Pendiente	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Gran Paisaje	Sistema	Génesis	Unidades del Paisaje				
Región oriental	Subandino	Estructural	Superficie de cuesta	Ei1	3 a 4	La disección de estas superficies proporciona incisiones que dan lugar a pequeños valles en forma de V y desniveles de sus paredes laterales de entre 25 y 50 metros, sobre las formaciones Arajuno y Mera longitudes de estas moderadamente largas (de 50 a 250 metros), con formas rectilíneas o irregulares. Las pendientes son medias (de 12 a 25%)	Medio a alto. Caída de rocas, pequeños deslizamientos
			Vertiente de cuesta	Ei4	3 a 4	Presentan pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), sobre las formaciones Arajuno y Mera, desniveles relativos comprendidos entre 5-15 metros y principalmente entre 50 y 100 metros y longitudes de vertiente de cortas hasta largas (de 15 a 500 metros) con formas irregulares, rectilíneas o mixtas.	Medio a alto. Caída de rocas, pequeños deslizamientos
		Fluvial	Barranco	E2	4 a 5	Las pendientes transversales son en general fuertes (de 40 a 70%), con formas de valle en V o planos y ausencia generalizada de suelos, donde aflora la formación Arajuno. Estas incisiones no muy profundas y de poca pendiente no presentan depósitos, razón por la cual son denominadas igualmente barrancos	Moderada a alto a la erosión y movimientos en masa
			Garganta	E3	2 a 3	Estas gargantas se caracterizan por vertientes cortas a moderadamente largas, sobre	Moderada a alto a la erosión y

Unidades Geomorfológicas				Símbolo	Clase de Pendiente	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Gran Paisaje	Sistema	Génesis	Unidades del Paisaje				
						las formaciones Arajuno y Mera, con formas irregulares o rectilíneas y pendientes medias (de 12 a 25%) o fuertes (de 40 a 70%). El desnivel relativo va de 15 a 100 metros y la forma de valle es en V o en U.	movimientos en masa
			Superficie de cono de esparcimiento muy disectado (Llanuras)	Co3	4 a 5	Terrazas antiguas, onduladas, poco muy disectadas, sobre la formación Mera. Caracteriza por pendientes de muy suaves a medias (de 2 a 25%), un desnivel relativo de 25 a 50 metros y vertientes de longitud larga (de 50 a 250 metros) con formas convexas	Baja a los procesos erosivos y movimiento en masa
			Abrupto de cono de esparcimiento	Co4	4 a 5	Presenta pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%), sobre la formación Mera, un desnivel relativo también muy variable pero principalmente comprendido entre 25 y 100 metros. Las longitudes de vertiente son fundamentalmente de moderadamente largas a muy largas con formas cóncavas, mixtas, rectilíneas o irregulares	Medio Alto. Caída de rocas, medianos deslizamientos.
			Testigo de cono de esparcimiento	CoT	2 a 3	Son testigos de antiguos conos de esparcimiento presentes en el sector y que debido a la abundante red hídrica existente dentro del mismo y el material del que están compuestos, se han erosionado	Moderada a alto a la erosión y movimientos en masa
			Valle fluvial, llanura de inundación	F1	1 a 2	Se distribuyen en áreas cercanas a los ríos; son terrazas activas que cambian con frecuencia	Medio a Alto a las inundaciones periódica

Unidades Geomorfológicas				Símbolo	Clase de Pendiente	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Gran Paisaje	Sistema	Génesis	Unidades del Paisaje				
		Laderas				luego de cada crecida del río, desarrolladas en ambientes de relieve plano muy suave, pendientes inferiores al 5 %, con deficiente drenaje, con suelos formados a partir de materiales aluviales distales recientes, de rodados y arenas	
			Coluvio-aluvial antiguo	Coa2	2 a 3	Litológicamente están compuestos por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques, presentando pendientes mayoritariamente suaves (de 5 a 12%) y formas de valle planas, en U o en V. Se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.	Medio. Caída de rocas, pequeños deslizamientos
			Coluvión antiguo	Col2	2 a 3	Formados por material heterogéneo. De pendientes de suaves a abrupta (de 5 a 12%), desniveles relativos muy variables: de 5 hasta 200 metros y longitudes de vertiente van desde los 50 a más de 100 metros.	Medio a alto. A las crecidas de los drenajes, pequeños deslizamientos.
			Vertiente abrupta	Lh2	4 a 5	Son laderas escasamente disectadas. Presentan pendientes muy fuertes, desniveles relativos comprendidos entre 25 a 200 metros en el contexto de las estribaciones orientales subandinas y comprendidos entre 50 y 100 metros. Las vertientes tienen una longitud	Moderada a alto a la erosión y movimientos en masa

Unidades Geomorfológicas				Símbolo	Clase de Pendiente	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Gran Paisaje	Sistema	Génesis	Unidades del Paisaje				
						moderadamente larga con formas rectilíneas o convexas.	
			Vertiente heterogénea	Lh1	3 a 5	"Laderas de perfil mixto o irregular con longitudes superiores a 50 metros que presentan pendientes desde medias hasta fuertes (12 a 70%) y desniveles relativos	Moderada a alto a la erosión y movimientos en masa
			Vertiente heterogénea con fuerte disección	Lh4	3 a 5	Laderas que se caracteriza por presentar pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 25 y 50 metros en el contexto Piedemontes distales y muy variables en los otros dos contextos (de 25 a 300 metros). Las vertientes varían de moderadamente largas hasta muy largas (de 50 a más de 500 m) y presentan formas irregulares o mixtas	Moderada a alto a la erosión y movimientos en masa
			Vertiente rectilínea	Lr1	2 a 3	Son laderas sobre la formación Mera, de perfil mixto o regular, rango de pendientes (del 5 al 25%) y desniveles relativos entre 55 y 100 metros. Las vertientes tienen longitudes generalmente de moderadamente a largas (de 50 a más de 200 m) con formas regulares o mixtas	Moderada a alto a la erosión y movimientos en masa
			Vertiente rectilínea con fuerte disección	Lr2	4 a 6	"Laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo aparecen con pendientes de suaves hasta fuertes (de 5 a 70%), desniveles relativos muy variables (de 15 a 300 metros) y	Moderada a alto a la erosión y movimientos en masa

Unidades Geomorfológicas				Símbolo	Clase de Pendiente	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Gran Paisaje	Sistema	Génesis	Unidades del Paisaje				
						longitudes de vertiente de moderadamente largas a muy	
		Tectónico erosivo	Relieve colinado Bajo	Rt3	3	Presenta un desnivel relativo de 15 a 25 metros, pendientes mayoritariamente de suaves a medias (de 5 a 25%) y cimas redondeadas o agudas, en la formación Arajuno. Las vertientes tienen longitud corta a moderadamente larga y con formas cóncavas, convexas o mixtas."	Media a Moderada a la erosión y movimientos en masa
			Relieve colinado medio	Rt4	4	Colinas medias, sobre rocas sedimentarias, muy disectadas, alargadas, de cimas planas y alargadas, en la formación Arajuno. Pendientes moderadas entre el 5 al 12 %, de cimas medianamente planas y alargadas, con un desnivel relativo dominante entre 25 y 100 m, los valles presentan formas en V y U.	Media a Moderada a la erosión y movimientos en masa
			Relieve colinado alto	Rt5	4	Colinas altas, sobre rocas sedimentarias de la formación Arajuno, muy disectadas, alargadas, de cimas planas y alargadas. Pendientes moderadas entre el 5 al 12 %, de cimas medianamente planas y alargadas, con un desnivel relativo dominante entre 100 y 200 m, los valles presentan formas en V y U.	Media a Moderada a la erosión y movimientos en masa
			Relieve colinado muy alto	Rt6	4	Se caracteriza por presentar un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros, sobre la	Media a Moderada a la erosión y

Unidades Geomorfológicas				Símbolo	Clase de Pendiente	Descripción	Susceptibilidad a los Fenómenos Morfodinámicos
Gran Paisaje	Sistema	Génesis	Unidades del Paisaje				
						formación Arajuno, de pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), cimas de formas redondeadas, formas de valle en V y laderas de longitud muy larga con formas mixtas o irregulares	movimientos en masa

Fuente: Modificado de Sigtierras, 2015

5.1.5.3 Paisajes Geomorfológico

Se ha identificado los siguientes paisajes por su origen:

5.1.5.3.1 Estructural

Superficie de cuesta (Ei1)

Desarrollada sobre las rocas sedimentarias de la formación Arajuno. La disección de estas superficies proporciona incisiones que dan lugar a pequeños valles en forma de V y desniveles de sus paredes laterales de entre 25 y 50 metros, longitudes de estas moderadamente largas (de 50 a 250 metros), con formas rectilíneas o irregulares. Las pendientes son medias (de 12 a 25%). Comprenden el 0,25 % del área geográfica estudiada.

Vertiente de cuesta (Ei4)

Tienen pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70 %), desniveles relativos de entre 5-15 metros y entre 50 y 100 metros y longitudes de vertiente de cortas hasta largas (de 15 a 500 metros) con formas irregulares, rectilíneas o mixtas, todo este conjunto desarrollado sobre la formación Arajuno. Comprenden el 0,32 % del área geográfica estudiada.

5.1.5.3.2 Fluvial

Barranco (E2)

Desarrollándose sobre todo en el contexto piedemontes distales donde las cabeceras de la red de drenaje se encajan en las superficies de cono de esparcimiento dando lugar a valles en V o en artesa. Las paredes de estas gargantas presentan pendientes transversales mayoritariamente fuertes (de 40 a 70%) con una forma rectilínea, desniveles relativos variables entre 15 y 100 metros y longitudes de vertiente de cortas a moderadamente largas. Dichas gargantas erosionan mayoritariamente los materiales de las formaciones Arajuno y Mesa. Comprenden el 0,94 % del área geográfica estudiada.

Garganta (E3)

Formadas sobre todo en el contexto piedemontes distales donde las cabeceras de la red de drenaje se encajan en las superficies de cono de esparcimiento dando lugar a valles en V o en artesa. Las paredes de estas gargantas presentan pendientes transversales mayoritariamente fuertes (de 40 a 70%) con una forma rectilínea, desniveles relativos variables entre 15 y 100 metros y longitudes de vertiente de cortas a moderadamente largas. Dichas gargantas erosionan mayoritariamente los materiales de las formaciones Mesa y Arajuno. Comprenden el 6,15 % del área geográfica estudiada.

Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co3)

Es un ambiente deposicional reciente, constituidos por depósitos distales de terrazas aluviales antiguas de la Formación Mera, de granulometría media a gruesa, distribuidos en áreas de relieve relativamente plano a levemente ondulado, en pendientes medias a fuertes entre 12 al 40 %, con un grado de disección ligero a moderado, conservando los interfluvios planos. Presenta, desniveles relativos entre 25 y 100 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas de 50 a 250 metros con formas mixtas. Las cimas son redondeadas y los valles tiene valles en V.

Comprenden el 15,06 % del área geográfica y la mayor longitud de la vía de acceso y la línea de flujo a la plataforma Oglán 3 proyectadas se localiza en este paisaje.

Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)

Superficie plana de origen fluvial, (Sigtierras 2015), asociada a la Formación Mera. Tiene pendientes de media a fuerte (de 12 a 70 %), un desnivel relativo muy variable, pero comprendido entre 15 y 100 metros.

Las longitudes de vertiente son fundamentalmente de moderadamente largas a muy largas con formas cóncavas, mixtas, rectilíneas o irregulares. Comprenden el 4,97% del área geográfica.

Testigo de cono de esparcimiento (CoT)

Su litología es la misma que la asociada a las superficies de cono de esparcimiento, la formación Mera. Presenta pendientes muy variables, aunque mayoritariamente de media a fuerte (de 12 a 70%), un desnivel relativo también muy variable pero principalmente comprendido entre 15 y 200 metros. Las longitudes de vertiente son fundamentalmente de moderadamente largas a muy largas con formas cóncavas, mixtas, rectilíneas o irregulares. La plataforma Oglán 3 se localiza en este paisaje. Comprenden el 4,00 % del área geográfica estudiada.

Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Asociada a los ríos importantes del sector (Oglán, Curaray, Tiushcachi y Taishacuraruy), estos presentan una forma mayoritariamente meandriforme. Litológicamente se compone de arenas, limos, arcillas y conglomerados, también se ha comprobado en campo que en esta unidad se pueden encontrar pequeños sistemas de terrazas con mayor proporción de materiales gruesos y depósitos coluviales, no cartografiados. Presentan pendientes planas a suaves (de 0 a 12%) y formas de valle planas. Comprenden el 1,51 % del área geográfica estudiada.

5.1.5.3.3 Laderas

Paisajes de Coluvión antiguo (Coa2)

Esta geoforma de ladera, sobre depósitos coluviales antiguos. Están formados por material heterogéneo, en el que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación. De pendientes de suaves a medias (de 5 a 12%), desniveles relativos muy variables: de 5 hasta 200 metros y longitudes de vertiente van desde los 50 a más de 100 metros. Comprenden el 0,03 % del área estudiada.

Vertiente abrupta (La1)

Se desarrolla sobre las litologías de la formación Arajuno. Presenta pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desniveles relativos comprendidos entre 25 y 200 metros y longitudes de vertiente de moderadamente largas a largas (de 50 a 500 metros) con formas rectilíneas, cóncavas o convexas. Comprenden el 0,23 % del área estudiada.

Vertiente heterogénea (Lh1)

Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 70%) y desniveles relativos muy variables con predominio de los comprendidos entre 25 y 300 metros. Las vertientes tienen longitudes generalmente de moderadamente a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas irregulares o mixtas. Se presenta mayoritariamente sobre la formación Arajuno. Comprenden el 7,41 % del área estudiada.

Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Se desarrolla sobre las litologías de la formación Arajuno. Se caracteriza por presentar pendientes medias a fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos muy variables que oscilan entre 15 y 300 metros y longitudes de vertiente superiores a 500 metros. La plataforma Oglán 2 se localiza en este relieve. Comprenden el 7,73 % del área estudiada.

Vertiente rectilínea (Lr1)

Son laderas desarrolladas sobre formaciones Chambira y Arajuno, de perfil mixto o irregular, con un amplio rango de pendientes de suave a moderadas del 5 al 25 % y desniveles relativos muy variables con

predominio de entre 50 y 100 metros. Las vertientes tienen longitudes generalmente de moderada a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas regulares. Comprenden el 9,14 % del área geográfica estudiada.

Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Se desarrolla sobre los materiales de las formaciones Arajuno y Chambira y presenta pendientes mayoritariamente medias, desniveles relativos comprendidos principalmente entre 25 y 200 metros. Las longitudes de vertiente pueden ser de 50 a más de 500 metros con formas rectilíneas. Ocupa el 19,47% del área geográfica.

5.1.5.3.4 Tectónico erosivo

Relieves colinados bajo (Rt3)

Son colinas estructurales plegadas, modeladas en un ambiente de disección y erosión, en rocas sedimentarias en posición subhorizontal de la formación Arajuno. Presenta un desnivel relativo de 15 a 25 metros, pendientes mayoritariamente de suaves a medias (de 5 a 25%) y cimas redondeadas o agudas, sobre la formación Arajuno. Las vertientes tienen longitud corta a moderadamente larga y con formas cóncavas, convexas o mixtas. Comprenden el 1,61 % del área geográfica estudiada.

Relieves colinados medios (Rt4)

Son colinas estructurales plegadas, modeladas en un ambiente de disección y erosión, en rocas sedimentarias en posición subhorizontal de la formación Arajuno, distribuidas en altitudes entre 360 msnm de hasta los 780 msnm, en clima húmedo tropical, por lo que sobre estas se ha desarrollado profundos suelos residuales rojos dando aspecto de “colinas en media naranja” (SIGTIERRAS 2015).

Los paisajes colinados presentan pendientes entre el 5 al 40 %, formando colinas medias de cimas medianamente planas y alargadas, con un desnivel relativo dominante entre 25 y 100 m, los valles presentan formas en V y U. Comprenden el 0,03 % del área geográfica estudiada.

Las condiciones de drenaje son buenas; en las áreas elevadas, la pendiente permite evacuar las aguas lluvias, mientras que las zonas deprimidas se drenan por los cursos de agua que allí se ubican.

Esta unidad geomorfológica se presenta estable frente a los fenómenos morfodinámicos, la erosión es media y no se presentan fenómenos de remoción de masa importantes, la susceptibilidad a estos es de media a moderada.

Relieves colinados altos (Rt5)

Colinas altas sobre rocas sedimentarias de la formación Arajuno, muy disectadas, de cimas planas y alargadas. Pendientes entre el 12 al 25 %, de cimas medianamente planas y alargadas, con un desnivel relativo dominante entre 100 y 200 m, los valles presentan formas en V y U.

Las condiciones de drenaje son buenas, la pendiente permite la adecuada evacuación de las aguas lluvias, el drenaje es subdendrítico. Esta unidad geomorfológica se presenta medianamente estable frente a los fenómenos morfodinámicos, la erosión es media y no se presentan fenómenos de remoción de masa importantes, la susceptibilidad a estos es de media a moderada. Comprenden el 5,84 % del área geográfica estudiada.

Relieves colinados muy altos (Rt6)

Se caracteriza por presentar un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros, pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), cimas de formas redondeadas, formas de valle en V y laderas de longitud muy larga con formas mixtas o irregulares. Se desarrolla sobre los materiales de la

Formación Arajuno y se desarrollan hasta altitudes de los 800 msnm. Comprenden el 14,71 % del área geográfica estudiada.

Para visualizar los paisajes geomorfológicos acudir a la sección Anexo D: Cartografía, 5.1-4 Mapa de geomorfología. En el siguiente gráfico y tabla se resumen las áreas y porcentajes de cada paisaje geomorfológico en el área geográfica.

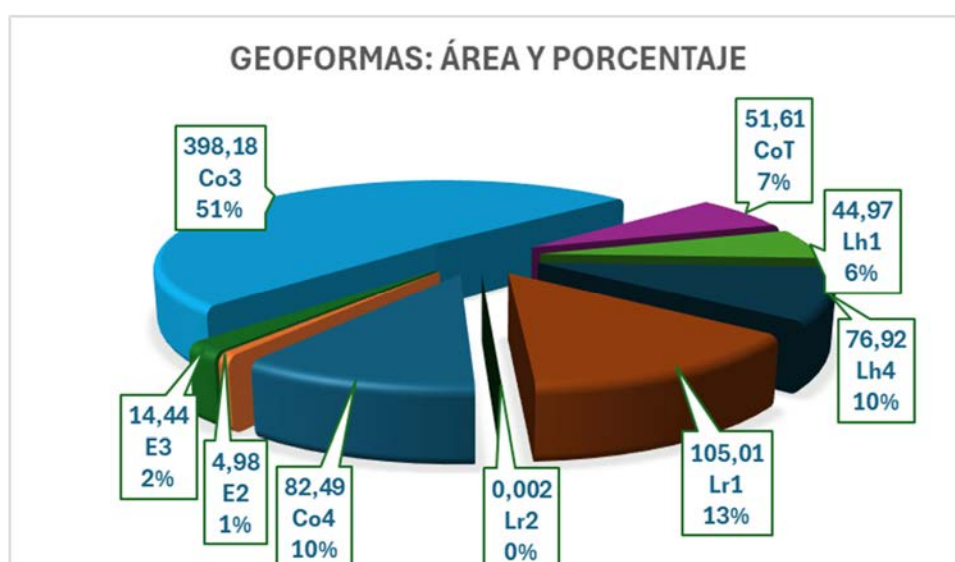


Figura 5-54 Áreas y Porcentajes de las Geoformas en el Área Geográfica

Elaborado: Entrix, julio 2025.

Tabla 5-10 Áreas y Porcentajes de las Geoformas en el Área Geográfica

Paisaje	Símbolo	Hectáreas	Porcentaje
Abrupto de cono de esparcimiento	Co4	82,49	10,59 %
Barranco	E2	4,98	0,64 %
Garganta	E3	14,44	1,85 %
Superficie de cono de esparcimiento disectado	Co3	398,18	51,14 %
Testigo de cono de esparcimiento	CoT	51,61	6,63 %
Vertiente heterogénea	Lh1	44,97	5,78 %
Vertiente heterogénea con fuerte disección	Lh4	76,92	9,88 %
Vertiente rectilínea	Lr1	105,01	13,49 %
Vertiente rectilínea con fuerte disección	Lr2	0,002	0,00 %
Total, área geográfica:		778,602	100,00 %

Elaboración: Entrix, agosto 2025.

5.1.6 Estabilidad Geomorfológica

La estabilidad es la capacidad que tienen los elementos de las estructuras de soportar las acciones sin volcar o caer. Desde el punto de vista geomorfológico, hace alusión a movimientos gravitacionales, como caídas, deslizamientos, flujos, reptaciones y otros.

5.1.6.1 Metodología

Este método es de tipo analítico. El análisis y valoración de factores, tales como: pendiente del terreno, relieve, textura de los suelos, tipo de rocas, cubierta vegetal, uso actual del suelo, tectónica, sísmica y precipitación, permiten definir que existen zonas estables o zonas afectadas por inestabilidad geomorfológica. Para la elaboración del mapa de estabilidad geomorfológica se empleó un análisis mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) donde los parámetros principales analizados fueron las geoformas y pendiente del terreno como parámetros principales, los demás parámetros fueron deducidos de los descritos en los subcapítulos de geología regional, cobertura vegetal y prospección de suelos en el levantamiento de la geotécnica particular (Anexo D. Cartografía, 5.1-5 Mapa de Estabilidad Geomorfológica).

Esta metodología es una adaptación a la empleada por Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Panamericano de Geografía e Historia Sección Nacional del Ecuador (IPGH); Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM); Atlas Infográfico de Quito: Socio dinámica del Espacio y Política Urbana, la metodología anteriormente citada tiene relación con el Manual de Deslizamientos de tierra (The Landslide Handbook-A Guide to Understanding Landslides). U.S. Geological Survey, 2008.

Por otro lado, para tener una visión clara de los riesgos físicos naturales que podrían afectar al área geográfica, al final de este subtema, en la Tabla 5-11 se realiza una interpretación de la estabilidad geomorfológica de las unidades fisiográficas y los riesgos físicos naturales.

5.1.6.2 Categorías

5.1.6.2.1 Zonas Estables (E1)

Algunos factores físico-naturales se presentan a favor del medio, por lo que los procesos morfodinámicos de superficie no se puedan desarrollar. Los procesos geomorfológicos que pueden desarrollar son: escurrimiento laminar, socavamientos y erosión lateral y deficiente drenaje en bajos topográficos.

Ocupan áreas de relieve plano a ondulado suave, de superficie de cono de esparcimiento disectado con pendiente suave, de texturas finas y medias, con una cobertura de bosque natural, influenciados por precipitaciones mayores a 3.000 mm. El mayor porcentaje de la vía de acceso y la línea de flujo en estudio se localiza en esta zona.

5.1.6.2.2 Zonas Relativamente Estables (E2; E1-E2)

Esta categoría corresponde a áreas donde la estabilidad de uno a varios factores físico-naturales es moderada, lo que crea una mediana potencialidad de rotura del equilibrio natural. Pudiendo producir socavamientos y erosión lateral; inundaciones localizadas en bajos topográficos, y movimientos en masa de pequeña magnitud.

Ocupa áreas de valle fluvial, llanura de inundación con pendiente muy suave, coluvio-aluvial antiguo con pendiente suave a media, colinas medias y altas con pendientes medias, vertientes con pendientes medias y vertiente rectilínea con pendiente suave a media; de textura arcillosa, con una cobertura de bosque natural, influenciados por precipitaciones mayores a los 3.000 mm.

En áreas de las geoformas que presentan pendientes entre muy suave a suave están asociada con la categoría E1.

5.1.6.2.3 Zonas Medianamente Inestables (E2-(E3))

Esta categoría corresponde a áreas donde la inestabilidad de varios factores físico-naturales es moderada a alta, lo que crea un riesgo potencial de rotura del equilibrio natural, por ejemplo: socavamientos y erosión lateral, hidro morfismo y movimientos en masa pequeños a medianos.

Corresponde a áreas de superficie de cuesta de pendiente fuerte, vertiente rectilínea con fuerte disección pendiente fuerte, vertiente heterogénea, testigo de cono de esparcimiento de pendiente fuerte, vertiente rectilínea, superficie de cono de esparcimiento muy disectado de pendiente fuerte, abrupto de cono de esparcimiento de pendiente media a fuerte, relieve colinado muy alto, relieve colinado alto y relieve colinado bajo de pendiente fuerte y abrupto. En esta zona se localizan: un tramo del DDV de la vía de acceso y la línea de flujo a Oglán 02, las plataformas Oglán 2 y 3 y su vía de acceso.

5.1.6.2.4 Zonas Inestables (E3)

Esta categoría corresponde a áreas donde la inestabilidad de muchos factores físico-naturales es alta, lo que crea un alto riesgo potencial de rotura del equilibrio natural, como: hidro morfismo, socavamientos y erosión lateral, derrumbes y deslizamientos medianos a grandes.

Corresponde a áreas de abrupto de cono de esparcimiento de pendiente fuerte, barranco, garganta y vertiente abrupta. Las pendientes predominantes son fuertes a muy fuertes. Un pequeño tramo del DDV de la vía de acceso y la línea de flujo a Oglán 02 cruza por esta zona de estabilidad.

En la Tabla 5-11 se relaciona la estabilidad geomorfológica y el riesgo físico:

Tabla 5-11 Estabilidad Geomorfológica y Riesgo Físico

Categoría	Paisaje Geomorfológico	Símbolo	Procesos Geomorfológicos	Riesgo Físico
Zona Estable	Terrazas Medias de pendientes medias.	E1	Escurrimiento laminar. Socavamientos y erosión lateral	Bajo
Zona Medianamente Estable	Valle fluvial, llanura de inundación con pendiente muy suave. Coluvio-aluvial antiguo con pendiente suave a media. Superficie de cono de esparcimiento muy disectado de pendiente media. Colinas medias y altas con pendientes medias. Vertiente rectilínea con pendiente suave a media.	E2; E1-E2	Socavamientos y erosión lateral. Inundaciones localizadas en bajos topográficos. Movimientos en masa pequeños.	Medio
Zona Medianamente Inestable	Superficie de cono de esparcimiento muy disectado de pendiente fuerte. Abrupto de cono de esparcimiento de pendiente media a fuerte.	E2-(E3)	Socavamientos y erosión lateral. Movimientos en masa pequeños a medianos (caída de rocas).	Medio a Alto
Zona Inestable	Causes y meandros abandonados. Abrupto de cono de esparcimiento de pendiente fuerte.	E3	Inundaciones. Hidro morfismo. Socavamientos y erosión lateral. Derrumbes y deslizamientos medianos	Alto

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Para una mejor visualización, acudir al Anexo D. Cartografía, 5.1-5 Mapa de Estabilidad Geomorfológica.

5.1.6.3 Conclusiones

- > El Proyecto se localiza dentro de zonas de estable a inestables, está entre unas zonas de estabilidad E1, E2 y E3, predominan pendientes mayores al 25 % de aceptable drenaje superficial, el sustrato rocoso es sedimentario. No se ha detectado zonas de características Muy Inestables.
- > De acuerdo con este análisis, en el área geográfica existen riesgos de inestabilidad geomorfológica potenciales, el riesgo es de carácter bajo a alto. Los movimientos en masa son con baja regularidad,

especialmente en épocas de grandes precipitaciones asociadas a la sobresaturación de suelos, a la fuerte pendiente natural muy fuertes y a áreas con intervención antrópica.

- > Un proceso muy generalizado que se observa en el sector analizado es la presencia de potentes suelos residuales de alta plasticidad, todos ellos se encuentran sobresaturados casi todo el año debido a las condiciones climáticas de la región, éstos pueden ser afectados por reptación de suelos, incluso en áreas planas, como también pueden generar fenómenos de remoción en masa de alguna importancia, como en las geoformas de abrupto de cono de esparcimiento, barranco, garganta y vertiente abrupta, de pendientes fuertes a muy fuertes.
- > Los procesos hidrodinámicos y gravitacionales son potentes y no corregibles, debido a las pendientes abruptas de algunos sectores de abrupto de cono de esparcimiento de pendiente fuerte; a las altas precipitaciones concentradas en la época lluviosa y a espesores de los suelos, por lo que se debe tomar medidas preventivas para evitar dichos fenómenos.
- > Es importante destacar que los sitios donde se proyecta cimentar las infraestructuras como la vía de acceso y la línea de flujo a plataforma Oglán 3 se localizan en una zona estable geomorfológicamente.
- > La vía de acceso de la plataforma Oglán 3 a la plataforma Oglán 2 se localiza en zonas medianamente inestables.

5.1.7 Hidrogeología

Las características hidrogeológicas regionales del área geográfica se analizaron sobre la base de la litología y grado de permeabilidad estimada, debido a porosidad intergranular y/o fracturamiento que presentan las formaciones geológicas aflorantes en el sector; estos factores determinan la posibilidad de contener acuíferos de variadas características.

5.1.7.1 Metodología

Para la elaboración del Mapa Hidrogeológico Regional del Proyecto, se empleó la metodología propuesta por la UNESCO (1995), el Mapa Geológico del sector a 1: 50 000 (Anexo B. Cartografía, 5.1-2 Mapa Geológico) y la base topográfica del área a escala 1: 50 000, teniendo como referencia el Mapa Hidrogeológico del Ecuador, SENAGUA, 2015 escala 1: 100 000. Además, se empleó el Inventario de pozos y vertientes de SENAGUA, 2015.

Para aplicar la metodología, se realiza una conceptualización general del comportamiento hidrogeológico de las unidades de roca y sedimentos, las cuales consideran los siguientes tipos:

Acuíferos: Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, aguas superficiales y marinas.

Acuitardos: Formación geológica que, conteniendo apreciables cantidades de agua, la transmiten muy lentamente, por lo que no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas; sin embargo, bajo condiciones especiales, permiten una recarga vertical de otros acuíferos que pueden llegar a ser muy importantes en ciertos casos.

Acuicludos: Formación geológica que, conteniendo agua en su interior incluso hasta la saturación, no la transmite y, por lo tanto, no es posible su explotación. Se pueden citar como ejemplos los depósitos de arcillas de cualquier origen.

Acuifugos: Aquellas formaciones geológicas que no contienen agua ni la pueden transmitir, como, por ejemplo, un macizo granítico que no esté fisurado o unas rocas metamórficas sin meteorización ni fracturación, se consideran impermeables.

Los acuíferos, de acuerdo con su condición hidráulica, se clasifican en:

Acuífero libre: son no confinados o freáticos y en los que hay una superficie libre del agua encerrada en ellos, que está en contacto directo con el aire y a presión atmosférica (Custodio, E. y Llamas, M. R., 1983. Hidrología subterránea [segunda edición]. Ediciones Omega, S. A.).

Acuífero confinado: Llamados también cautivos, confinados o a presión y en los que el agua sufre cierta presión superior a la atmosférica (Custodio, E. y Llamas, M. R., 1983. Hidrología subterránea [segunda edición]. Ediciones Omega, S. A.).

Acuífero semiconfinado: Son aquellos en los que la unidad que los encierra no es totalmente impermeable, sino un acuitardo, es decir, un material que permite la lenta filtración vertical de agua (Custodio, E. y Llamas, M. R., 1983. Hidrología subterránea [segunda edición]. Ediciones Omega, S. A.).

A partir de la información disponible y basada en la relación directa entre la litología, la permeabilidad estimada y el comportamiento hidrogeológico de una unidad, luego se caracteriza la hidrogeología de las rocas presentes en el área geográfica del proyecto.

El análisis hidrogeológico provee una descripción de las unidades litológicas que existen en la zona de estudio y determinar las características básicas de los acuíferos potenciales que podría haber en la zona. En la descripción se presentan datos sobre parámetros que facilitan la clasificación de las unidades litológicas de acuerdo con su capacidad y utilidad.

5.1.7.2 Categorías

Las características hidrogeológicas se analizaron sobre la base de la litología y grado de permeabilidad estimada debido a porosidad intergranular y/o fracturamiento que presentan las formaciones geológicas aflorantes en el sector; estos factores determinan la posibilidad de contener acuíferos de variadas características. El Mapa Hidrogeológico (Anexo D Mapa 5.1-6 Mapa Hidrogeológico) muestra la hidrogeología del área geográfica; así, en la siguiente tabla, se resumen las características hidrogeológicas de las unidades aflorantes:

Tabla 5-12 Unidades Litológicas por Permeabilidad Intergranular

Unidad Litológica	Permeabilidad Estimada	Tipo de Permeabilidad	Tipos de Acuíferos	Vulnerabilidad Estimada
Depósitos Aluviales	Alta A	Intergranular	Rocas clásticas no consolidadas que conforman terrazas y depósitos aluviales, contienen acuíferos superficiales, extensión limitada y buen rendimiento. Los niveles piezométricos poco profundos, inferiores a 5 metros son recargados por los cursos de los ríos.	Alta
Depósitos Coluviales Formación Mera	Media M	Intergranular	Sedimentos clásticos ligeramente consolidados contienen acuíferos locales o discontinuos de extensión limitada y difícil explotación. Las aguas subterráneas generadas alimentan los cursos de agua superficiales. Niveles piezométricos > 5 m.	Baja
Formación Chambira	Baja M - B	Intergranular	Sedimentos clásticos consolidados, constituidos por areniscas, generan acuíferos locales y discontinuos, de bajo rendimiento y difícil explotación. Niveles piezométricos > a 10 m.	Baja
Formación Arajuno				

Fuente: SENAGUA. Mapa Hidrogeológico del Ecuador escala 1:250000. 2018
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

5.1.7.3 Unidades Litológicas por Porosidad Intergranular

5.1.7.3.1 Unidades Litológicas de Alta Permeabilidad A

Las unidades de alta permeabilidad son rocas clásticas no consolidadas, de edad holocénica; son las terrazas y depósitos aluviales de los ríos Oglán, Curaray y Tiuishcachi.

Los acuíferos aquí son localizados y superficiales, de extensión limitada y de aceptable rendimiento. Los niveles piezométricos generalmente son superficiales, menores de 5 m de profundidad. Normalmente, el flujo de los ríos recarga a los acuíferos. El agua subterránea de estos acuíferos puede aprovecharse mediante captaciones de pozos someros de gran diámetro. Parte del trazado de la línea de flujo está en esta unidad litológica.

5.1.7.3.2 Unidades Litológicas de Permeabilidad Media: M

Corresponde la formación Mera como a depósitos coluviales, compuestos principalmente de clastos volcánicos y, en menor proporción, metamórficos, soportados por una matriz arcillo-arenosa de afinidad volcánica, que permiten asignarle cualitativamente una permeabilidad media, donde se puede localizar acuíferos discontinuos y de bajo rendimiento. Los niveles piezométricos son mayores a 5 m de profundidad. En el sondeo (para los estudios geotécnicos) P-17 (UTM: 9848497- 198829) se determinó el nivel freático a 12,00 de profundidad.

Su recarga proviene de la infiltración local y regional. La vía de acceso a la plataforma Oglán, y la mayor parte de la línea de flujo se localizan en esta unidad litológica. Esta unidad hidrogeológica cubre el mayor porcentaje del área geográfica estudiada.

De acuerdo con el Inventario de Pozos y Vertientes de SENAGUA, 2018 en esta unidad hidrogeológica no se detectó ningún pozos someros o vertientes en un área de 5 km de su área geográfica del proyecto.

5.1.7.3.3 Unidades Litológicas de Permeabilidad Media a Baja: M - B

Corresponde a los sedimentos de la formación Arajuno y Chambira. Su conformación es principalmente de lutitas verdosas y amarillenta - rojizas, interestratificadas con areniscas arcillosas y algunos horizontes de conglomerados en matriz arenosa, que permiten asignarle cualitativamente una permeabilidad media a baja, donde se puede localizar acuíferos discontinuos y de bajo rendimiento; los niveles piezométricos son mayores a los 5 metros de profundidad; su recarga proviene de la infiltración local y regional. Esta unidad litológica ocupa el mayor porcentaje del área geográfica estudiada.

5.1.7.4 Vulnerabilidad de los Acuíferos

La información que existe del componente hidrogeológico en el sector es un tanto limitada, solo se tiene el Mapa Hidrogeológico, que es de lito permeabilidad estimada. Revisado el Inventario de Pozos y Vertientes de la SENAGUA, 2018, no hay información técnica de detalle del sector del área estudiada, por lo que no se aplican los métodos existentes en la literatura relacionada, como modelos de simulación, métodos estadísticos y métodos de superposición de índices.

Para evaluar la vulnerabilidad de las diferentes unidades hidrogeológicas identificadas en el área geográfica, se realiza el análisis basado en la indexación de los índices GOD, una adaptación de las metodologías propuestas por el Banco Mundial en la Guía Técnica-Propuestas Metodológicas para la Protección del Agua Subterránea, 2003, para lo que propone una definición práctica de clases de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos. La metodología considera la evaluación de un valor asociado a las propiedades intrínsecas del acuífero y de la zona no saturada. El método determina la vulnerabilidad intrínseca, por lo que no toma en cuenta el tipo de contaminante.

Como se señaló en la metodología del componente hidrogeológico, se caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los siguientes parámetros (generalmente disponibles o fácilmente determinables):

G = Grado de confinamiento hidráulico del acuífero considerando. Índice por condición de confinamiento del acuífero u ocurrencia del agua subterránea (Groundwater occurrence).

O = Ocurrencia del sustrato suprayacente (zona no saturada o capas confinantes), en términos de características litológicas y grado de consolidación, que determinan su capacidad de atenuación de contaminantes. (Overall aquifer class).

D = Distancia al agua determinada como: la profundidad al nivel del agua en acuíferos no confinados o la profundidad al techo de acuíferos confinados (Depth).

Estos tres parámetros se multiplican para obtener una valoración de la vulnerabilidad de 0 (despreciable) a 1 (extrema): **GOD = G O D ≈ 0-1**

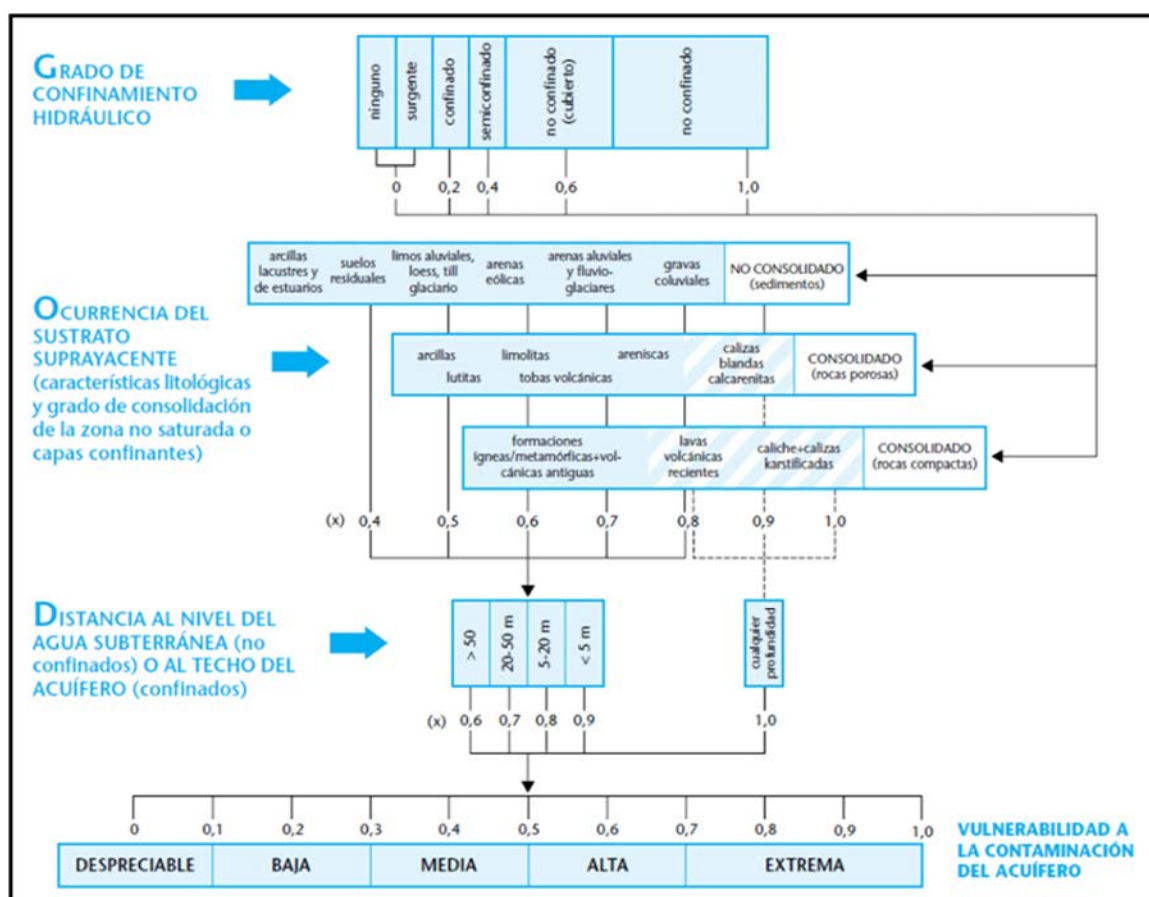


Figura 5-55 Valoración GOD para Vulnerabilidad de Acuíferos

Fuente: Foster, 1998

La vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación se define por la facilidad con la cual ingresan las sustancias contaminantes al acuífero mediante infiltración a través del suelo y la zona no saturada (ZNS). En la Tabla 5-13 se resumen los niveles de vulnerabilidad.

Tabla 5-13 Unidades Litológicas por Permeabilidad Intergranular y por Fracturamiento

Clase de Vulnerabilidad	Definición Correspondiente
Extrema	Vulnerable a la mayoría de los contaminantes, con impacto rápido en muchos escenarios de contaminación.

Clase de Vulnerabilidad	Definición Correspondiente
Alta	Vulnerable a muchos contaminantes (excepto a los que son fuertemente absorbidos o fácilmente transformados) en muchos escenarios de contaminación.
Moderada	Vulnerable a algunos contaminantes, solo cuando son continuamente descargados o lixiviados.
Baja	Solo vulnerable a contaminantes conservativos cuando se descargan en forma amplia y continua por largos periodos.
Despreciable	Presencia de capas confinantes en las que el flujo vertical (percolación) es insignificante.

Fuente: Banco Mundial en la Guía Técnica-Propuestas Metodológicas para la Protección del Agua Subterránea, 2003

Tabla 5-14 Análisis de la Vulnerabilidad de Acuíferos a la Contaminación

Unidad Hidrogeológica	Unidad Geológica	Características Hidrogeológicas	Vulnerabilidad				Categoría de Vulnerabilidad
			GG	O	D	GOD	
A	Depósitos y Terrazas Aluviales (QA, QT)	Superficiales, locales, muy discontinuos, de pequeña potencia, de alto rendimiento. Porosidad intergranular alta a media. Niveles piezométricos < 5 m. Sobrepuestos por suelos residuales-aluviales de escasa potencia. Se lo puede conceptualizar como un acuífero libre.	1,0	0,7	0,9	0,63	ALTA
M	Depósitos Coluviales (QC) Formación Mera (PLQM)	Discontinuos, de bajo rendimiento, de pequeña potencia, de alto rendimiento. Porosidad intergranular media. Niveles piezométricos > 5 m. Sobrepuestos por suelos residuales potentes. Se lo puede conceptualizar como un acuitardo.	0,6	0,4	0,9	0,22	BAJA
M - B	Formación Chambira (Mplch)	Muy discontinuos, de muy bajo rendimiento. De difícil explotación geológicamente, esta unidad se comporta como un acuitardo, los niveles piezométricos se localizan a profundidades > de 10 m.	0,4	0,4	0,8	0,13	BAJA

5.1.7.5 Conclusiones

Los acuíferos de los depósitos y terrazas aluviales de los ríos Oglán, Curaray y Tiuishcachi, a pesar de que son de poca extensión y potencia, pueden sufrir alteración en su calidad fisicoquímica por actividades antrópicas por tratarse de acuíferos superficiales (profundidad menor a 5 m), de alta permeabilidad, recargados por los ríos del sector, los cuales pueden transportar contaminantes hacia los acuíferos. Por esta razón el grado de vulnerabilidad en esta unidad litológica es **Alta**.

La formación Mera, es de características permeables media, forman acuíferos de poca extensión, los niveles piezométricos son superficiales, su recarga es regional y local, por lo cual su vulnerabilidad es **Baja**. En los pozos someros para las investigaciones geotécnicas sólo el P-17 reportó nivel freático inventariados a 12,00 metros, esta unidad se comporta como un acuitardo.

Los acuíferos de las formaciones Arajuno y Chambira son locales y tienen un escurrimiento subterráneo intergranular. Los posibles acuíferos de esta formación geológica son muy locales y discontinuos, esta unidad se comporta como un acuitardo; descargan mediante vertientes en los cañones de los drenajes. Se consideró por ello una vulnerabilidad **Baja**.

Es importante que se proyecte a futuro, una vez que se construyan las facilidades, una red de piezómetros alrededor de la plataforma Oglán 03 (Anexos D: Cartografía, 5-1-6 Mapa de Hidrogeología).

5.1.8 Geotecnia

La evaluación geotécnica de los terrenos que conforman las distintas facilidades del Campo Oglán fue realizada en base a la interacción que existe entre los parámetros de geología, geomorfología, suelos, hidrogeología y los trabajos antrópicos realizados por la intervención de los terrenos colonizados y aquellas afectaciones que se realizarán a futuro como consecuencia de la implementación del proyecto.

5.1.8.1 Geotecnia Regional

5.1.8.1.1 Metodología

Para el desarrollo del tema de geotecnia se procedió primeramente a realizar un análisis geotécnico regional de toda el área geográfica del Campo Oglán, de acuerdo con la metodología que este acápite describe.

5.1.8.1.2 Parámetros Geotécnicos Analizados para Zonificación

Con la finalidad de establecer zonas y tramos geotécnicamente homogéneos y suministrar en cada uno de ellos la información básica preliminar para la proyección y construcción de obras civiles, se analizaron los rasgos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y geotécnicos, estimando los factores problemáticos de cada uno de estos aspectos para de esta manera cartografiar mapas geotécnicos regionales, que es una adaptación de la metodología de la Commission on Geological Maps of the International Association of Engineering Geology (1976), para elaborar el Mapa Geotécnico Regional, sobre la base de los parámetros que en los párrafos siguientes se detallan.

Se valoró cada parámetro para enmarcar a cada zona geotécnica dentro de un rango de calidad valorado en 20 puntos, para lo que se distribuyó dicho puntaje entre los aspectos analizados. Luego se resumió la valoración de cada parámetro analizado en las Fichas Geotécnicas para la zonificación geotécnica.

- > Litología: Clasificación de materiales pétreos y suelos, su consistencia y/o capacidad y estructura. Valoración total 4:
- > Clasificación de materiales pétreos y suelos. Es una valoración de 0 a 2 de los suelos en función de su clasificación de acuerdo con la clasificación SUCS.
- > Compacidad y consistencia: Es una valoración de 0 a 1 de los suelos, desde sueltos (0), semisueltos (0,5) a compactos (1).
- > Estructura: Es una valoración de 1 a 0 de los suelos en función de: masivos (1), medianamente fracturados a estratificados (0,5) y fracturados y estratificados (0).
- > Geomorfología: Valoración de las formas del relieve y sus características. Valoración total 5.
- > Morfología: Valoración de 1 a 0 de la forma del relieve, desde explanada (1), colina y ladera (0,5) a montaña (0).
- > Pendiente: Valoración de 1 a 0 de la pendiente del terreno, desde suave (1), moderado y abrupto (0,5) a muy abrupto (0).

- > Meteorización: Valoración de 1 a 0 del grado de la meteorización del macizo rocoso, desde moderado (1), fuerte (0,5) a muy fuerte (0).
- > Erosión: Valoración de 1 a 0 del grado de la erosión del macizo rocoso, desde inicial (1), moderado (0,5) a antiguo (0).
- > Drenaje: Valoración de 1 a 0 de la escorrentía superficial, desde alta (1), media (0,5) a baja (0).
- > Hidrogeología: Valoración de las características hidrogeológicas principales. Valoración total de 3.
- > Humedad: Valoración de 1 a 0 de la saturación de la unidad litológica, desde seca (1), húmeda (0,5) a saturada (0).
- > Escorrentía: Valoración de 1 a 0 de la escorrentía subterránea, desde alta (1), media (0,5) a baja (0).
- > Permeabilidad: Valoración de 1 a 0 de la permeabilidad estimada de la unidad litológica, desde permeable (1), semipermeable (0,5) a impermeable (0).
- > Geotecnia: Valoración de las características geotécnicas del macizo rocoso principales: Valoración total 8.
- > Capacidad portante: Valoración de 2 a 0 de la capacidad portante, desde alta (2), media (1) a baja (0).
- > Estabilidad de taludes: Valoración de 2 a 0 de la estabilidad de los taludes del tramo o sector analizado, desde estable (2), medianamente estable (1) a inestable (0).
- > Escarificación: Permite evaluar, en forma inicial, los volúmenes de excavación, valoración de 2 a 0, desde suelos (2), suelos duros y roca suave (1) a roca (0).
- > Fuentes de materiales: Permite evaluar en forma inicial los usos que se pueden asignar a los materiales pétreos o suelos, valoración de 2 a 0, desde base y subbase (2) a ninguna (0).
- > Clasificación geotécnica: Con la sumatoria de la valoración de cada parámetro analizado se llega a la clasificación geotécnica del tramo o área analizada.

Tabla 5-15 Calidad Geotécnica y Valoración

Zona Geotécnica (Símbolo*)	Valoración	Zonificación Geotécnica
I	20 a 16	Excelente o muy favorable
II	16 a 12	Buena o favorable
II	12 a 8	Regular o aceptable
IV	8 a 4	Mala o problemática
V	4 a 0	Muy mala o pésima
* Los subíndices que se agregan al símbolo se refieren a la morfología y a la pendiente.		

Fuente y elaboración: Entrix, septiembre 2024

5.1.8.1.3 Categorías

Según los resultados, se elabora el Mapa Geotécnico (Anexo D.- Cartografía, Mapa 5.1-7 Mapa Geotécnico) y la identificación de las zonas geotécnicas existentes y sus características.

Se realizó la diferenciación geotécnica del área de influencia directa e indirecta del área en estudio, dividiéndola en zonas. En la Tabla 5-16 se resume este análisis:

Tabla 5-16 Descripción de las Zonas Geotécnicas

Formación	Calidad Geotécnica		Morfología	Pendiente	Zona Geotécnica
Terrazas aluviales	II	Buena	Explanada	Suave	II – E.s Explanas de pendientes suaves, estables, niveles freáticos altos, deficiente drenaje. Depósitos y terrazas aluviales, medianamente consolidados, suelos MH.
Formación Mera Formación Arajuno	II	Buena	Ladera	Abrupta	II – L.a* Laderas de pendientes de abrupta, sobre rocas sedimentarias y depósitos coluviales fácilmente ripables, buen drenaje, de modera estabilidad. Suelos MH
Depósitos coluviales Formación Mera Formación Chambira Formación Arajuno	II**	Buena	Ladera	Moderada	II – L.m* Laderas de pendientes de moderada, sobre rocas sedimentarias fácilmente ripables, buen drenaje, de modera estabilidad. Niveles piezométricos mayores a los 15 metros. Suelos residuales: MH y MH de baja a media plasticidad
Formación Arajuno	II	Buena	Colina	Moderada	II – C.m Colinas medias a bajas, sobre rocas sedimentarias, de pendiente moderada (5-25 %). Aceptable estabilidad y drenaje. Potentes suelos residuales de alta plasticidad MH.
Depósitos coluviales Formación Mera	III	Regular	Ladera	Abrupta	III – L.a* Laderas de pendiente abruptas (15-25 %), sobre rocas sedimentarias. Aceptable estabilidad. Drenaje aceptable, niveles freáticos poco superficiales. Potentes suelos residuales de alta plasticidad MH.
Formación Mera Formación Arajuno	III**	Regular	Ladera	Muy abrupta	III – L.ma* Laderas de pendientes muy abruptas (>25%), sobre rocas sedimentarias, de muy baja estabilidad. Niveles piezométricos mayores a los 15 metros. Suelos residuales: ML, MH y SM, de baja a media plasticidad
Formación Arajuno					III - C.ma Colinas altas, de pendientes muy abruptas, sobre rocas sedimentarias, de muy baja estabilidad. Suelos MH

*El símbolo de la Zonificación Geotécnica está representada por: el número romano la clasificación geotécnica, la letra mayúscula por la morfología y la minúscula la pendiente. ** Zonas geotécnicas en las que cimentarán las facilidades hacer licenciadas.
Elaboración: Entrix, junio 2024.

5.1.8.2 Geotecnia Particular

5.1.8.2.1 Metodología

En vista de que la presente investigación tiene como objeto caracterizar geotécnicamente las áreas del Campo Oglán, su vía de acceso así como la construcción de línea de flujo y sus accesos dentro del Estudio de Impacto Ambiental, el análisis geotécnico se lo realizó a partir de investigaciones geotécnicas y geofísicas de campo y laboratorio, efectuadas por Pluspetrol en mayo del 2024, que sirvieron para generar modelos que permitan recomendar la geometría de los taludes del DDV de la Línea de Flujo y la vía de acceso que comunica a la plataforma Oglán 3.

5.1.8.2.2 Trabajos de campo

Los trabajos de campo consistieron en exploraciones directas: perforaciones manuales y calicatas, e indirectas: geofísica sísmica.

Se realizaron un total de 13 perforaciones manuales de entre 1,45 m y 20,45 m de profundidad, con ensayos SPT cada metro y extracción de muestras alteradas e inalteradas, donde los materiales lo permitieron, para la ejecución de ensayos de laboratorio. Adicionalmente, se realizaron 9 calicatas de hasta 3,00 m de profundidad, en cada una de ellas se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, donde los materiales lo permitieron.

Adicionalmente, se ejecutaron 8 líneas de geofísica a lo largo del trazado de las vías. En cada una de ellas se realizaron ensayos de refracción sísmica y MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

La ubicación y distribución de los trabajos en campo ejecutados se encuentra en el Anexo D Mapa 5.1-7 Mapa Geotécnico, del presente informe.

En las siguientes tablas se incluye la información de las investigaciones realizadas.

Tabla 5-17 Resumen de líneas geofísicas

ID	Ensayo realizado	Inicio. (UTM Zona 18S)		Fin. (UTM Zona 18S)		Longitud metros
		Norte	Este	Norte	Este	
LS-06	Refracción/MASW	9850798	201166	9850745	201057	120
LS-07	Refracción/MASW	9850677	201012	9850591	200939	120
LS-08	Refracción/MASW	9850520	200445	9850477	200334	120
LS-09	Refracción/MASW	9850296	200162	9850231	200061	120
LS-10	Refracción/MASW	9849327	199506	9849369	199393	120
LS-11	Refracción/MASW	9848629	199011	9848613	198892	120
LS-12	Refracción/MASW	9848566	198865	9848478	198786	120
LS-13	Refracción/MASW	9848410	198766	9848485	198676	120

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

En las líneas de geofísica se realizaron tanto ensayos de sísmica de refracción, como MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Con los ensayos MASW se obtuvieron perfiles 1D y 2D de velocidades de onda de corte (Vs), a partir de los cuales se obtiene el módulo dinámico de corte (G_{din}). Con la tomografía sísmica de refracción se obtuvieron los perfiles 2D de velocidades de onda de compresión (Vp), a partir de los cuales se definió el contacto entre los diferentes estratos del terreno.

Tabla 5-18 Resumen de sondeos manuales

SONDEOS GEOTÉCNICOS							
ID	Descripción	Fecha ejecución	Norte (m)	Este (m)	Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Prof. N.F. (m)
P-06A	Perforación manual	17/2/2024	9851246	201777	991,06	2,10	-
P-06B	Perforación manual	17/2/2024	9851250	201780	991,58	1,36	-
P-07	Perforación manual	16/2/2024	9850756	201120	1037,66	17,03	-
P-08	Perforación manual	15/2/2024	9850716	201068	1050,71	20,13	-
P-09	Perforación manual	14/2/2024	9850635,1	201101,8	983,79	20,45	-
P-10	Perforación manual	14/2/2024	9850656	201005	1071,37	15,45	-
P-11	Perforación manual	13/2/2024	9850478	200935	1074,99	15,45	-
P-12	Perforación manual	12/2/2024	9850485	200813	1072,68	15,45	-
P-13	Perforación manual	20/2/2024	9850222	200066	1068,97	15,45	-
P-14	Perforación manual	20/2/2024	9849982	199888	1080,38	15,45	-
P-15	Perforación manual	21/2/2024	9849305	199337	1084,59	15,45	-
P-16	Perforación manual	22/2/2024	9848850	199108	1087,17	15,45	-
P-17	Perforación manual	22/2/2024	9848497	198829	1090,76	15,45	12,00

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

En los sondeos manuales, se recuperaron muestras alteradas en cada metro, usando un muestreador tipo cuchara partida, y se registraron los valores del "N" del SPT, donde las condiciones del suelo lo permitieron. Del mismo modo, se extrajeron muestras inalteradas tipo Shelby, donde el material lo permitió.

Tabla 5-19 Resumen de calicatas

SONDEOS GEOTÉCNICOS							
ID	Descripción	Fecha ejecución	Norte (m)	Este (m)	Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Prof. N.F. (m)
C-5	Calicata	13/11/2023	9850932	201366	1009,08	1,2	-
C-6	Calicata	14/11/2023	9850707	201003	1057,23	1,1	-
C-7	Calicata	14/11/2023	9850559	200934	1066,92	1,2	-
C-8	Calicata	14/11/2023	9850507	202389	1055,89	1,2	-
C-9	Calicata	15/11/2023	9849356	199456	1081,81	1,4	-

SONDEOS GEOTÉCNICOS							
ID	Descripción	Fecha ejecución	Norte (m)	Este (m)	Elevación (msnm)	Profundidad (m)	Prof. N.F. (m)
C-10	Calicata	15/11/2023	9848638	198940	1090,49	1,3	-
C-12	Calicata	12/2/2024	9851205	201690	978,64	3,00	-
C-13	Calicata	13/2/2024	9850531	200470	1044,31	3,00	-
C-14	Calicata	20/2/2024	9849777	199796	1079,51	3,00	-
MS6-VIA*	Calicata	29/6/2024	9851210	202644	915,00	1,5	-
MS9-O3*	Calicata	1/7/2024	9851328	201919	1058,00	1,50	-
MS22-VIA*	Calicata	26/6/2024	9848875	199155	1125,00	1,50	-
* Calicata para EIA, Entrix 2024							

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

De las calicatas se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas de la base de la excavación, que sirvieron para la realización de ensayos de clasificación SUCS, densidades naturales, cortes directos, triaxiales UU, consolidaciones, compactaciones y soporte de California (CBR).

5.1.8.2.3 Ensayos de laboratorio

Tabla 5-20 Resumen de ensayos de laboratorio

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024

Características físicas de los suelos

Las muestras ensayadas para contenido de humedad presentan valores de entre 15% y 88%, con un promedio de 55%. En su mayoría, presentan humedad medio a alto entre el 50% y el 70%. En pocas ocasiones, la humedad tiende a disminuir levemente con la profundidad.

Las muestras identificadas con contenidos de humedad bajos se encuentran a profundidades de 1.00 m, 2.00 m y 3.00 m en la calicata C-12 y en las perforaciones P-6A y P-6B.

Plasticidad y límites de Atterberg

Todas las muestras ensayadas son plásticas, salvo la muestra P-6B (NP) obteniéndose valores del Índice de Plasticidad (IP) de entre 3% y 61%, con un promedio general de 16%. Las muestras más superficiales tienden a tener mayor plasticidad conforme se profundiza, el IP se considera bajo con valores entre 5% y 15%.

Los valores del límite líquido y del índice de plasticidad se han incluido en la carta de plasticidad de Casagrande, donde todas las muestras presentan plasticidad, y se pueden clasificar como limos arenosos de alta compresibilidad (MH), de baja compresibilidad (ML), algunas muestras como arenas limosas (SM) e incluso gravas limosas (GM).

Clasificación SUCS

De los suelos ensayados a lo largo del trayecto de la vía de acceso del proyecto, se ha identificado la mayoría o casi todos (91%) como limos arenosos de alta compresibilidad (MH), un (7%) como arenas limosas (SM), complementado por un (2%) de limos arenosos de baja plasticidad (ML).

En la siguiente figura se observa la distribución de los tipos de suelos identificados tras los ensayos de laboratorio.

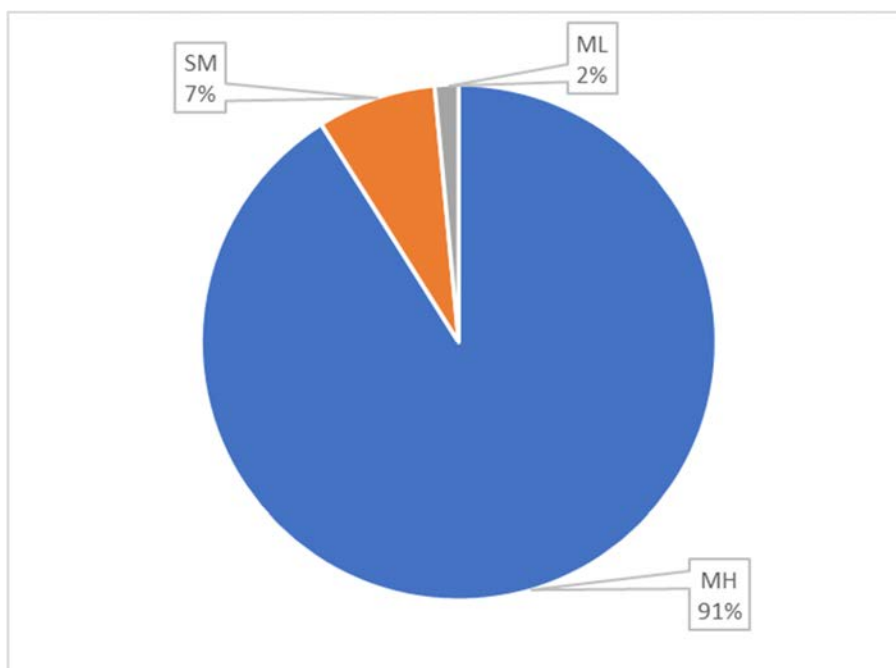


Figura 5-56 Distribución tipos de suelos SUCS

En la siguiente tabla, se muestran los resultados detallados de los ensayos de clasificación SUCS realizados.

Tabla 5-21 Resultados ensayos de clasificación SUCS

CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D2487									
ID	PROF. MUESTRA (m)	Wnat (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			SUC S
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Grava	% Arena	% Finos	
P-6A	1,00	15,00	26,00	24,00	3,00	37,00	35,00	29,00	SM
P-6B	1,00	21,40	NP	NP	NP	45,00	34,00	20,00	SM
P-07	3,00	58,20	62,00	55,00	7,00	4,00	8,00	88,00	MH
P-07	6,00	58,60	66,00	56,00	11,00	0,00	4,00	96,00	MH
P-07	10,00	59,80	67,00	55,00	12,00	0,00	8,00	92,00	MH
P-07	12,00	55,30	64,00	54,00	10,00	0,00	7,00	93,00	MH
P-07	14,00	54,90	57,00	46,00	11,00	1,00	25,00	73,00	MH
P-07	16,00	38,00	35,00	31,00	5,00	23,00	31,00	46,00	SM
P-08	2,00	56,00	64,00	51,00	12,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-08	6,00	52,80	61,00	49,00	12,00	0,00	8,00	92,00	MH
P-08	10,00	44,70	48,00	42,00	6,00	5,00	27,00	68,00	ML
P-08	14,00	42,80	61,00	51,00	10,00	0,00	9,00	91,00	MH
P-08	19,00	35,20	49,00	44,00	5,00	36,00	31,00	33,00	SM
P-09	2,00	53,30	72,00	53,00	19,00	0,00	2,00	98,00	MH
P-09	7,00	62,10	70,00	56,00	14,00	0,00	4,00	96,00	MH
P-09	9,00	60,20	69,00	54,00	15,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-09	15,00	56,40	65,00	53,00	12,00	0,00	3,00	97,00	MH
P-09	20,00	54,20	54,00	48,00	6,00	0,00	18,00	82,00	MH
P-10	2,00	54,10	64,00	51,00	14,00	0,00	6,00	94,00	MH
P-10	6,00	58,60	64,00	52,00	13,00	0,00	8,00	92,00	MH
P-10	9,00	62,10	69,00	55,00	14,00	0,00	4,00	96,00	MH
P-10	12,00	56,60	72,00	55,00	17,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-11	3,00	51,00	75,00	57,00	18,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-11	6,00	58,00	66,00	53,00	13,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-11	9,00	57,90	66,00	53,00	13,00	0,00	10,00	90,00	MH
P-11	11,00	57,70	71,00	55,00	16,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-11	15,00	55,80	67,00	53,00	14,00	0,00	4,00	96,00	MH
P-12	3,00	54,50	61,00	51,00	10,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-12	5,00	56,10	61,00	51,00	10,00	0,00	9,00	91,00	MH
P-12	8,00	56,80	62,00	51,00	11,00	0,00	4,00	96,00	MH
P-12	11,00	55,50	63,00	50,00	13,00	0,00	12,00	88,00	MH
P-12	15,00	53,70	64,00	50,00	15,00	0,00	9,00	91,00	MH
P-13	2,00	55,70	63,00	51,00	13,00	0,00	9,00	91,00	MH

CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D2487									
ID	PROF. MUESTRA (m)	Wnat (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			SUC S
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Grava	% Arena	% Finos	
P-13	4,00	51,10	67,00	56,00	11,00	12,00	11,00	77,00	MH
P-13	5,00	51,50	55,00	46,00	9,00	6,00	10,00	84,00	MH
P-13	7,00	40,80	50,00	45,00	5,00	27,00	15,00	58,00	MH
P-13	9,00	56,30	63,00	53,00	10,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-13	14,00	57,40	57,00	49,00	8,00	0,00	12,00	88,00	MH
P-14	2,00	56,80	84,00	56,00	29,00	11,00	6,00	83,00	MH
P-14	5,00	56,40	83,00	62,00	21,00	0,00	2,00	98,00	MH
P-14	9,00	58,10	62,00	50,00	12,00	0,00	5,00	95,00	MH
P-14	13,00	59,00	62,00	49,00	13,00	0,00	2,00	98,00	MH
P-15	2,00	58,60	75,00	54,00	21,00	0,00	2,00	98,00	MH
P-15	6,00	60,80	74,00	58,00	16,00	0,00	4,00	96,00	MH
P-15	11,00	60,50	74,00	69,00	5,00	0,00	10,00	90,00	MH
P-15	15,00	55,90	55,00	50,00	5,00	0,00	12,00	88,00	MH
P-16	2,00	65,40	77,00	58,00	19,00	0,00	6,00	94,00	MH
P-16	4,00	62,70	74,00	63,00	11,00	0,00	7,00	93,00	MH
P-16	5,00	72,10	77,00	57,00	20,00	0,00	1,00	99,00	MH
P-16	8,00	57,80	75,00	58,00	18,00	0,00	15,00	85,00	MH
P-16	15,00	47,00	59,00	52,00	8,00	0,00	17,00	83,00	MH
P-17	1,00	87,60	107,00	61,00	46,00	0,00	3,00	97,00	MH
P-17	2,00	76,70	97,00	52,00	45,00	16,00	5,00	80,00	MH
P-17	4,00	51,10	56,00	46,00	9,00	0,00	12,00	88,00	MH
P-17	7,00	44,80	61,00	51,00	10,00	0,00	12,00	88,00	MH
P-17	8,00	45,00	59,00	53,00	6,00	0,00	21,00	79,00	MH
P-17	11,00	55,40	58,00	51,00	8,00	0,00	16,00	84,00	MH
P-17	14,00	82,60	97,00	61,00	36,00	0,00	6,00	94,00	MH
C-5	1,20	49,40	61,00	44,00	17,00	3,00	17,00	62,00	MH
C-6	1,10	74,70	124,00	63,00	61,00	0,00	2,00	95,00	MH
C-7	1,20	71,50	106,00	58,00	48,00	0,00	2,00	98,00	MH
C-8	1,20	67,90	106,00	59,00	47,00	0,00	2,00	98,00	MH
C-9	1,40	56,40	83,00	42,00	31,00	0,00	6,00	94,00	MH
C-10	1,30	73,10	103,00	59,00	54,00	0,00	2,00	98,00	MH
C-12	3,00	17,40	39,00	33,00	5,00	12,00	37,00	40,00	SM
C-13	3,00	42,90	67,00	52,00	15,00	0,00	6,00	82,00	MH
C-14	3,00	56,00	81,00	54,00	28,00	0,00	4,00	96,00	MH

CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D2487									
ID	PROF. MUESTRA (m)	Wnat (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			SUCS
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Grava	% Arena	% Finos	
MS6-VIA*	1,00	62,75	39,9	26,38	13,52	0,00	0,13	91,12	ML
MS9-O3*	1,00	62,75	57,6	46,88	10,72	0,00	15,60	62,00	MH
MS22-VIA*	1,00	73,54	0,5	51,69	28,81	0,00	1,04	93,74	MH
* Calicata para EIA, Entrix 2024									

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Densidad natural

Las densidades naturales obtenidas en laboratorio muestran un mínimo de 14.4 kN/m3 y un máximo de 17.1 kN/m3. En promedio, los suelos ensayados tienen una densidad de 16 kN/m3. Hay que considerar que, a mayor profundidad, los suelos estarán más compactos o consolidados, por lo que este ligero incremento con la profundidad deberá verse reflejado en el parámetro de densidad para los modelos geotécnicos.

Tabla 5-22 Resultados ensayos densidad natural

DENSIDAD NATURAL				
ID	PROF. MUESTRA (m)	Wnat (%)	Densidad natural (kN/m³)	Densidad seca (kN/m³)
C-6	1,30	69,20	15,22	9,00
C-7	1,20	68,87	15,21	9,01
C-8	1,10	71,89	14,40	8,38
C-13	3,00	61,09	15,10	9,37
C-14	3,00	61,00	15,82	9,83
P-8	2,50	52,93	16,52	10,80
P-9	10,50	55,83	16,26	10,44
P-10	5,50	47,99	16,71	11,29
P-11	5,50	57,70	16,57	10,51
P-12	3,50	50,74	16,94	11,24
P-13	3,50	56,39	16,26	10,39
P-14	3,50	62,60	16,33	10,05
P-15	5,50	70,45	15,65	9,18
P-16	4,50	60,67	15,87	9,88
P-16	5,00	62,02	16,60	10,24
P-17	7,00	53,45	17,07	11,12

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Composición granulométrica

De las muestras ensayadas, tenemos un valor promedio de 88 % de material que pasa el tamiz #200, es decir, fino, 9 % de arenas y el restante 3 % se identifica como gravas. Hay materiales con contenidos de arena entre el 20% y 30% catalogados como SM (5 % del total de las muestras ensayadas) y una muestra considerada ML (1 % del total de las muestras ensayadas) por su plasticidad. Existen muestras con contenidos de grava significativos de entre el 3 y 36%, sin embargo, las que contienen más del 20% son muy puntuales.

Nivel freático

De las investigaciones realizadas en campo, se pudo identificar la presencia de nivel freático únicamente en el sondeo P-17 a una profundidad de 12.00 m, medida al finalizar el sondeo.

Características mecánicas

N del SPT

Se han obtenido valores del número de golpes del ensayo SPT, que tienden a incrementar a medida que aumenta la profundidad, desde 2 golpes hasta obtener el rechazo (R) a profundidades tanto superficiales como más 'profundas', obteniéndose un promedio de NSPT de 12. Perforaciones como la P-14 no llegan al rechazo y el incremento del número de golpes es menor hasta la profundidad alcanzada.

Se ha calculado el valor corregido del N del SPT, ajustado al 60% de energía. Esta corrección se ha realizado con base en la siguiente expresión recomendada por Bowles (1996), la cual considera factores de corrección por presión de sobrecarga, pérdida de energía, longitud de la tubería, tipo de material y diámetro de la perforación.

$$N_{60} = C_N \times NSPT \times \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4$$

Donde,

N'_{60} = N corregido

C_N = Factor de corrección por presión efectiva de sobrecarga (Liao Whitman 1986)

η_i = Factores de ajuste según tipo de martillo, profundidad, tipo de material y Ø de perforación

σ'_o = Esfuerzo vertical efectivo (C_N no mayor a 2)

Cohesión no drenada (SPT y Triaxial UU)

Con base en el ensayo SPT, y utilizando la correlación propuesta por Stroud & Butler en 1975 y contenida en Clayton (1995), se estimará la cohesión no drenada de los suelos.

En este proyecto se han obtenido valores del índice de plasticidad (IP) de entre 5% y 61%, con un IP promedio de 17%.

Adicionalmente, se presentan los resultados de los ensayos triaxiales UU en la Tabla 5-23 y Cortes Directos Tabla 5-24, que se realizaron sobre las muestras inalteradas.

Tabla 5-23 Resultados ensayos triaxial UU

TRIAxIAL UU (Wnat)			
ID	PROF. MUESTRA (m)	c (kPa) (Cohesión)	ϕ (°) (Ángulo fricción)
C-13	3,00	16	8
C-14	3,00	10	7
P-8	2,50	18	8

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Tabla 5-24 Resultados ensayos corte directo

CORTE DIRECTO			
ID	PROF. MUESTRA (m)	c (kPa)	ϕ (°)
C-6	1,30	34,34	9,00
C-7	1,20	21,58	15,00
C-8	1,10	22,56	10,00

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Consolidación

Se ejecutó 1 ensayo de consolidación para tener un indicador del comportamiento a lo largo del tiempo para el asentamiento unidimensional de los materiales presentes en el área de estudio. Los resultados del ensayo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5-25 Resultados ensayo de consolidación unidimensional

CONSOLIDACIÓN					
ID	PROF. MUESTRA (m)	eo	ef	Pc (kPa)	Cc
C-13	3,00	2,00	1,77	112,82	0,299

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Compactación

En 5 muestras tomadas de las calicatas se ejecutaron ensayos de compactación, cuyos valores se han incluido en la siguiente tabla.

Tabla 5-26 Resultados ensayo de compactación Proctor modificado

Compactación			
ID	PROF. MUESTRA (m)	Densidad máx. (kN/m³)	W opt. (%)
C-9	1,10	13,66	30,60
C-10	1,10	12,53	36,80
C-12	3,00	18,22	17,00
C-13	3,00	13,36	34,80

Compactación			
ID	PROF. MUESTRA (m)	Densidad máx. (kN/m³)	W opt. (%)
C-14	3,00	13,00	36,50

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Índice CBR (California Bearing Ratio)

Se ha realizado el ensayo CBR para obtener el índice correspondiente, el cual mide la capacidad de soporte del suelo para una determinada deformación vertical (2.54 mm), siendo CBR=100% cuando la capacidad de soporte es de 7 MPa. Así, se han obtenido los siguientes valores del índice CBR a lo largo del trazado junto con los valores del ensayo de compactación asociado.

Tabla 5-27 Resultados de ensayo CBR

C.B.R.					
ID	PROF. MUESTRA (m)	1"		2"	
		90%	95%	90%	95%
C-9	1,10	8,30	11,50	-	-
C-10	1,10	7,00	10,80	-	-
C-12	3,00	17,00	23,80	21,5	28,3
C-13	3,00	9,00	12,50	-	-
C-14	3,00	6,40	10,00	-	-

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Características dinámicas

Con base a los resultados obtenidos en la medición de las ondas de compresión (Vp) y de corte (Vs) se ha realizado la caracterización dinámica de los suelos.

Densidad (ρ)

La densidad se ha estimado a partir del valor de velocidad de onda de corte (Vs) mediante la siguiente correlación general para suelos:

$$\rho = a V_s^b$$

Donde,

a = 0.52

b= 0.20

Los valores obtenidos varían entre 70 y 20,40 KN/m³, con la densidad aumentando con relación a la profundidad

Módulo de corte máximo (Gmáx)

El módulo de corte máximo es un indicativo de la rigidez del suelo para niveles de deformación unitaria de aproximadamente 0.001%, y servirá para la evaluación del comportamiento dinámico del suelo.

$$G_{max} = \rho \cdot Vs^2$$

Los valores obtenidos varían entre 14,20 y 1300 MPa, con la rigidez aumentando con relación a la profundidad.

Módulo de elasticidad dinámico (Edin)

El Módulo de Elasticidad Dinámico, se lo ha determinado con base a los valores de velocidades de onda, tanto de la onda principal como la de corte, obtenidos en la campaña geofísica y la densidad del material. La relación utilizada es la propuesta por Birch (1961).

$$E_{din} = \rho \cdot Vs^2 \cdot \frac{(3Vp^2 - 4Vs^2)}{(Vp^2 - Vs^2)}$$

El módulo de elasticidad obtenido de aumenta con respecto a la profundidad, desde 252 MPa hasta aproximadamente 14 365 MPa.

5.1.8.2.4 Estabilidad de Taludes

El comportamiento de los taludes en suelos sedimentarios depende de la forma en que los suelos se han transportado, la topografía del sitio, tipo de suelo, presencia y ubicación de grietas, intensidad de las lluvias, entre otros.

El tipo de rotura de estos suelos es circular, produciéndose por grupos de fallas en un terreno homogéneo, donde las partículas son pequeñas según el tamaño del talud.

La falla se produce a lo largo de una superficie de deslizamiento interna siguiendo la línea de menor resistencia, lo que genera que las superficies de falla esperadas sean de tipo circular. En la siguiente figura se incluyen algunos de los tipos de falla esperadas en suelos sedimentarios.

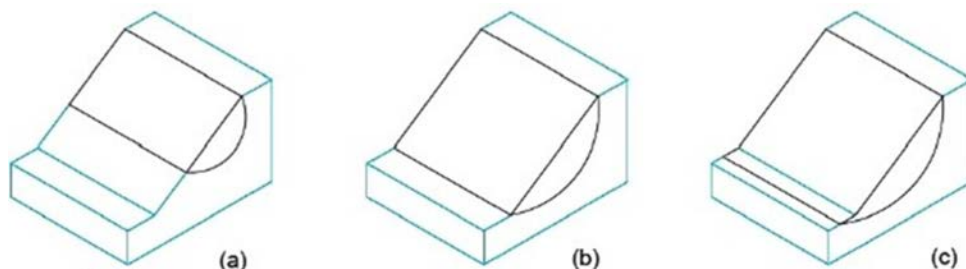


Figura 5-57 Posibles tipos de falla de tipo rotacional (a) talud (b) pie (c) profundo (SANHUEZA, PLAZA)

Adicionalmente, y dado que se ha considerado un talud con presencia de materiales conglomerados, se analizarán fallas tipo poligonales.

La determinación de la estabilidad de taludes se ha realizado aplicando la teoría de equilibrio límite, para lo cual se ha usado el módulo computacional para estabilidad de taludes de la casa GEO5 (Licencia No.11068), que ha permitido evaluar la falla que se ha presentado en el talud de la plataforma, obteniéndose así los parámetros de resistencia del suelo a los que falla del talud.

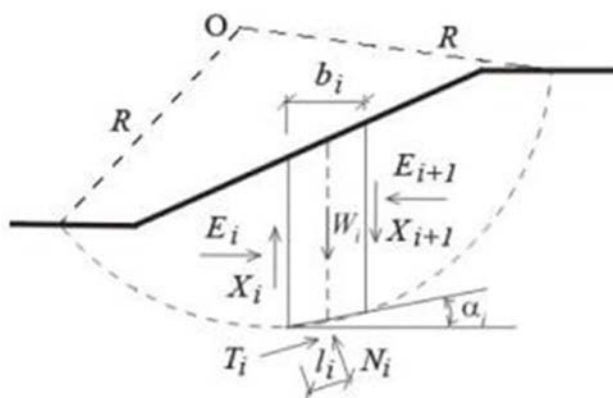


Figura 5-58 Plano de falla circular

Se aplicó el criterio de Morgenstern – Price para el análisis matemático que, a diferencia de otros métodos, considera la interacción entre dovelas, para la determinación del menor factor de seguridad. Realizando el análisis estático y pseudo estático, con y sin sismo.

Los factores de seguridad recomendados para taludes de carreteras en el manual de puentes LRFD de la AASHTO estipula que los taludes deberán cumplir un factor de seguridad mínimo de 1.30, para zonas donde no se encuentren estructuras importantes, y de 1.50 para áreas aledañas a estructuras. Para el análisis en condición sísmica (pseudo – estático), se ha tomado en cuenta un FS mínimo de 1.05.

En la Tabla 5-28 se resumen los resultados del cálculo del FS de las estabilidades de taludes considerando que estos son los casos más críticos.

Tabla 5-28 Factores de seguridad obtenidos

Etapa	Análisis	Factor De Seguridad (FS)	
		Estático	Pseudo-Estático (Sismo)
Talud natural	Estático, circular (M-P)	1,49	
	Estático, poligonal (M-P)	1,49	
	Estático, circular		
	Bishop	1,50	
	Janbu	1,49	
	M-P	1,49	
Corte vía acceso + DDV	Estático, circular completa (M-P)	1,50	
	Estático, poligonal completo (M-P)	1,49	
	Estático, circular completa		
	Bishop	1,51	
	Janbu	1,50	
	M-P	1,50	
	Estático, circular corte vía + DDV (M-P)	2,73	
	Estático, poligonal corte vía + DDV (M-P)	2,84	

Etapas	Análisis	Factor De Seguridad (FS)	
		Estático	Pseudo-Estático (Sismo)
	Estático, circular		
	Bishop	2,73	
	Janbu	2,73	
	M-P	2,73	
Corte vía acceso + DDV + carga tráfico	Estático, circular (M-P)	1,50	
	Estático, poligonal (M-P)	1,49	
	Estático, circular		
	Bishop	1,51	
	Janbu	1,50	
	M-P	1,50	
Corte vía acceso + DDV	Pseudoestáticos, circular completa (M-P)		1,14
	Pseudoestáticos, poligonal completo (M-P)		-
	Pseudoestáticos, circular completa		
	Bishop		1,13
	Janbu		1,14
	M-P		1,14

Fuente: Pluspetrol, mayo 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

El análisis detallado del cálculo de los FS se encuentra en el Informe geotécnico de taludes y terraplenes – Línea de Flujo Oglán 3, realizado por Pluspetrol en junio del 2024. Anexo B. Documentos de Respaldo B.1. Físico B.1.4. Resultados de Laboratorio B.1.4.6. Geotecnia

5.1.8.2.5 Conclusiones

- > Un alto porcentaje del área geográfica analizada corresponde a zonas de Buena a Regular, Calidad Geotécnica: II - E. s, II – L. a, II – L. ma, II - C.m, III – L. a, III – L.ma y III – C.ma, de pendientes entre 5 y 100 %, de aceptable estabilidad a inestables.
- > Sobre la zona geotécnica III - L.ma se implantarán la plataforma Oglán 3, su vía de acceso, línea de flujo y actividades de adecuación de la plataforma Oglán 2. El mayor porcentaje da la línea de flujo y la vía de acceso a la plataforma Oglán 3 se cimentará por una zona geotécnica de calidad Buena II – L.m.
- > El basamento rocoso está constituido por sedimentos de consolidados a medianamente consolidados, de calidad geotécnica Buena, de las formaciones: Arajuno, Chambira, Mera y depósitos aluviales. Su capacidad portante es aceptable. Superficialmente, son ripables. Soportan taludes artificiales de hasta 45 %, con protección; sin protección vegetal, se fracturan y disgregan haciéndose vulnerables a la erosión en forma de cárcavas.
- > La erosión es inicial. Los suelos son sensibles a la erosión laminar y carcavamiento, por su granulometría fina y baja densidad natural.

- > En los sectores colinados y de laderas, bajo las condiciones geotécnicas actuales, los sectores tienen peligrosidad media a alta, lo que significa que espontáneamente se produzcan deslizamientos y que, de producirse, serían de mediana intensidad, decenas de metros cuadrados y de carácter superficial, afectando solo a la capa suelo orgánico y la parte superficial del suelo residual.
- > Si se afectan las condiciones actuales que desequilibren las márgenes de los drenajes (ríos y/o quebradas), pueden desencadenar procesos de inestabilidad de peligrosidad media, que significa que podría generarse deslizamientos profundos (varios metros bajo la superficie y un área de afectación del orden del centenar de metros cuadrados).
- > La permeabilidad de las unidades litológicas consolidadas (Formaciones Chambira y Mera) varía de impermeable a semipermeable, no poseen acuíferos generalizados. Sus niveles piezométricos se localizan a profundidades entre los 5 y 10 m.
- > Los materiales presentes en el DDV y la vía de acceso a la plataforma Oglán 3 han sido identificados como suelos sedimentarios, por lo que su caracterización cumple con la variación de los horizontes dentro de lo esperado, un estrato de suelo fino superficial, hasta un suelo más compacto o denso a mayor profundidad. Bajo estos suelos, a mayores profundidades se esperan materiales compactos tipo conglomerados o rocas.
- > De los estratos muestreados, se ha identificado la mayoría de los suelos como limos arenosos de alta compresibilidad (MH) con un 91%, un 7% como arenas limosas (SM), complementado por un 2% de limos arenosos de baja plasticidad (ML).
- > El 99% de las muestras son plásticas, obteniéndose muestras de baja a plasticidad alta con un promedio general de 16% (plasticidad media). El restante 1%, se ha identificado como muestras no plásticas. La muestra no plástica se ubica en el sondeo P-6B, a 1.00 m de profundidad.
- > La cohesión no drenada se obtuvo a partir del NSPT, y se ha calculado con la siguiente relación propuesta por Stroud en 1974.

$$c_u = f_1 \times N'$$

- > La cohesión de los diferentes estratos se ha obtenido mediante la correlación de Stroud para un $C_u/N = 6$. Los valores calculados van desde los 12 kPa hasta un máximo de 385 kPa con un promedio de 90 kPa.
- > Los ángulos de fricción han sido estimados por la correlación del N del SPT propuesta por Wolff (1989). Se han obtenido valores de entre 28° y 47°. Los ángulos de fricción obtenidos de los ensayos Triaxiales UU y cortes directos no han pasado los 15° para los 2 primeros metros de suelo ensayado.
- > Los parámetros de corte tales como cohesión y ángulo de fricción, se han obtenido a partir de correlaciones universalmente aceptadas con base al NSPT y de los resultados de la geofísica.
- > Para analizar la estabilidad del talud se utilizó el criterio de Morgenstern-Price, que satisface el equilibrio de fuerzas y momentos sobre una falla circular.
- > Posterior al análisis de falla circular se han verificado los factores de seguridad en fallas poligonales y con otros criterios, Janbu y Bishop.
- > Los factores de seguridad obtenidos del análisis de estabilidad para cada condición representativa se enmarcan en el manual de diseño de puentes y caminos LRFD de la AASHTO, donde se indica que los factores de seguridad mínimos a ser alcanzados son de 1,30 para condiciones estáticas y 1,05 para análisis sísmico (análisis pseudo- estático), por lo que los factores de seguridad obtenidos cumplen con este requerimiento siendo los menores 1,49 y 1,13 para condiciones estáticas y sísmicas, respectivamente.

5.1.9 **Conclusiones Generales**

- > El Campo Oglán forma parte de la Cuenca Oriental ecuatoriana, que se encuentra constituida por una potente serie de rocas sedimentarias marino-continetales de edades del Paleozoico al Mesozoico.
- > Las plataformas Oglán 2 y 3 y las facilidades se localizan dentro la zona Subandina del Levantamiento Napo al norte y Cutucú al sur, controlada por fallas normales de gran profundidad y asociadas con un sistema de "Rift" previamente desarrollado durante el triásico y Jurásico inferior. Estas estructuras tectónicas se encuadran dentro de un marco regional denominado bloque Nor-andino.
- > En el área geográfica afloran las formaciones: Arajuno, Chambira, Mera y Depósitos Aluviales de edades del Neógeno y Cuaternario.
- > La Formación Arajuno dividida en tres miembros (Inferior, medio y Superior) que en conjunto sobrepasan los 1000 metros de potencia, y forman un anticlinal suave denominado Oglán – Canelos con un buzamiento hacia el sur.
- > Formación Chambira se presenta en potentes estratos que sobrepasa los 1 000 metros de espesor, mismos que están levemente plegados, con ángulos de buzamientos no mayor a los 10° SE.
- > La Formación Mera es por lo general masiva, que en el sector está levemente afectada por el anticlinal Canelos - Oglán, tiene una posición subhorizontal con inclinación por lo generalmente al este.
- > Los depósitos aluviales y coluviales son masivos sobrepuestos sobre las formaciones antes descritas.
- > La construcción y operación de las plataformas Oglán 2 y Oglán 3 y su vía de acceso, como la línea de flujo, no alterará las condiciones de drenaje y propiedades fisicoquímicas de las aguas subterráneas del sector, al encontrarse sobre las formaciones Arajuno y Mera ya que su vulnerabilidad es baja.
- > Por la lejanía de los complejos volcánicos al área del campo Oglán, no existen riesgos relacionados a estos fenómenos naturales; eventualmente, a pequeñas caídas de cenizas en dependencia de la dirección del viento en una ocasional erupción.
- > El área de estudio se encuentra en un contexto tectónico activo, dominado por la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana con velocidades entre 5 y 7 cm/año. Esta dinámica genera una alta actividad sísmica y volcánica, acentuada por la influencia de la Cordillera Asísmica de Carnegie y estructuras complejas propias de la Cuenca Oriente.
- > La zona pertenece a la región subandina, específicamente a la Depresión de Pastaza, caracterizada por una intensa actividad sísmica, volcánica y procesos erosivos. Las geoformas relevantes, como la superficie Mera–Upano, reflejan eventos geodinámicos recientes vinculados con la subducción activa y levantamientos tectónicos acelerados.
- > La plataforma Oglán está emplazada entre fallas de corrimiento activas (Autapi y Bobonaza) con tasas de levantamiento superiores a 1 cm/año. Estas fallas se relacionan con un régimen transpresivo dextral que reactivó antiguas fallas normales, afectando la sedimentación y la estabilidad regional.
- > De acuerdo con el mapa de Zonas Sísmicas para Propósitos de Diseño de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, el campo Oglán se encuentra ubicado en una zona de mediano riesgo sísmico, con una aceleración máxima esperada de 0,30 a 0,25 g ($Z = 0,30 - 0,25$ g).
- > El DDV de la línea de flujo en el mayor porcentaje se localiza en el paisaje geomorfológico de superficie de cono de esparcimiento disectado en un 51,14% de pendiente moderada y, un 6,63% sobre testigo de cono de esparcimiento.

- > La plataforma Oglán 03 se localiza en el paisaje geomorfológico de superficie de cono de esparcimiento disectado. La plataforma Oglán 02 se implantará sobre Vertiente heterogénea con fuerte disección.
- > La infraestructura del Proyecto se localiza dentro de zonas de estable a inestables, está entre unas zonas de estabilidad E1, E2 y E3, predominan pendientes mayores al 25 % de aceptable drenaje superficial, el sustrato rocoso es sedimentario. No se ha detectado zonas de características Muy Inestables.
- > Un alto porcentaje del área geográfica analizada corresponde a zonas de Buena a Regular, Calidad Geotécnica: II - E. s, II - L. a, II - L. ma, II - C.m, III - L. a, III - L.ma y III - C.ma, de pendientes entre 5 y 100 %, de aceptable estabilidad a inestables.
- > Sobre la zona geotécnica Regular III - L.ma se implantarán la totalidad de las plataformas Oglán 2 y 3 y su vía de acceso.
- > El mayor porcentaje de la línea de flujo y la vía de acceso a la plataforma Oglán 3 se cimentará por una zona geotécnica de calidad Buena II - L. Ma, coincidiendo con las divisorias de aguas del sector con lo cual se obtiene una mejor estabilidad geomorfológica.
- > Los materiales presentes en el DDV y la vía de acceso a la plataforma Oglán 3 han sido identificados como suelos sedimentarios, por lo que su caracterización cumple con la variación de los horizontes dentro de lo esperado, un estrato de suelo fino superficial, hasta un suelo más compacto o denso a mayor profundidad. Bajo estos suelos, a mayores profundidades se esperan materiales compactos tipo conglomerados o rocas.
- > En los estratos muestreados, la mayoría de los suelos son limos arenosos de alta compresibilidad (MH) con un 91 %, de espesores que llegan a los 12 metros (sondaje P-09); un 7 % como arenas limosas (SM), complementado por un 2 % de limos arenosos de baja plasticidad (ML).
- > El 99 % de las muestras son plásticas, obteniéndose muestras de baja a plasticidad alta con un promedio general de 16 % (plasticidad media). El restante 1 %, se ha identificado como muestras no plásticas. La muestra no plástica se ubica en el sondeo P-6B, a 1,00 m de profundidad.
- > Los levantamientos de campo permitieron identificar transiciones litológicas significativas y condiciones de saturación superficial en sectores pantanosos, depósitos finos plásticos y conglomerados matriz-soportados. La presencia de lodolitas y areniscas meteorizadas, con fracturas y discontinuidades, sugiere potenciales riesgos geotécnicos asociados a inestabilidades superficiales.
- > El relieve presenta una fuerte disección con pendientes variables desde suaves hasta abruptas (>40 %). Estas pendientes pronunciadas, especialmente en escarpes tectónicos, constituyen barreras morfológicas y zonas de riesgo para deslizamientos y caídas de bloques, condicionados por la litología y la saturación de suelos finos plásticos.
- > Para analizar la estabilidad del talud se utilizó el criterio de Morgenstern-Price, que satisface el equilibrio de fuerzas y momentos sobre una falla circular.
- > Posterior al análisis de falla circular se han verificado los factores de seguridad en fallas poligonales y con otros criterios, Janbu y Bishop.
- > Los factores de seguridad obtenidos del análisis de estabilidad para cada condición representativa se enmarcan en el manual de diseño de puentes y caminos LRFD de la AASHTO, donde se indica que los factores de seguridad mínimos a ser alcanzados son de 1,30 para condiciones estáticas y 1,05 para análisis sísmico (análisis pseudo- estático), por lo que los factores de seguridad obtenidos cumplen con este requerimiento siendo los menores 1,49 y 1,13 para condiciones estáticas y sísmicas.

5.1.10 **Ruido Ambiental**

Se llama contaminación acústica (o ruido) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Se entiende como sonido excesivo y molesto provocado por las actividades humanas, en este caso externas al ambiente natural donde se efectuará el proyecto.

5.1.10.1 **Metodología**

La medición de los niveles de ruido ambiente y ruido ambiental natural (24 horas) se llevó a cabo en junio y agosto 2024, según se observa en las correspondientes cadenas de custodia (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.2. Cadenas de Custodia; B.1.2.6. Ruido). Estas mediciones fueron efectuadas por el laboratorio ambiental Gruentec Cía. Ltda., acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (en adelante, SAE) (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.3. Acreditación del Laboratorio). El laboratorio utilizó el método interno MM-RU-01, basado en la NTE INEN-ISO 1996-1: 2014-01 y NTE INEN-ISO 1996-2:2014-01, el Anexo 5 Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Móviles y Niveles de Vibración y Metodología de Medición, y el Anexo 4 Metodología para determinar el LK_{eq} en usos de suelo Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN) del Anexo 5 del A. M. 097-A.

5.1.10.1.1 **Medición de Ruido Ambiental**

Para la medición de ruido ambiental se utilizó el método Leq 15 s con el fin de medir el ruido total y el residual. Consistió en tomar y reportar cinco mediciones de 15 segundos cada una en horario diurno (desde las 07:01 hasta las 21:00) y nocturno (desde las 21:01 hasta las 07:00) en cada punto de medición (RA-1, RA-5, RA-6, RA-7, RA-8, RA-9, RA-10, RA-11, RF1, RF2 y RF3).

Con la finalidad de validar los niveles de ruido durante las mediciones y facilitar el análisis, se reportó el NPS mínimo (L_{Amin}) y el NPS máximo (L_{Amax}) medidos de cada muestreo. Con estos parámetros se procedió a calcular el LK_{eq} (Nivel de Presión Sonora Equivalente Corregido) para el caso de ruido específico con características impulsivas y con contenido energético alto en frecuencias bajas.

La medición de los niveles de ruido se efectuó con sonómetros previamente calibrados (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.6. Certificados Calibración) obteniendo los niveles de presión sonora (NPS) (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados de Laboratorio, B.1.4.4. Ruido).

Los sonómetros se colocaron sobre un trípode a una altura igual o superior a 1,5 m desde el suelo y direccionado el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90° sobre su plano horizontal. Un detalle de la ubicación de los equipos de medición de los niveles de presión sonora lo podemos observar en el Anexo C. Registro Fotográfico, C.1. Físico.

Tabla 5-29 Características del Equipo de Medición de Ruido Ambiental

Instrumento	Especificaciones
Sonómetro (SONO-019)	Equipo: sonómetro Marca: QUEST TECHNOLOGIES Clase: 2 Modelo: SOUNDPRO SE/DL Trazabilidad: Elicrom Certificado No: CQC-0722-002-23 Fecha de calibración: Octubre, 2023
Sonómetro (SONO-009)	Equipo: sonómetro Marca: QUEST TECHNOLOGIES Clase: 2

Instrumento	Especificaciones
	Modelo: SOUNDPRO SE/DL Trazabilidad: Elicrom Certificado No: TC-0416-009-22 Fecha de calibración: Agosto, 2022
Calibrador (SOCA-006)	Calibrador acústico Marca: 3M Trazabilidad: Elicrom Certificado No: TC-0265-012-23 Fecha de calibración: Mayo, 2023
Calibrador (SOCA-005)	Calibrador acústico Marca: 3M Trazabilidad: Elicrom Certificado No: CQC-0338-002-24 Fecha de calibración: Mayo, 2024
Anemómetro	ANEM-018, ANEM-019

Fuente: Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

5.1.10.1.2 Medición de Ruido 24 Horas

La “Metodología para determinar el L_{Keq} en uso de suelo Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN)” que se presenta en el Anexo 4 del Anexo 5 del A. M. 097-A señala:

“Es obligación de la FFR realizar un estudio del nivel de ruido ambiental natural existente en la zona. Este estudio debe establecer los niveles de ruido ambiental natural típicos (sin lluvias u otro ruido dominante ajeno al que existe naturalmente) para los periodos diurno y nocturnos establecidos en esta norma.

Se requiere como mínimo un punto de medición, las muestras deben tener una duración de 15 minutos, en consecuencia, cada hora tendrá cuatro muestras y en 24 horas habrá un total de 96 muestras.”

Así, para los puntos de monitoreo de ruido RA-2 y RA-4 se ejecutó una medición de 24 horas siguiendo los protocolos establecidos en el A. M. 097-A, Anexo 5, tanto para el horario diurno (de las 07:01 a las 21:00) como nocturno (de las 21:01 a las 07:00), generando así 96 mediciones a partir de lecturas de niveles de presión sonora de 15 minutos.

El A. M. 097-A establece que los niveles máximos de emisión de ruido (L_{Keq}) para fuentes fijas de ruido que se ubican o ubicarán en usos de suelo de PE y RN serán establecidos para cada caso por la Autoridad Ambiental Nacional. En el Anexo 4 del Anexo 5 del A. M. 097-A se indica que el L_{Keq} se lo establecerá conforme la tabla siguiente:

Tabla 5-30 Determinación de L_{Keq} para Usos de Suelo de Protección Ecológica y Recursos Naturales

Periodo Diurno		Comentarios
LKeq		
LA90 más bajo medido durante el periodo día más corrección (dB):	Corrección (dB)	La Autoridad Ambiental Nacional determinará la
	10	

Periodo Diurno		Comentarios corrección más apropiada dependiendo del caso, siendo: $L_{Keq} = LA_{90} + 10 \text{ dB}$ (es el nivel más permisible) $L_{Keq} = LA_{90} - 10 \text{ dB}$ (es el nivel más restrictivo)
L _{Keq}		
	5	
	0	
	− 5	
	− 10	
Periodo Nocturno		
L _{Keq}		
LA ₉₀ más bajo medido durante el periodo día más corrección (dB):	Corrección (dB)	
	10	
	5	
	0	
	− 5	
	− 10	

Fuente: Anexo 4 del Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A
Elaboración: Entrix, julio 2024

La medición de ruido de 24 horas generó un registro de campo incluido en los informes de laboratorio (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados Laboratorio, B.1.4.4. Ruido). Dicho registro de campo contiene información del punto, la metodología utilizada, el horario de la medición, las condiciones de la medición, el marco legal aplicable, los parámetros de medición y los diagramas.

Tabla 5-31 Características del Equipo de Medición Ruido 24 h

Instrumento	Especificaciones
Sonómetro (SONO-012)	Equipo: sonómetro Marca: PCE Clase: 1 Modelo: PCE-430 Trazabilidad: Elicrom Certificado No: TC-0479-006-23 Fecha de calibración: Julio, 2023
Calibrador (SOCA-012)	Calibrador acústico Marca: 3M Trazabilidad: Elicrom Certificado No: CQC-0479-013-23 Fecha de calibración: Agosto, 2023
Anemómetro	ESMT-010

Fuente: Gruentec Cía. Ltda., junio 2024
Elaborado por: Entrix, julio 2024

5.1.10.2 Ubicación de Puntos de Medición de Ruido

El levantamiento de ruido ambiental en el área de estudio tiene como fin conocer los niveles de presión sonora actuales del área sin la influencia que puedan generar las actividades que conllevan la

implementación del proyecto. Para esto, la identificación de puntos de medición de niveles de presión sonora se basó en lo estipulado en los artículos 2.1.2, 5.1.5 y 5.2 del Anexo 5 del A. M. 097-A, es decir, identificando Puntos Críticos de Afectación (PCA) que se encuentren en las cercanías del área donde se proyecta la implantación de la línea de flujo, vía de acceso, plataforma Oglán 3 y plataforma Oglán 2.

Cabe mencionar que la definición de PCA según el artículo 2.1.2 del Anexo 5 del A. M. 097-A es la siguiente:

“Sitios o lugares cercanos a una FFR, ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc.) que requieren de condiciones de tranquilidad y serenidad.

La definición de cercano en esta norma no se refiere a una distancia en metros, sino se refiere a los sitios o lugares en los cuales se escucha el ruido proveniente de una FFR.”

Por lo anterior señalado, para recolectar la información en campo se vio necesario definir los PCA más representativos en relación con la cercanía a los sitios donde se planifica el proyecto.

En complemento a lo antes indicado, mediante oficio No. 023-EX-DP-GADMIPA-2024 de 09 de septiembre de 2024 el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Arajuno (GAD Arajuno de aquí en adelante) comparte información donde se identifica el tipo de uso de suelo del área en estudio, identificando así dos tipos de uso: **Uso de Suelo Agroecológico** y **Uso de Protección** (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.3. Social; B.3.3. Documentos Oficiales; B.3.3.2. Oficios), información que se alinea con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Arajuno 2020-2025 (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.3. Social; B.3.3. Documentos Oficiales; B.3.3.1. PDOT).

Considerando que uno de los puntos de medición de ruido ambiente (punto RA-11) se encuentra ubicado en el cantón Pastaza, fue necesario analizar el uso de suelo de ese cantón, al respecto el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pastaza 2020-2030 indica que el suelo identificado para el área en estudio es **Suelo Rural de Producción** (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.3. Social; B.3.3. Documentos Oficiales; B.3.3.1. PDOT).

Con base en lo antes indicado, a continuación, se presenta la descripción de los puntos de medición de ruido:

- > RA-5, RA-6, RA-7, RA-8, RA-9 y RA-10: Puntos de medición de ruido ambiental en viviendas habitadas y escuela cercana a las actividades del proyecto (implantación de línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano), lugares donde se registran actividades agrícolas y ganaderas, es decir, estos puntos se enmarcan en uso de suelo para el GAD Arajuno **“Uso de Suelo Agroecológico”**, que en relación con Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, se alinea con suelos de uso **Agrícola Residencial (AR)**.
- > RA-11: Punto de medición de ruido ambiental en escuela de la localidad Colonia Bolívar, sitio de medición cercano a las áreas del proyecto (implantación de línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano), lugar donde se registran actividades agrícolas y ganaderas, es decir, estos puntos se enmarcan en uso de suelo para el GAD Pastaza **“Suelo Rural de Producción”**, que en relación con Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, se alinea con suelos de uso **Agrícola Residencial (AR)**.
- > RA-1, RF1, RF2 y RF3: Puntos de medición de ruido ambiental dentro de bosque nativo cercanos a la plataforma Oglán 2 y vía de acceso de plataforma Oglán 3 a plataforma Oglán 2. Estos puntos se enmarcan en uso de suelo **“Uso Productivo Cultural”** según la clasificación del GAD Arajuno, el cual es descrito en el artículo 61 del PDOT del Cantón Arajuno como **“(…) áreas donde la actividad productiva no es intensiva prevaleciendo el bosque natural. Son áreas donde debe prevalecer la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (...)**”, en este sentido, y en relación con el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, se enmarcar con suelos de **Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN)**, aunque no de manera estricta, por ser Uso Productivo.

- > RA-2 y RA-4: Puntos de medición de ruido de 24 horas dentro del bosque y vegetación protector (BvP) CEPLOA cercanos a la vía de acceso de plataforma Oglán 3 a plataforma Oglán 2 y en la plataforma Oglán 3. Estos puntos se enmarcan en el uso de suelo **“Uso de Protección”** según la clasificación del GAD Arajuno, que en relación con Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, se alinea con suelos de **Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN)**; y por tanto la metodología de medición es diferente.

La ubicación gráfica de los puntos de medición de ruido ambiente y 24 horas se los puede observar en el Anexo D. Cartografía, 5.1-12 Mapa de Ubicación de Puntos de Medición de Ruido Ambiente.

5.1.10.2.1 Criterio para Análisis de Ruido

Criterio para ruido ambiente

Como se observó en la sección previa, para analizar los niveles de presión sonora de los puntos de medición RA-5, RA-6, RA-7, RA-8, RA-9, RA-10 y RA-11, se tomaron los niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido (FFR) señalados para suelos de uso agrícola residencia (AR) según lo indicado en la Tabla 1 del Anexo 5 de A. M. 097-A. El objetivo es preservar la salud y bienestar de las personas y del medio ambiente estableciendo directrices que permiten la vigilancia de ruido. Cabe indicar que para la medición de ruido ambiental en estos puntos se utilizó el método Leq 15 s con el fin de medir el ruido total y el residual. Consistió en tomar y reportar cinco mediciones de 15 segundos cada una en horario diurno (desde las 07:01 hasta las 21:00) y nocturno (desde las 21:01 hasta las 07:00) en cada punto de medición.

Con relación a los puntos de medición RA-1, RF1, RF2 y RF3 se enmarca en uso de suelo de Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN) según los usos de suelo establecidos en la Tabla 1 del Anexo 5 del A. M. 097-A, y tal como se observó anteriormente, corresponden a bosque nativo según la cobertura presentada en el Anexo D. Cartografía, 5.1-8-A COBERTURA. Sin embargo, para la medición de ruido ambiental en estos puntos se utilizó el método Leq 15 s con el fin de medir el ruido total y el residual que consiste en tomar y reportar cinco mediciones de 15 segundos cada una en horario diurno (desde las 07:01 hasta las 21:00) y nocturno (desde las 21:01 hasta las 07:00) en cada punto de medición. La aplicación de esta metodología en estos puntos tiene la finalidad de determinar los valores de línea base resultantes de la caracterización del nivel de ruido en el área de plataforma Oglán 2 existente y la vía de acceso de plataforma Oglán 3 a plataforma Oglán 2. Estos niveles de ruido serán comparados con el nivel máximo de emisión de ruido (LKeq) en el uso de suelo PE y RN que serán determinados por la autoridad ambiental nacional en función de los resultados del estudio del nivel de ruido ambiental natural existente en la zona (medición de 24 horas) en los puntos RA-2 y RA-4 que se detalla más adelante.

Criterio para ruido 24 horas

Con relación a los puntos de medición RA-2 y RA-4, que se encuentran dentro del BVP CEPLOA (ver Anexo D. Cartografía, 5.1-12 RUIDO y 1.1-6 AREAS NATURALES), se enmarca en uso de suelo de Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN) según los usos de suelo establecidos en la Tabla 1 del Anexo 5 del A. M. 097-A. Cabe indicar que para la medición de ruido se ejecutó una medición de 24 horas siguiendo los protocolos establecidos en el A. M. 097-A, Anexo 5, tanto para el horario diurno (desde las 07:01 hasta las 21:00) como nocturno (desde las 21:01 hasta las 07:00), generando de esta manera 96 mediciones a partir de lecturas de niveles de presión sonora de 15 minutos.

En la Tabla 5-32 se identifican los puntos de medición de niveles de presión sonora para ruido ambiental y en la Tabla 5-33 se identifican los puntos de medición de niveles de presión sonora de 24 horas.

Página en blanco

Tabla 5-32 Ubicación de Puntos de Medición de Ruido Ambiental

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo enmarcado en el Anexo 5 del A. M. 097-A	Uso de suelo según el GAD	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)						
RF1	202657	9850882	26/6/2024	Oglán 2	Punto ubicado en zona de bosque remanente o pastizal, hacia el sur de la piscina de la plataforma Oglán 2.	Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)	Uso Productivo Cultural	
RF2	202540	9851046	26/6/2024	Oglán 2 (readecuación área logística)	Punto ubicado en zona de bosque remanente o pastizal, hacia el oeste del área logística de la plataforma Oglán 2.	Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)	Uso Productivo Cultural	
RF3	202549	9851128	26/6/2024	Oglán 2 (readecuación área logística)	Punto ubicado en zona de bosque remanente o pastizal, hacia el norte del área logística de la	Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)	Uso Productivo Cultural	

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo enmarcado en el Anexo 5 del A. M. 097-A	Uso de suelo según el GAD	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)						
					plataforma Oglán 2.			
RA-1	202730	9851209	26/6/2024	Vía de acceso Oglán 3 a Oglán 2	Punto ubicado en zona de bosque remanente o pastizal	Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)	Uso Productivo Cultural	
RA-5	198597	9848749	24/7/2024	Escombreras de vía de acceso y línea de flujo	Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda de la señora Melida Chiarmarchi (comunidad Shuar Washints).	Agrícola residencial (AR)	Uso de Suelo Agroecológico	
RA-6	198403	9847929	24/7/2024	Línea de flujo	Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda del señor Darwin Tzerembo (comunidad	Agrícola residencial (AR)	Uso de Suelo Agroecológico	

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo enmarcado en el Anexo 5 del A. M. 097-A	Uso de suelo según el GAD	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)						
					Shuar Washints)			
RA-7	198616	9849409	25/7/2024	Escombreras de vía de acceso y línea de flujo	Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la escuela de la comunidad Shuar Washints	Agrícola residencial (AR)	Uso de Suelo Agroecológico	
RA-8	198351	9847546	7/8/2024	Línea de flujo	Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda del señor José Antonio Wisuma, localidad Colonia Bolívar	Agrícola residencial (AR)	Uso de Suelo Agroecológico	
RA-9	198220	9845688	9/8/2024	Línea de flujo	Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda del señor Luis Guzmán, localidad	Agrícola residencial (AR)	Uso de Suelo Agroecológico	

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo enmarcado en el Anexo 5 del A. M. 097-A	Uso de suelo según el GAD	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)						
					Colonia Bolívar			
RA-10	197767	9844840	8/8/2024	Línea de flujo	Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda de la señora Blanca Adela Andache, localidad Colonia Bolívar	Agrícola residencial (AR)	Uso de Suelo Agroecológico	
RA-11	197408	9844638	9/8/2024	Línea de flujo	Punto de monitoreo localizado en la parte alta de la escuela de la comunidad Colonia Bolívar	Agrícola residencial (AR)	Suelo Rural de Producción	

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Tabla 5-33 Puntos de Medición de Ruido de 24 horas

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha y Hora de Inicio de la Medición	Fecha y Hora de Fin de la Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo Enmarcado en el Anexo 5 del A. M. 097-A	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)						
RA-2	202782	9851436	25/06/2024 10:00	26/06/2024 10:00	Vía de acceso Oglán 3 a Oglán 2	Punto ubicado en zona de bosque remanente o pastizal dentro del Bloque Protector CEPLOA.	Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)	
RA-4	201757	9851236	27/06/2024 10:00	28/06/2024 10:00	Plataforma Oglán 3	Punto ubicado en zona de bosque remanente o pastizal dentro del Bosque Protector CEPLOA.	Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)	

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., julio 2024
Elaboración. Entrix, julio 2024

Página en blanco

5.1.10.3 *Resultados de Medición de Ruido Ambiental*

A continuación, se presentan los resultados de laboratorio de las mediciones realizadas en campo (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados Laboratorio, B.1.4.4. Ruido).

Considerando que las mediciones se realizaron tanto en puntos críticos de afectación (sectores con suelo de uso agrícola residencia (AR) según Tabla 1 del Anexo 5 del A.M 097-A) y en zonas sin presencia de actividad humana (suelos de Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN) según Tabla 1 del Anexo 5 del A.M 097-A), los resultados obtenidos se han dividido en dos grupos tanto para mediciones diurnas como nocturnas.

Los valores que sobrepasan los niveles máximos de ruido se marcan en color rojo (mediciones comparadas con suelos de uso agrícola):

Página en blanco

Tabla 5-34 Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental (suelo de uso Agrícola Residencia (AR))

Punto de Medición	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Diurno	Nocturno	Hora	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Leq (dB)	Niveles Máximos de Emisión de Ruido LK _{eq} (dB) Uso de Suelo AR	Contribuciones al Ruido
	Este (m)	Norte (m)									
RA-5	198597	9848749	24/7/2024	X		12:50	38	37	38	65	Ruido generado por fauna endémica. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-6	198403	9847929	24/7/2024	X		11:30	40	39	39	65	Ruido generado por fauna endémica. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-7	198616	9848409	25/7/2024	X		11:55	42	40	41	65	Ruido generado por fauna endémica. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-8	198351	9847546	7/8/2024	X		14:00	41	39	40	65	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-9	198220	9845688	9/8/2024	X		9:30	41	39	40	65	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-10	197767	9844840	8/8/2024	X		11:50	42	40	41	65	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.

Punto de Medición	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Diurno	Nocturno	Hora	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Leq (dB)	Niveles Máximos de Emisión de Ruido LKeq (dB) Uso de Suelo AR	Contribuciones al Ruido
	Este (m)	Norte (m)									
RA-11	197408	9844638	9/8/2024	X		11:00	40	39	39	65	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona.
RA-5	198597	9848749	24/7/2024		X	21:35	43	42	42	45	Ruido generado por fauna endémica. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-6	198403	9847929	24/7/2024		X	21:15	44	43	43	45	Ruido generado por fauna endémica. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-7	198616	9848409	25/7/2024		X	21:15	43	41	42	45	Ruido generado por fauna endémica. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-8	198351	9847546	7/8/2024		X	21:30	43	41	43	45	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-9	198220	9845688	9/8/2024		X	21:30	43	42	42	45	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona. Ruido emitido por tránsito vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-10	197767	9844840	8/8/2024		X	21:45	43	42	43	45	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona. Ruido emitido por tránsito

Punto de Medición	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Diurno	Nocturno	Hora	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Leq (dB)	Niveles Máximos de Emisión de Ruido LKeq (dB) Uso de Suelo AR	Contribuciones al Ruido
	Este (m)	Norte (m)									
											vehicular sobre la vía hacia Arajuno.
RA-11	197408	9844638	9/8/2024		X	22:00	42	41	41	45	Ruido emitido por fauna silvestre propia de la zona.

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Tabla 5-35 Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental (suelo de Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN))

Punto de Medición	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Diurno	Nocturno	Hora	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Leq (dB)	Contribuciones al Ruido
	Este (m)	Norte (m)								
RF1	202657	9850882	26/6/2024	X		9:10	37	36	36	Ruido generado por fauna endémica.
RF2	202540	9851046	26/6/2024	X		17:20	35	35	35	Ruido generado por fauna endémica.
RF3	202549	9851128	26/6/2024	X		16:15	37	36	36	Ruido generado por fauna endémica.
RA-1	202730	9851209	26/6/2024	X		15:00	35	35	35	Ruido generado por fauna endémica.
RF1	202657	9850882	26/6/2024		X	21:00	45	44	44	Ruido generado por fauna endémica.
RF2	202540	9851046	26/6/2024		X	22:30	47	45	46	Ruido generado por fauna endémica.
RF3	202549	9851128	26/6/2024		X	23:00	47	45	46	Ruido generado por fauna endémica.
RA-1	202730	9851209	26/6/2024		X	23:50	46	45	46	Ruido generado por fauna endémica.

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

5.1.10.3.1 Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Uso de Suelo Agrícola Residencial

Análisis de Resultados de Ruido Diurno

Considerando que las mediciones RA-5, RA-6, RA-7, RA-8, RA-9, RA-10 y RA-11 fueron ejecutados en puntos críticos de afectación (viviendas y escuelas), sus resultados en mediciones diurnas se compararon con los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en la Tabla 1 del Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A para uso de suelo agrícola residencial (AR). Los puntos monitoreados presentan valores bajo los niveles máximos establecidos por la normativa ambiental (65 dB), como se muestra en la Figura 5-59.

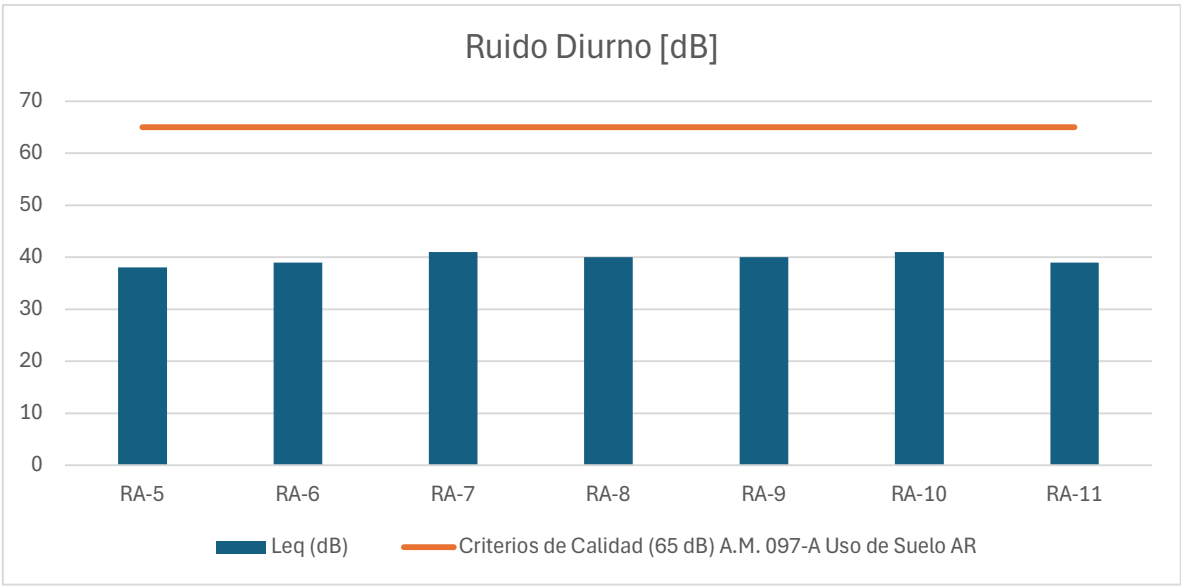


Figura 5-59 Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Diurno (dB) para puntos con suelo de uso agrícola residencial (AR)

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Considerando que las mediciones de ruido diurno en los puntos RA-1, RF1, RF2 y RF3 se ejecutaron en áreas sin actividad humana con zonas boscosas, corresponden a suelos de Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN), según el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, según la normativa ambiental, la Autoridad Ambiental Nacional determinará los niveles máximos de emisión de ruido diurno.

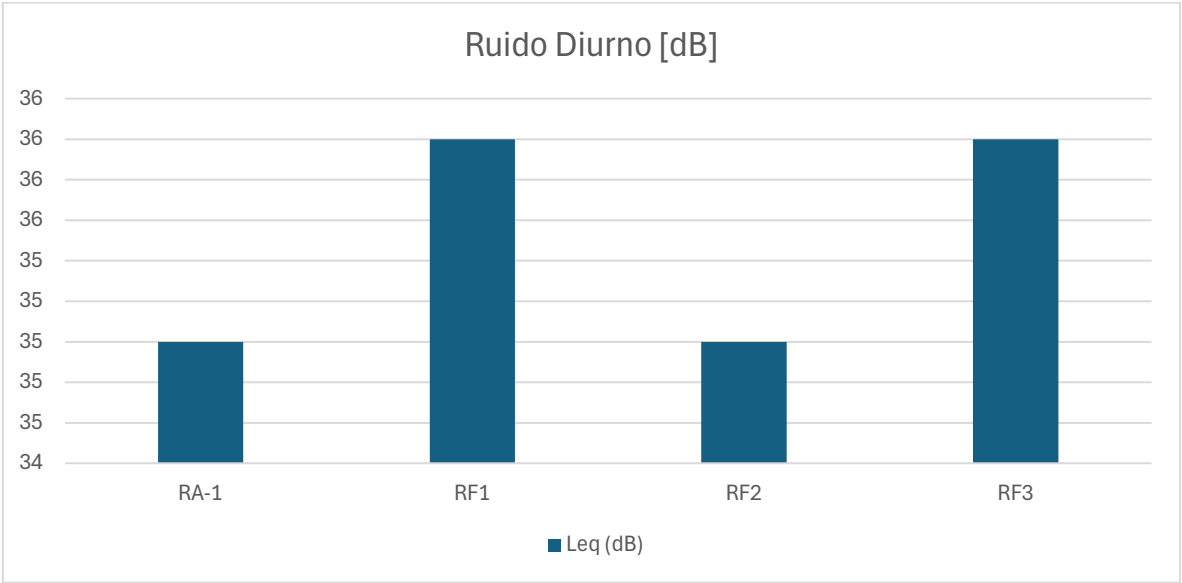


Figura 5-60 Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Diurno (dB) para puntos con suelo de Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Análisis de Resultados de Ruido Nocturno

Considerando que las mediciones RA-5, RA-6, RA-7, RA-8, RA-9, RA-10 y RA-11 fueron ejecutados en puntos críticos de afectación (viviendas y escuelas), sus resultados en mediciones nocturnas se compararon con los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en la Tabla 1 del Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A para uso de suelo agrícola residencial (AR). Los puntos monitoreados presentan valores bajo los niveles máximos establecidos por la normativa ambiental (45 dB), como se muestra en la Figura 5-61.

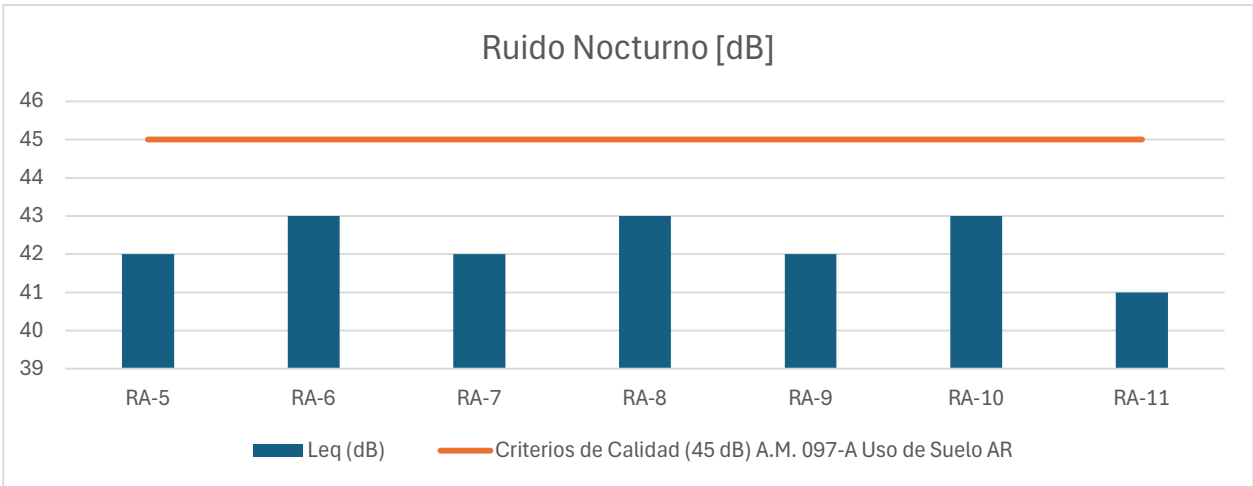


Figura 5-61 Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Nocturno (dB) para puntos con suelo de uso agrícola residencial (AR)

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., julio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Considerando que las mediciones de ruido diurno en los puntos RA-1, RF1, RF2 y RF3 se ejecutaron en áreas sin actividad humana con zonas boscosas, corresponden a suelos de Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN), según el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, según la normativa ambiental la Autoridad Ambiental Nacional determinará los niveles máximos de emisión de ruido nocturno.

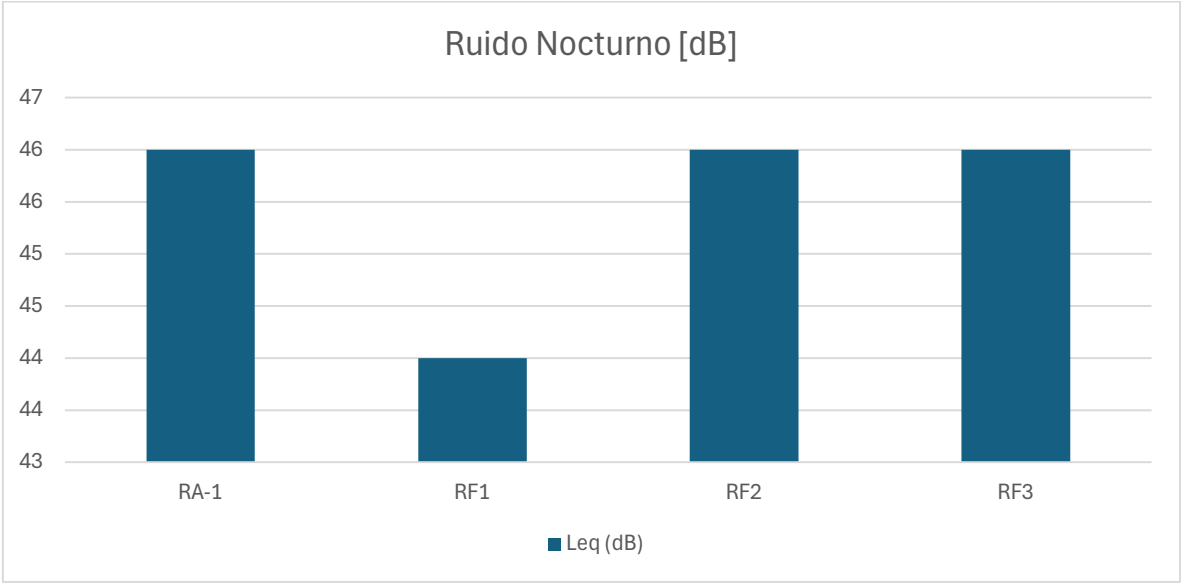


Figura 5-62 Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Nocturno (dB) para puntos con suelo de Protección Ecológica (PE), Recursos Naturales (RN)

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaboración. Enrix, septiembre 2024

5.1.10.4 Resultados de Monitoreo Ruido 24 horas

En la Tabla 5-36 se detallan los resultados de la medición de ruido de 24 horas y en la Tabla 5-37 se presentan las 96 mediciones registradas en horario diurno y nocturno por punto de medición. Estos datos procesados constan en los informes de laboratorio de las mediciones de los puntos R-02 y R-04 (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados Laboratorio, B.1.4.4. Ruido).

Tabla 5-36 Resultados de la Medición de Ruido 24 Horas

Punto de Medición	Fecha de Medición	Horario	Promedio Energético LASeq (dB)	LA90 (dB)		LA10 (dB)		LAmx (dB)	LAmin (dB)	Observaciones
				Más Bajo	Más Alto	Más Bajo	Más Alto			
RA-2	25/06/2024 a 26/06/2024	Diurno (07:01-21:00)	48	47	56	53	58	60	43	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
		Nocturno (21:01-07:00)	54	46	54	52	58	60	41	

Punto de Medición	Fecha de Medición	Horario	Promedio Energético LASEq (dB)	LA90 (dB)		LA10 (dB)		LAmx (dB)	LAmín (dB)	Observaciones
				Más Bajo	Más Alto	Más Bajo	Más Alto			
RA-4	27/06/2024 a 28/06/2024	Diurno (07:01-21:00)	47	48	55	52	58	60	41	Ruido emitido por fauna endémica
		Nocturno (21:01-07:00)	54	42	72	42	80	92	33	

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio 2024
Elaboración. Entrix, julio 2024

Tabla 5-37 Resultados Desglosados de la Medición de Ruido 24 Horas-Punto RA-2 (24 h 96 mediciones)

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
25/06/2024 10:00	X		47	50	56	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 10:15	X		47	50	55	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 10:30	X		49	51	57	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 10:45	X		49	51	57	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 11:00	X		50	52	58	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 11:15	X		50	52	58	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 11:30	X		50	52	58	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
25/06/2024 11:45	X		49	55	57	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 12:00	X		49	55	57	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 12:15	X		48	55	57	58	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 12:30	X		48	55	56	59	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/6/2024 12:45	X		48	55	56	58	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 13:00	X		47	52	56	58	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 13:15	X		47	52	55	58	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 13:30	X		47	53	55	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 13:45	X		47	49	56	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 14:00	X		47	48	55	59	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 14:15	X		47	48	55	58	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 14:30	X		47	48	55	58	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 14:45	X		46	49	54	58	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
								agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 15:00	X		46	47	54	59	43	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 15:15	X		45	48	53	59	43	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 15:30	X		45	48	53	60	43	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 15:45	X		45	47	53	60	43	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 16:00	X		45	47	53	60	43	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 16:15	X		46	47	53	60	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 16:30	X		46	48	53	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 16:45	X		47	48	54	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 17:00	X		47	48	55	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 17:15	X		47	49	55	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 17:30	X		48	52	57	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 17:45	X		48	52	57	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
25/06/2024 18:00	X		48	52	57	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 18:15	X		49	52	56	57	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 18:30	X		49	54	56	57	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 18:45	X		49	54	55	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 19:00	X		48	54	55	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 19:15	X		48	54	55	59	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 19:30	X		47	56	56	59	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 19:45	X		47	56	56	59	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 20:00	X		47	53	56	59	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 20:15	X		48	53	56	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 20:30	X		48	51	55	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 20:45	X		48	51	55	60	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 7:00	X		49	51	55	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
								agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 7:15	X		49	51	54	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 7:30	X		49	51	54	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 7:45	X		49	51	54	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 8:00	X		48	51	54	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 8:15	X		48	51	54	58	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 8:30	X		48	50	55	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 8:45	X		48	50	55	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 9:00	X		48	50	55	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 9:15	X		49	51	55	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 9:30	X		49	51	55	60	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 9:45	X		49	51	55	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 21:00		X	53	50	58	56	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
25/06/2024 21:15		X	53	49	57	56	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 21:30		X	52	49	56	56	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 21:45		X	51	48	56	55	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 22:00		X	52	48	55	55	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 22:15		X	52	47	55	56	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 22:30		X	51	47	55	56	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 22:45		X	53	47	55	57	49	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 23:00		X	52	46	54	57	49	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 23:15		X	54	47	54	58	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 23:30		X	54	53	55	58	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
25/06/2024 23:45		X	55	52	55	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 0:00		X	55	53	57	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 0:15		X	56	53	57	59	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
								agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 0:30		X	56	54	57	60	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 0:45		X	57	54	56	60	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 1:00		X	57	52	56	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 1:15		X	56	54	55	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 1:30		X	55	52	56	60	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 1:45		X	55	52	57	59	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 2:00		X	54	52	57	59	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 2:15		X	52	51	58	60	45	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 2:30		X	51	50	54	60	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 2:45		X	50	49	53	58	46	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 3:00		X	50	49	54	58	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 3:15		X	51	48	54	58	44	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
26/06/2024 3:30		X	51	47	52	57	42	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 3:45		X	51	47	53	57	42	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 4:00		X	52	46	54	56	42	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 4:15		X	52	46	53	56	42	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 4:30		X	52	47	53	56	41	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 4:45		X	52	47	53	56	42	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 5:00		X	52	48	53	56	43	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 5:15		X	52	48	54	57	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 5:30		X	53	49	54	57	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 5:45		X	53	48	55	57	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 6:00		X	53	48	55	57	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 6:15		X	55	49	56	58	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 6:30		X	55	49	56	58	47	Ruido emitido por fauna y cuerpos de

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
								agua cercanos al punto de medición
26/06/2024 6:45		X	55	50	57	58	48	Ruido emitido por fauna y cuerpos de agua cercanos al punto de medición

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., julio 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Tabla 5-38 Resultados Desglosados de la Medición de Ruido 24 Horas-Punto RA-4 (24 h 96 mediciones)

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
27/06/2024 10:00	X		46	50	53	58	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 10:15	X		46	50	54	58	44	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 10:30	X		46	49	54	59	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 10:45	X		45	49	55	59	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 11:00	X		45	50	55	60	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 11:15	X		45	50	56	60	44	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 11:30	X		45	50	56	60	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 11:45	X		45	50	55	60	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 12:00	X		44	51	55	59	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 12:15	X		44	50	54	58	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 12:30	X		44	50	54	58	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 12:45	X		45	50	54	59	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 13:00	X		45	49	55	59	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 13:15	X		46	49	56	58	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 13:30	X		46	50	54	58	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 13:45	X		47	49	56	59	43	Ruido de fauna endémica

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
27/06/2024 14:00	X		46	49	55	59	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 14:15	X		47	51	56	59	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 14:30	X		47	51	55	58	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 14:45	X		47	52	56	58	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 15:00	X		48	51	56	58	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 15:15	X		48	51	56	59	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 15:30	X		48	52	56	59	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 15:45	X		48	52	56	58	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 16:00	X		50	54	58	58	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 16:15	X		50	54	58	59	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 16:30	X		50	54	57	58	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 16:45	X		50	55	57	58	44	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 17:00	X		50	54	56	58	44	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 17:15	X		50	55	56	58	42	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 17:30	X		46	48	52	58	45	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 17:45	X		46	48	52	59	45	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 18:00	X		46	49	52	58	45	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 18:15	X		46	49	52	57	45	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 18:30	X		48	51	53	57	45	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 18:45	X		49	51	53	58	46	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 19:00	X		49	51	53	58	45	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 19:15	X		49	51	54	59	44	Ruido de fauna endémica

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
27/06/2024 19:30	X		49	51	54	59	44	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 19:45	X		48	50	54	59	44	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 20:00	X		47	50	55	59	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 20:15	X		47	49	54	58	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 20:30	X		47	49	54	59	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 20:45	X		46	49	54	60	43	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 7:00	X		46	48	55	59	42	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 7:15	X		45	48	55	58	42	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 7:30	X		45	48	55	59	43	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 7:45	X		45	48	56	59	44	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 8:00	X		45	48	56	58	42	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 8:15	X		46	48	55	58	42	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 8:30	X		46	48	55	59	42	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 8:45	X		46	50	55	59	44	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 9:00	X		47	50	54	59	44	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 9:15	X		47	50	54	59	44	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 9:30	X		47	50	54	59	44	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 9:45	X		46	49	54	58	43	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 21:00		X	47	47	49	52	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 21:15		X	47	48	50	54	40	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 21:30		X	48	49	51	56	35	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 21:45		X	50	50	53	56	37	Ruido de fauna endémica

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
27/06/2024 22:00		X	51	53	58	68	38	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 22:15		X	50	50	53	57	38	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 22:30		X	49	49	51	53	37	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 22:45		X	47	47	49	54	37	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 23:00		X	47	46	48	52	36	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 23:15		X	46	46	48	51	33	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 23:30		X	50	50	52	56	41	Ruido de fauna endémica
27/06/2024 23:45		X	63	68	76	88	47	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 0:00		X	58	59	61	65	47	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 0:15		X	66	72	80	92	49	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 0:30		X	48	48	50	55	40	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 0:45		X	47	46	48	52	36	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 1:00		X	46	46	48	51	33	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 1:15		X	50	50	52	56	41	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 1:30		X	63	68	76	88	47	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 1:45		X	58	59	61	65	47	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 2:00		X	43	42	43	48	38	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 2:15		X	44	42	43	45	40	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 2:30		X	43	42	42	46	36	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 2:45		X	44	42	43	45	38	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 3:00		X	44	42	43	45	39	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 3:15		X	53	52	52	53	45	Ruido de fauna endémica

Hora	Diurno	Nocturno	Laeq (dB)	LA90 (dB)	LA10 (dB)	Lamax (dB)	Lamin (dB)	Observaciones
28/06/2024 3:30		X	45	44	45	52	38	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 3:45		X	46	44	44	46	40	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 4:00		X	46	44	44	46	41	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 4:15		X	45	44	44	46	42	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 4:30		X	44	43	43	45	38	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 4:45		X	45	43	43	45	40	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 5:00		X	47	45	45	47	43	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 5:15		X	44	42	42	44	36	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 5:30		X	45	44	44	46	36	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 5:45		X	46	44	44	46	41	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 6:00		X	45	44	44	46	42	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 6:15		X	44	43	43	45	38	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 6:30		X	45	43	43	45	40	Ruido de fauna endémica
28/06/2024 6:45		X	47	45	45	47	43	Ruido de fauna endémica

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., julio 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

5.1.10.5 Conclusiones

- > En las áreas con uso de suelo Agrícola Residencial (AR) (puntos de medición RA-5, RA-6, RA-7, RA-8, RA-9, RA-10 y RA-11), los resultados de las mediciones de presión sonora para horario diurno oscilan entre 38 y 41 dB, y para horario nocturno oscilan entre 39 y 43 dB, es decir, los rangos se encuentran dentro de los niveles máximos de emisión de ruido para horarios diurno y nocturno, conforme la Tabla 1 del Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A.
- > Las mediciones de ruido ambiental (diurno y nocturno) ejecutadas en los puntos de medición RA-1, RF1, RF2 y RF3 (ubicados en bosque nativo en la cercanía de la plataforma existente Oglán 2 y vía de acceso desde la plataforma Oglán 3 hasta la plataforma Oglán 2), con un uso de suelo de Protección Ecológica (PE) y Recursos Naturales (RN), no se comparan con un nivel máximo de emisión, ya que conforme a lo establecido en Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, la Autoridad Ambiental Nacional es quien determinará los niveles máximos de emisión de ruido en este tipo de uso de suelo. Los niveles mínimos de presión sonora diurna registrados tienen un valor de entre 35 y 37 dB, mientras que los valores máximos de presión sonora nocturna varían entre 45 y 47 dB, 10 dB superior a los registrados a nivel diurno.

- > La medición de ruido de 24 horas en los puntos RA-2 y RA-4 (ubicados dentro del BVP CEPLOA, y cercanos a la vía de acceso desde la plataforma Oglán 3 hasta la plataforma Oglán 2 proyectada) obtuvo resultados suficientes según lo correspondiente al estudio del nivel de ruido ambiental natural existente en la zona que establece el Anexo 4 del Anexo 5 del A. M. 097-A, ya que el mismo abarca el área del proyecto identificada como uso de suelo PE y RN según el análisis de la información oficial (GAD Arajuno), la cobertura del área (bosque nativo) e intersección con bosque y vegetación protectora; adicionalmente, este estudio de ruido se enmarcó en la metodología que cita la normativa mencionada para reportar la información base requerida para la determinación de los niveles máximos permisibles en este tipo de uso de suelo por parte de la Autoridad Ambiental Nacional. Los resultados del punto RA-2 de las 96 mediciones del muestreo de 24 horas indica un LA90 diurno más bajo de 47 dB y más alto de 56 dB, y un LA90 nocturno más bajo de 46 y más alto de 54 dB. Los resultados del punto RA-4 de las 96 mediciones del muestreo de 24 horas indica un LA90 diurno más bajo de 48 dB y más alto de 55 dB, y un LA90 nocturno más bajo de 42 y más alto de 72 dB. Los valores indicados de los puntos RA-2 y RA-4 corresponden a valores de línea base.

5.1.11 Calidad del Suelo y Edafología

5.1.11.1 *Aspectos Metodológicos Generales*

La edafología estudia el suelo, su formación, clasificación y relación con el medio ambiente; mientras que la evaluación de la calidad del suelo es fundamental para comprender sus características naturales, su potencial productivo y su capacidad para sustentar la vida.

5.1.11.1.1 Planificación del Muestreo

Previo al trabajo de campo, se realizó un exhaustivo análisis de la información cartográfica disponible y de la normativa vigente. Con base en esta información, se definieron los puntos de muestreo, considerando factores como el proyecto, la fisiografía del suelo y el objetivo de la campaña.

5.1.11.1.2 Trabajo de Campo

En la fase de campo, desarrollada entre junio y agosto de 2024, para el componente edafológico se realizaron las calicatas, mientras que para calidad del suelo se tomaron muestras simples o compuestas, definidas en la fase de planificación.

Las muestras de suelo recolectadas se sometieron a una serie de análisis fisicoquímicos en el laboratorio, incluyendo la determinación de pH, arsénico, azufre, bario, cadmio y otros determinados previamente en la planificación del muestreo.

5.1.11.1.3 Interpretación de Resultados

Los resultados de los análisis de laboratorio se compararon con los criterios de calidad de suelo establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, lo que permitió identificar las unidades de suelo y aquellas que presentan alguna condición natural, degradación o contaminación. Con base en esta información, se elaboraron mapas temáticos que muestran la distribución espacial de los diferentes atributos de calidad del suelo.

5.1.11.2 *Calidad del Suelo*

5.1.11.2.1 Metodología

Con el objetivo de caracterizar ambientalmente el área destinada a la construcción de la plataforma Oglán 3, incluyendo su línea de flujo, acceso y escombreras, se llevó a cabo un muestreo de suelo mediante la toma de muestras simples y compuestas. Este proceso se realizó considerando las particularidades del proyecto y cumpliendo con los estándares establecidos en la normativa ambiental aplicable.

Para la plataforma Oglán 3 se tomó una muestra de suelo compuesta de 15 submuestras distribuidas en el área proyectada para la infraestructura (submuestras tomadas en sitios accesibles), como se muestra en la Figura 5-63.

Cabe mencionar que la muestra compuesta fue tomada por el laboratorio acreditado Gruentec Cía. Ltda. (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio), en cumplimiento de lo establecido en el subnumeral 4.5.1.1 del numeral 4.5 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, donde señala:

“4.5.1.1 Se tomará una muestra compuesta por cada 100 ha, formada por 15 a 20 submuestras georreferenciadas, cada una con un peso no inferior a 0,5 kg, tomadas a una profundidad entre 0 y 30 cm. Las submuestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se tomará un peso de entre 0,5 y 1,0 kg, que servirá para realizar los análisis requeridos.”

Según el Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, se realizó un muestreo de la infraestructura lineal. Para ello, se tomaron muestras simples cada 5 km de acuerdo con lo indicado en el Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, donde señala: ***“4.5.1.2 Para los proyectos lineales (vialidad, sistemas de riego, conducciones de agua potable) se tomará una muestra de suelos por cada 5 km.”*** y muestras compuestas para obtener una caracterización general del área, de acuerdo con el siguiente detalle:

- > Se recolectó una muestra compuesta de 15 alícuotas a lo largo de 2,15 km en la vía de acceso entre las plataformas Oglán 3 y Oglán 2 (ver Figura 5-64).
- > Se recolectó una muestra compuesta de 15 alícuotas a lo largo de 3,39 km a lo largo de la línea de flujo plataforma Oglán 3 y empate línea de flujo Villano, sector Colonia Bolívar (ver Figura 5-65).
- > Se recolectó una muestra compuesta de 15 alícuotas a lo largo de 4,2 km en la vía de acceso desde la vía Arajuno hacia Oglán 3 (ver Figura 5-641).

Para las escombreras proyectadas se tomaron muestras simples conforme lo indicado en el numeral 4.5.1.1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, se presenta en la Figura 5-66.

De la misma manera, y para generar información puntual, se vio necesaria la toma de muestras simples sobre la infraestructura lineal proyectada, es decir, línea de flujo y vías de acceso; tomando de esta manera 7 muestras simples de suelo distribuidas en una longitud de 10,67 km para línea de flujo y 8,68 km para vía de acceso (6,53 km desde la vía Arajuno hacia la plataforma Oglán 3 y 2,15 km desde la plataforma Oglán 3 hacia la plataforma Oglán 2). De igual manera, estas muestras simples fueron tomadas por parte del laboratorio acreditado Gruentec (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio).

Las cadenas de custodia de las muestras compuestas y simples de suelo tomadas se presentan en el Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.2. Cadenas de Custodia; B.1.2.4. Suelo. Y el detalle de los muestreos simples y compuestos realizados se presenta en la Tabla 5-40 y Tabla 5-41.

5.1.11.2.2 Puntos de Muestreo

Plataforma Oglán 3

En la Figura 5-63 se muestra las 15 submuestras de suelo distribuidas en el área donde se proyecta la plataforma Oglán 3 conformando así la muestra compuesta MS9-O3 (la plataforma posee una extensión aproximada de 2,09 ha); de igual manera, en la figura se puede observar que esta área posee un solo tipo de suelo, es decir, se cumple con lo señalado en el numeral 4.5.1.1 del Anexo 2 del A. M. 97-A respecto a criterios de muestreo.

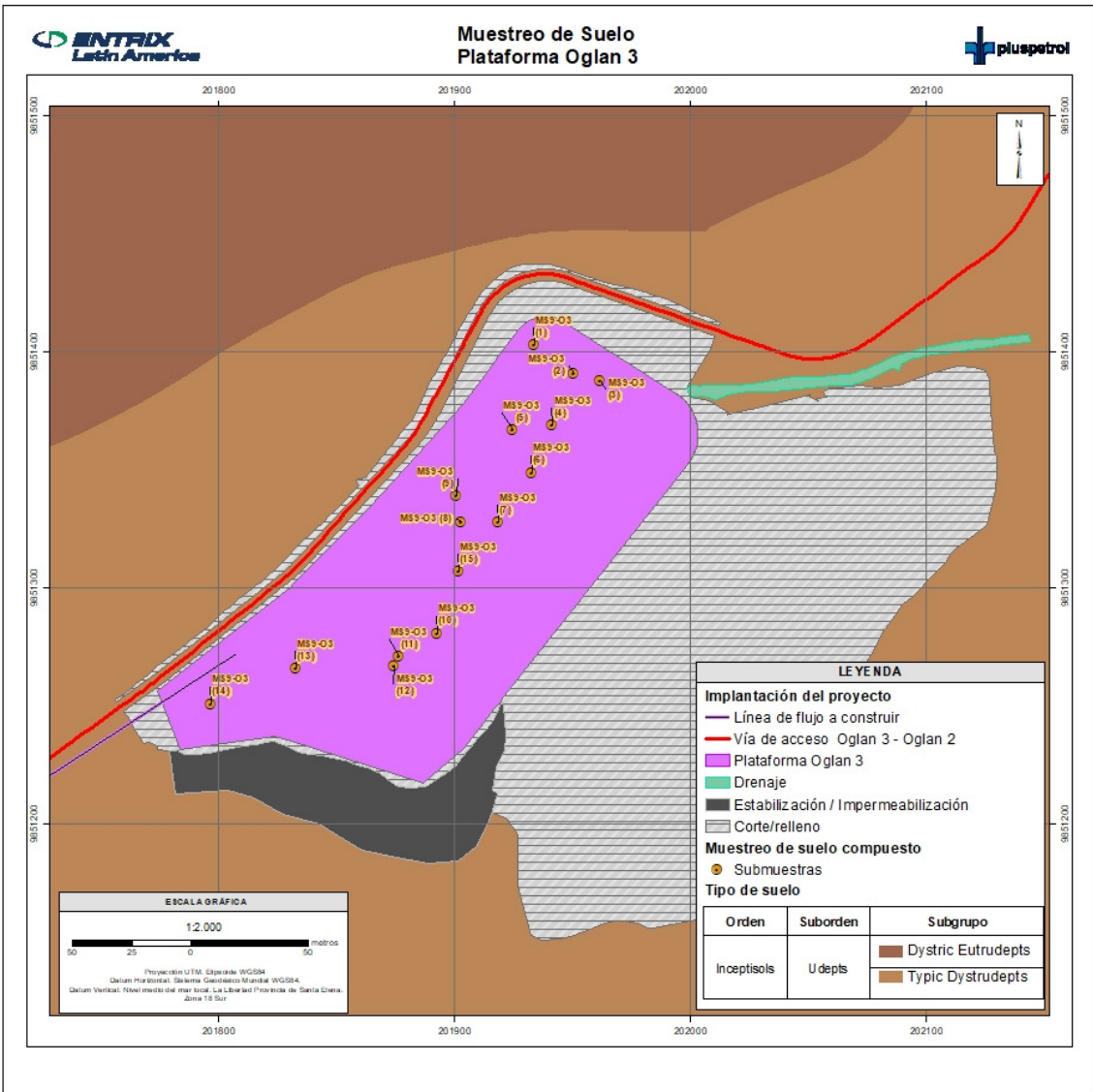


Figura 5-63 Unidades de Muestreo en Plataforma Oglán 3

Fuente: Levantamiento en campo, junio 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Vías de Acceso y línea de flujo

La longitud de la vía de acceso proyectada es de aproximadamente 8,68 km, (6,53 km vía de acceso desde la vía Arajuno hasta Oglán 3 y 2,15 km vía de acceso Oglán 3 hasta Oglán 2) sobre esta distancia se ha tomado 5 muestras de suelo simple (MS2-O2, MS7-VIA, MS10-VIA, MS12-LF y MS14-ESC) y dos muestras de suelo compuesto (MS6-VIA y MS22-VIA), considerando tanto la distancia señalada en el artículo 4.5.1.2 del Anexo 2 del A. M. 097-A (una muestra de suelo cada 5 km) como la fisiografía presente en el área de estudio, de tal forma que se pueda disponer de información completa del área y se presenta en la Figura 5-64.

En complemento a lo antes indicado, cabe mencionar que existen muestras tomadas que, por su ubicación, son representativas al muestreo tanto en la línea de flujo como en la vía de acceso, puntualmente son:

- > Muestras simples: MS10-VIA, MS12-LF y MS14-ESC
- > Muestras compuestas: MS22-VIA

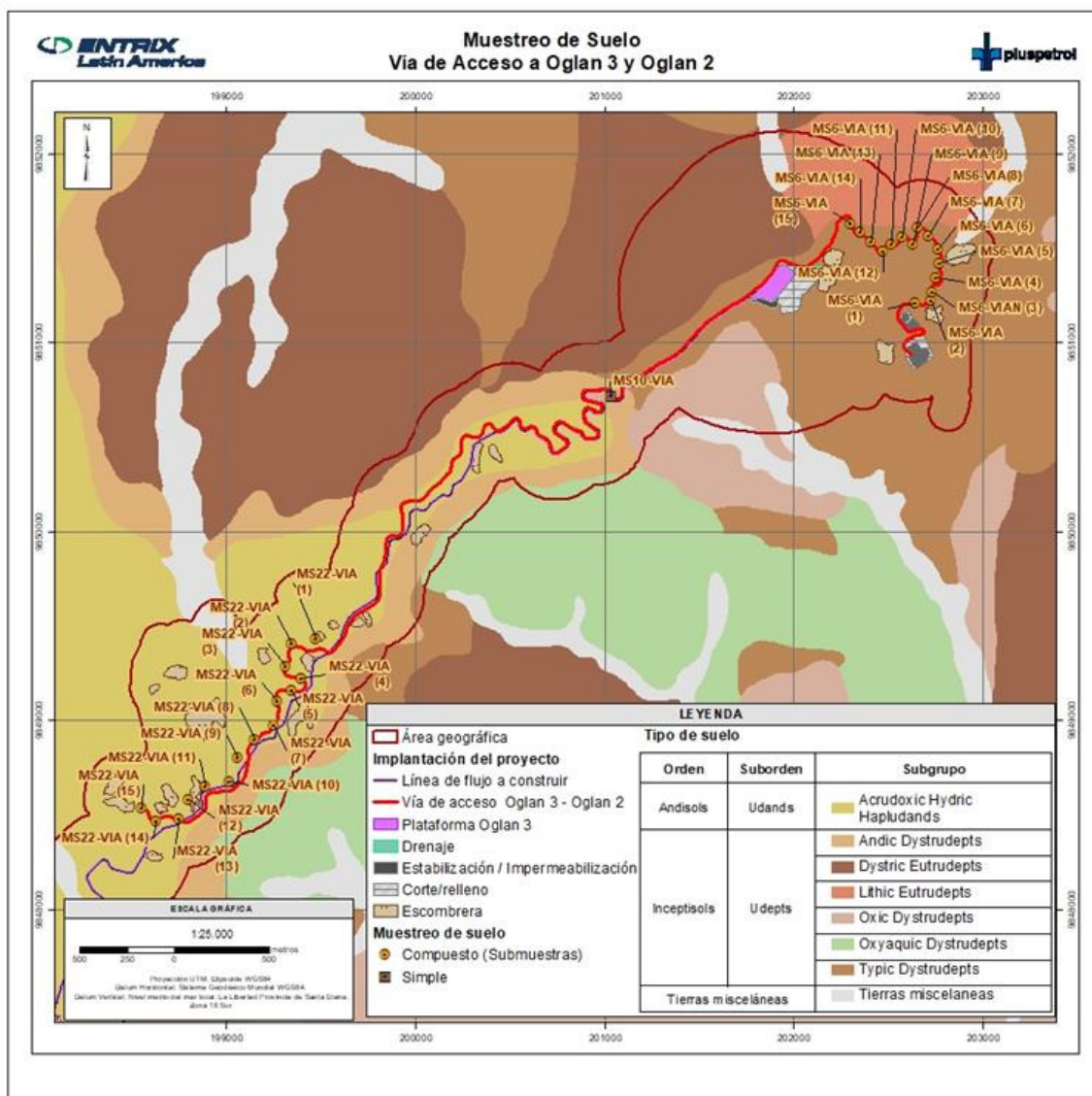


Figura 5-64 Unidades de Muestreo en Vía de Acceso hacia Oglán 3 y Vía de Acceso Oglán 3 hacia Oglán 2

En la Figura 549 se presentan los puntos de muestreo para la línea de flujo cuya longitud proyectada es de unos 10,66 km, sobre esta distancia se tomaron 5 muestras de suelo simple (MS10-VIA, MS12-LF, MS14-ESC, MS35-LF y MS36-TIE_IN) y dos muestras de suelo compuesto (MS22-VIA y MS33-LF), considerando la distancia del artículo 4.5.1.2 del Anexo 2 del A. M. 097-A (una muestra de suelo cada 5 km) y la fisiografía del área de estudio.

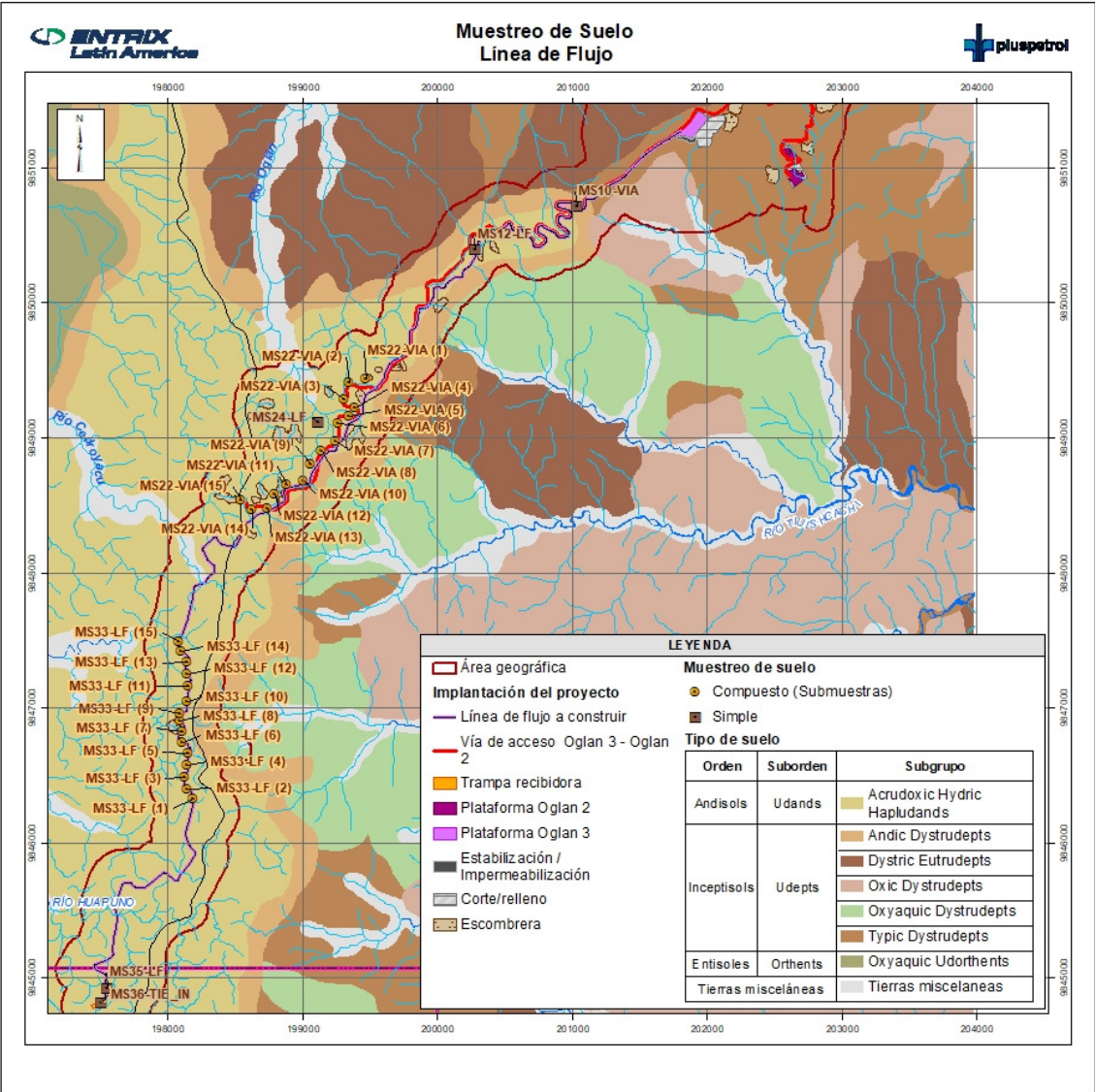


Figura 5-65 Unidades de Muestreo Línea de Flujo Plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)

Fuente: Levantamiento en campo, junio - agosto 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Escombreras

Adicional a lo antes indicado, y considerando que existen áreas destinadas para escombreras, se tomaron 24 muestras simples de suelo en estos lugares, muestreos que permiten conocer las características fisicoquímicas del suelo en estas áreas, como se presenta en la Figura 5-66

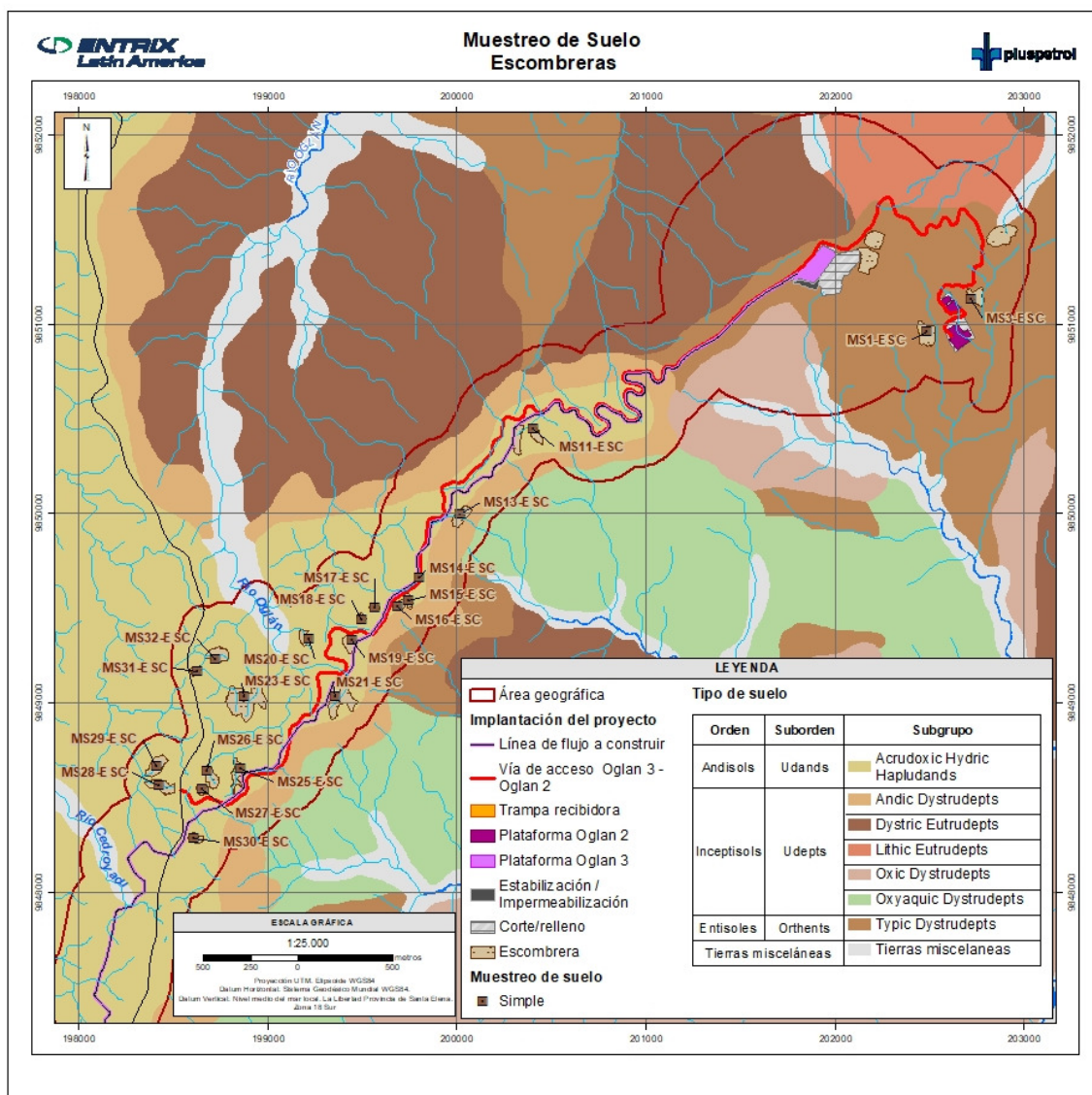


Figura 5-66 Unidades de Muestreo Escombreras

Fuente: Levantamiento en campo, junio - agosto 2024

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Finalmente, conforme el numeral 4.5 del Anexo 2 del A. M. 097-A, todas las muestras de suelo tomadas se recolectaron manualmente en el perfil superficial (profundidades de hasta 30 cm), se mezclaron para tener una muestra homogénea y se embalaron en fundas plásticas que se transportaron hasta el laboratorio Gruentec Cía. Ltda., acreditado ante el SAE, en una caja térmica a baja temperatura mediante una cadena de custodia (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio) (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.2. Cadenas de Custodia; B.1.2.4. Suelo).

En la Tabla 5-39 se presentan los parámetros analizados y los criterios de calidad establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A conforme lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 100-A en su disposición transitoria primera que señala: "(...) hasta la emisión de dichas normas, se aplicará lo determinado en el

Código Orgánico del Ambiente y su Reglamento y en el Acuerdo Ministerial 097-A Registro Oficial No. 387 de 4 de noviembre de 2015, en lo que fuere aplicable". Cabe señalar que el levantamiento de línea base de suelo se centró en analizar e identificar compuestos de la composición de un hidrocarburo, como se muestra a continuación.

Tabla 5-39 Parámetros Analizados para Calidad de Suelo

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M. 097-A
pH	Unid, pH	6-8
Conductividad	us/cm	200
Arsénico	mg/kg	12
Azufre	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Cadmio	mg/kg	0,5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo	mg/kg	54
Estaño	mg/kg	5
Mercurio	mg/kg	0,1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60
Cromo hexavalente	mg/kg	0,4
Acenafteno	mg/kg	0,1
Acenaftileno	mg/kg	0,1
Antraceno	mg/kg	0,1
Benzo (a) antraceno	mg/kg	0,1
Benzo (a) pireno	mg/kg	0,1
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg	0,1
Benzo (g, h, i) perileno	mg/kg	0,1
Benzo (k) fluoranteno	mg/kg	0,1
Criseno	mg/kg	0,1
Dibenzo (a, h) antraceno	mg/kg	0,1
Fenantreno	mg/kg	0,1
Fluoranteno	mg/kg	0,1
Fluoreno	mg/kg	0,1

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M. 097-A
Indeno (1, 2, 3 c, d) pireno	mg/kg	0,1
Naftaleno	mg/kg	0,1
Pireno	mg/kg	0,1
Hidrocarburos Totales de petróleo (C8-C40)	mg/kg	150

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

En la Tabla 538 y 539, se presentan los puntos de toma de muestra del componente suelo para este proyecto, muestras compuestas y simples indicadas en la sección anterior.

Tabla 5-40 Ubicación de Puntos de Muestreo Compuesto

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Código de la Submuestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de toma de muestra	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)			
MS6-VIA	Vía de acceso Oglán 3 hasta Oglán 2	MS6-VIA (01)	202644	9851210	29/6/24	Muestra compuesta conformada por 15 alícuotas tomadas a lo largo de la vía de acceso	
		MS6-VIA (02)	202727	9851222			
		MS6-VIA (03)	202736	9851269			
		MS6-VIA (04)	202755	9851344			
		MS6-VIA (05)	202774	9851418			
		MS6-VIA (06)	202767	9851493			
		MS6-VIA (07)	202717	9851563			
		MS6-VIA (08)	202659	9851611			
		MS6-VIA (09)	202636	9851523			
		MS6-VIA (10)	202576	9851560			
		MS6-VIA (11)	202519	9851523			
		MS6-VIA (12)	202477	9851486			
		MS6-VIA (13)	202408	9851535			
		MS6-VIA (14)	202352	9851582			
		MS6-VIA (15)	202305	9851629			
MS9-O3	Plataforma Oglán 3	MS9-O3 (01)	201962	9851388	01/7/2024	Muestra compuesta conformada por 15 alícuotas tomadas en el área donde se proyecta la plataforma Oglán 3	
		MS9-O3 (02)	201951	9851391			
		MS9-O3 (03)	201942	9851369			
		MS9-O3 (04)	201925	9851367			
		MS9-O3 (05)	201933	9851349			
		MS9-O3 (06)	201901	9851339			

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Código de la Submuestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de toma de muestra	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)			
		MS9-O3 (07)	201934	9851403			 
		MS9-O3 (08)	201903	9851328			
		MS9-O3 (09)	201902	9851307			
		MS9-O3 (10)	201893	9851281			
		MS9-O3 (11)	201877	9851271			
		MS9-O3 (12)	201875	9851267			
		MS9-O3 (13)	201833	9851266			
		MS9-O3 (14)	201797	9851251			
		MS9-O3 (15)	201919	9851328			
MS22-VIA	Vía de acceso hasta la plataforma Oglán 3	MS22-VIA (01)	199475	9849431	27/6/2024	Punto de monitoreo localizado en lo largo de la proyección de la vía de acceso hacia la plataforma Oglán 3. Área de muestreo de vegetación arbustiva y bosques primarios.	
		MS22-VIA (02)	199346	9849405			
		MS22-VIA (03)	199313	9849285			
		MS22-VIA (04)	199398	9849225			
		MS22-VIA (05)	199346	9849159			
		MS22-VIA (06)	199270	9849104			
		MS22-VIA (07)	199249	9848976			

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Código de la Submuestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de toma de muestra	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)			
		MS22-VIA (08)	199150	9848902			
		MS22-VIA (09)	199062	9848804			
		MS22-VIA (10)	199017	9848678			
		MS22-VIA (11)	198891	9848650			
		MS22-VIA (12)	198797	9848585			
		MS22-VIA (13)	198748	9848480			
		MS22-VIA (14)	198630	9848469			
		MS22-VIA (15)	198552	9848538			
MS33-LF	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	MS33-LF (01)	198191	9846323	10/8/2024	La muestra compuesta está formada por 15 alícuotas tomadas a lo largo de la línea de flujo. El sector está rodeado de vegetación y se encuentra cerca de fincas dedicadas a la agricultura y la ganadería.	
		MS33-LF (02)	198154	9846399			
		MS33-LF (03)	198131	9846489			
		MS33-LF (04)	198147	9846570			
		MS33-LF (05)	198162	9846667			
		MS33-LF (06)	198115	9846747			
		MS33-LF (07)	198113	9846822			

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Código de la Submuestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de toma de muestra	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)			
		MS33-LF (08)	198098	9846903			
		MS33-LF (09)	198101	9846960			
		MS33-LF (10)	198149	9847042			
		MS33-LF (11)	198161	9847158			
		MS33-LF (12)	198150	9847250			
		MS33-LF (13)	198148	9847338			
		MS33-LF (14)	198105	9847417			
		MS33-LF (15)	198093	9847487			 

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., julio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Tabla 5-41 Ubicación de los Puntos de Muestreo Simple

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS1-ESC	Escombrera 23 (proyectada)	26/6/2024	202474	9850949	En escombrera 23 (proyectada) de la vía de acceso Oglán 3 a Oglán 2	
MS2-02	Vía de acceso proyectada desde Oglán 3 a Oglán 2	26/6/2024	202574	9851181	En vía de acceso proyectada desde Oglán 3 a Oglán 2	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS3-ESC	Escombrera 22 (proyectada)	26/6/2024	202724	9851147	En escombrera 22 (proyectada) de la vía de acceso Oglán 3 a Oglán 2	
MS4-ESC	Escombrera 21 (proyectada)	25/6/2024	202848	9851462	En escombrera 21 (proyectada) de la vía de acceso Oglán 3 a Oglán 2	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS8-ESC	Escombrera de plataforma Oglán 3 (proyectada)	01/7/2024	202150	9851409	En escombrera de plataforma Oglán 3 (proyectada)	
MS10-VIA	Vía de acceso y línea de flujo proyectadas hacia Oglán 3	01/7/2024	201048	9850702	En vía de acceso y línea de flujo proyectada hacia Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS11-ESC	Escombrera 14 (proyectada)	25/6/2024	200410	9850443	En escombrera 14 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS12-LF	Vía de acceso y línea de flujo proyectadas hacia Oglán 3	26/6/2024	200282	9850396	En vía de acceso y línea de flujo proyectada hacia Oglán 3	
MS13-ESC	Escombrera 12 (proyectada)	26/6/2024	200018	9850006	En escombrera 12 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS14-ESC	Vía de acceso y línea de flujo proyectadas hacia Oglán 3 y escombrera 11 proyectada	25/6/2024	199797	9849664	Cercana a vía de acceso y línea de flujo proyectadas hacia Oglán 3 y escombrera 11 proyectada	
MS15-ESC	Escombrera 10 (proyectada)	26/6/2024	199744	9849520	En escombrera 10 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS16-ESC	Escombrera 9 (proyectada)	26/6/2024	199685	9849508	En escombrera 9 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS17-ESC	Escombrera 8 (proyectada)	27/6/2024	199565	9849503	En escombrera 8 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS18-ESC	Escombrera 7 (proyectada)	27/6/2024	199507	9849439	En escombrera 7 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS19-ESC	Escombrera 5 (proyectada)	27/6/2024	199421	9849320	En escombrera 5 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS20-ESC	Escombrera 19 (proyectada)	27/6/2024	199222	9849343	En escombrera 19 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS21-ESC	Escombrera 4 (proyectada)	27/6/2024	199352	9849033	En escombrera 4 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS23-ESC	Escombrera 6 (proyectada)	29/6/2024	198882	9849033	En escombrera 6 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS24-LF	Vía de acceso y línea de flujo proyectadas hacia Oglán 3	29/6/2024	199123	9849110	Blanco de línea de flujo	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS25-ESC	Escombrera 2 (proyectada)	27/6/2024	198861	9848653	En escombrera 2 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS26-ESC	Escombrera 3 (proyectada)	24/6/2024	198667	9848642	En escombrera 3 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS27-ESC	Escombrera 1 (proyectada)	24/6/2024	198651	9848536	En escombrera 1 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS28-ESC	Escombrera 20 (proyectada)	24/6/2024	198423	9848563	En escombrera 20 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS29-ESC	Escombrera 18 (proyectada)	24/6/2024	198400	9848661	En escombrera 18 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS30-ESC	Escombrera 17 (proyectada)	24/6/2024	198611	9848278	En escombrera 17 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS31-ESC	Escombrera 15 (proyectada)	24/6/2024	198632	9849169	En escombrera 15 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS32-ESC	Escombrera 16 (proyectada)	24/6/2024	198731	9849229	En escombrera 16 (proyectada) de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3	
MS34-ESC	Escombrera para Línea de Flujo (proyectada)	10/8/2024	198072	9846863	En escombrera proyectada para Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Fecha de toma de muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografías
			Este (m)	Norte (m)		
MS35-LF	Línea de Flujo (proyectada)	11/8/2024	197557	9844926	En Línea de Flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar), proyectada	
MS36-TIE_IN	Tie In de Línea de Flujo (proyectada)	11/8/2024	197510	9844818	En Tie In de Línea de Flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar), proyectada	

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, agosto 2024

5.1.11.2.3 Resultados

A continuación, se presentan los resultados del laboratorio acreditado Gruentec (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio) obtenidos de las muestras levantadas en campo, entre los meses de junio y agosto de 2024. Se marca en color rojo los resultados que sobrepasan el criterio de calidad establecido en la Tabla 1 Criterios de Calidad del Suelo del Anexo 2 A. M., 097A.

Página en blanco

Tabla 5-42 Resultados de Calidad de Suelo

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M.,	ID de las Muestras																	
			MS1- ESC	MS2- 02	MS3- ESC	MS4- ESC	MS5- ESC	MS6- VIA	MS7- VIA	MS8- ESC	MS9- O3	MS10- VIA	MS11- ESC	MS12- LF	MS13- ESC	MS14- ESC	MS15- ESC	MS16- ESC	MS17- ESC	MS18- ESC
		Fecha	26/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	25/6/2024	25/6/2024	29/6/2024	29/6/2024	1/7/2024	1/7/2024	1/7/2024	25/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	25/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	26/6/2024
pH	Unid, pH	6 a 8	5,6	6,2	5,2	5	5,5	5,4	5,6	6,3	5	4,9	5,4	4,8	5,2	4,7	4,9	4,9	4,9	5,3
Conductividad	us/cm	200	50	26	57	26	10	22	200	28	28	16	12	21	22	18	19	31	30	24
Arsénico	mg/kg	12	3,5	5,7	23	3,8	6,5	2,6	0,9	1,1	2,1	1,2	1,7	1,5	1,4	1,7	2,2	5,3	2,6	1,8
Azufre	mg/kg	250	353	<200	275	<200	<200	201	<200	298	363	463	483	574	495	613	618	899	723	591
Bario	mg/kg	200	128	97	141	46	44	398	480	572	615	125	190	376	393	198	208	190	194	165
Cadmio	mg/kg	0,5	0,3	0,5	0,7	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cobalto	mg/kg	10	11	13	16	8,3	11	33	38	55	51	26	18	40	59	11	17	4	9,3	14
Cobre	mg/kg	25	19	17	26	17	17	39	68	50	52	68	30	36	43	23	29	25	28	31
Cromo	mg/kg	54	20	14	24	18	17	104	180	121	158	132	77	138	159	67	71	38	75	83
Estaño	mg/kg	5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	1,2	1,1	0,9
Mercurio	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,2
Molibdeno	mg/kg	5	0,5	<0,2	0,5	0,4	0,3	0,5	0,3	0,5	0,8	0,5	1,2	0,8	0,9	1,3	1,3	3	2,1	1,2
Níquel	mg/kg	19	20	19	21	23	22	36	30	59	42	43	16	22	37	14	15	11	16	17
Plomo	mg/kg	19	5,1	4,4	8,7	5,2	5,1	11	11	11	13	12	14	12	22	12	23	19	17	13
Selenio	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1
Vanadio	mg/kg	76	34	25	42	23	18	94	89	110	106	92	140	183	249	134	140	137	168	178
Zinc	mg/kg	60	43	49	74	49	50	82	93	85	106	61	41	54	61	28	35	22	35	33
Cromo Hexavalente	mg/kg	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acenafteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Acenaftileno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antraceno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (a) antraceno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (a) pireno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (g, h, i) perileno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (k) fluoranteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Criseno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dibenzo (a, h) antraceno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M.,	ID de las Muestras																	
			MS1-ESC	MS2-02	MS3-ESC	MS4-ESC	MS5-ESC	MS6-VIA	MS7-VIA	MS8-ESC	MS9-O3	MS10-VIA	MS11-ESC	MS12-LF	MS13-ESC	MS14-ESC	MS15-ESC	MS16-ESC	MS17-ESC	MS18-ESC
		Fecha	26/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	25/6/2024	25/6/2024	29/6/2024	29/6/2024	1/7/2024	1/7/2024	1/7/2024	25/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	25/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	26/6/2024
Fenantreno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoranteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoreno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Indeno (1, 2, 3 c, d) pireno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Naftaleno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pireno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hidrocarburos Totales de petróleo (C8-C40)	mg/kg	150	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024

Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M., 097A	ID de las Muestras																
			MS19-ESC	MS20-ESC	MS21-ESC	MS22-VIA	MS23-ESC	MS25-ESC	MS26-ESC	MS27-ESC	MS28-ESC	MS29-ESC	MS30-ESC	MS31-ESC	MS32-ESC	MS33-LF	MS34-ESC	MS35-LF	MS36-TIE_IN
		Fecha	26/6/2024	26/6/2024	27/6/2024	27/6/2024	29/6/2024	27/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	10/8/2024	10/8/2024	11/8/2024	11/8/2024
pH	Unid, pH	6 a 8	4,9	4,9	5,2	5,2	4,6	4,9	5,1	4,9	5,4	5,8	4,8	4,7	5,2	4,8	5,1	4,9	5,4
Conductividad	us/cm	200	39	23	12	20	32	17	26	5	9	10	15	10	13	17	8	17	7
Arsénico	mg/kg	12	1,3	3,8	2,1	2,7	3,2	1,8	2	0,5	1,9	1,8	3,7	1,5	2	3,1	1,9	3,3	3,4
Azufre	mg/kg	250	437	920	449	659	630	505	629	249	362	350	1000	466	522	612	443	564	464
Bario	mg/kg	200	107	147	270	280	183	348	158	224	386	241	104	177	156	248	326	343	538
Cadmio	mg/kg	0,5	<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1
Cobalto	mg/kg	10	14	4,2	15	9,8	5,7	21	10	8,8	9,4	4,1	5,2	6,1	5,3	8,6	13	5,9	6,8
Cobre	mg/kg	25	34	22	31	34	30	33	37	30	28	22	33	22	26	38	38	36	42
Cromo	mg/kg	54	137	38	117	86	102	129	108	126	122	98	29	95	77	96	148	123	123
Estaño	mg/kg	5	1	0,8	1,1	1	1	0,9	0,9	0,7	0,9	1	0,7	0,9	0,9	1	0,9	1,2	1,3
Mercurio	mg/kg	0,1	0,1	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,1	0,5	0,4	0,9	0,7	0,6	0,2	0,1	0,2	0,2
Molibdeno	mg/kg	5	1	2,2	1,8	1,9	1,7	1,2	1,2	0,3	1,5	1,4	2,2	1,2	1,4	1,7	1	1,8	2,3
Níquel	mg/kg	19	15	13	21	21	27	23	23	17	23	13	11	17	16	30	31	35	36
Plomo	mg/kg	19	15	14	16	16	12	13	11	7,4	16	14	12	12	12	14	12	15	18
Selenio	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Vanadio	mg/kg	76	189	122	224	190	192	241	158	181	185	182	97	175	76	173	206	199	228
Zinc	mg/kg	60	31	21	34	32	31	34	38	40	28	20	28	25	60	42	40	35	40
Cromo Hexavalente	mg/kg	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acenafteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Acenaftileno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antraceno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (a) antraceno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (a) pireno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (g, h, i) perileno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo (k) fluoranteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M., 097A	ID de las Muestras																
			MS19-ESC	MS20-ESC	MS21-ESC	MS22-VIA	MS23-ESC	MS25-ESC	MS26-ESC	MS27-ESC	MS28-ESC	MS29-ESC	MS30-ESC	MS31-ESC	MS32-ESC	MS33-LF	MS34-ESC	MS35-LF	MS36-TIE_IN
		Fecha	26/6/2024	26/6/2024	27/6/2024	27/6/2024	29/6/2024	27/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	24/6/2024	10/8/2024	10/8/2024	11/8/2024	11/8/2024
Criseno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dibenzo (a, h) antraceno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fenantreno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoranteno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoreno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Indeno (1, 2, 3 c, d) pireno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Naftaleno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pireno	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hidrocarburos Totales de petróleo (C8-C40)	mg/kg	150	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Los informes de resultados constan en el Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados Laboratorio; B.1.4.2 Suelo. Todos los puntos de muestreo se presentan en el Anexo D.- Cartografía, 5.1-11 Mapa de Suelos.

Análisis de Resultados

Los resultados de las muestras tomadas durante el trabajo de campo fueron comparados con los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 “Criterios de calidad de Suelo” Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, conforme lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 100-A, indican que a lo largo de la línea de flujo, vía y escombrera ciertos parámetros analizados se encuentran por encima de los criterios de calidad de suelo, específicamente: azufre, bario, cobalto, cobre, cromo, mercurio, níquel vanadio y zinc; a pesar de que estos fueron realizados en un área natural no intervenida previamente por este tipo de actividades a excepción de las muestras cercanas a la plataforma Oglán 2 (Muestras simples MS2-02 y Muestra Compuesta MS6-VÍA), como se puede observar en la Tabla 5-42. El análisis se presenta a continuación:

pH

Dependiendo del material parental, el suelo puede tener pH ácido o básico. Por ejemplo, si el material parental es cuarzo, granito o feldespatos, el suelo tendrá un pH ácido. Si el material parental es calcita (CaCO_3) naturalmente el suelo tendrá un pH básico, y la descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos heterótrofos incrementa la concentración de CO_2 en el suelo, cinco veces mayor (2500 ppm) de media que en el aire que respiramos (400 ppm). Este CO_2 acidifica la solución del suelo a través de la producción de ácido carbónico (H_2CO_3), el cual libera protones (H^+) a la solución, que paulatinamente pueden acidificar el suelo; así también en climas de alta precipitación ocurre un lavado de bases (Ca, Mg, Na, K) y el suelo se acidifica, predominando los cationes ácidos (Al^{+3} , Fe^{+3} , Mn^{+2}). (Ortega, 2022).

Como se puede apreciar en la Figura 5-67 y la Tabla 5-42, las muestras MS1-ESC, MS3-ESC, MS4-ESC, MS5-ESC, MS6-VIA, MS7-VIA, MS9-O3, MS10-VIA, MS11-ESC, MS12-LF, MS13-ESC, MS14-ESC, MS15-ESC, MS16-ESC, MS17-ESC, MS18-ESC, MS19-ESC, MS20-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS23-ESC, MS25-ESC, MS26-ESC, MS27-ESC, MS28-ESC, MS29-ESC, MS30-ESC, MS31-ESC, MS32-ESC, MS33-LF, MS34-ESC, MS35-LF y MS36-TIE_IN, se encuentran fuera del rango de los criterios de calidad de suelo (CCS) establecidos por la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A. Presentan valores menores a 6, lo que indica que las muestras son ligeramente ácidas. Este valor está asociado a condiciones naturales del tipo de suelo, relacionado a la humedad de la región, que acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica generando una acidez en los suelos. Es importante considerar que el rango de pH óptimo para la mayoría de las plantas oscila entre 5,5 y 7,0; sin embargo, muchas plantas se han adaptado para crecer con valores de pH fuera de este rango.

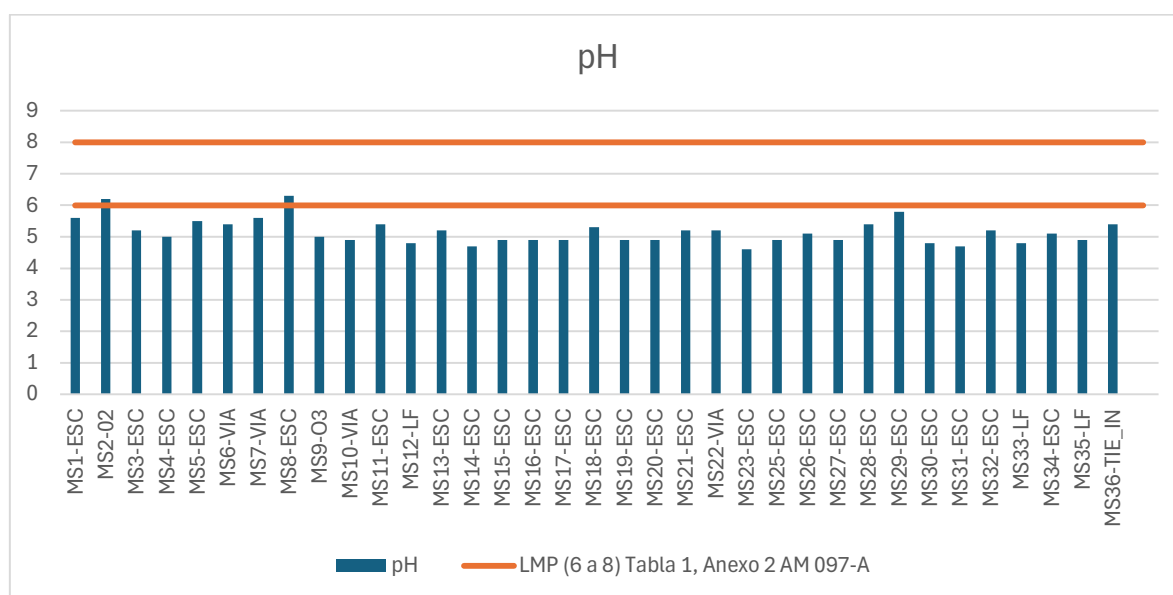


Figura 5-67 Análisis de Resultados de pH

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Arsénico

El arsénico ocupa el lugar 20 en abundancia de los elementos en la corteza terrestre y está presente de manera natural en suelos, rocas, cuerpos de agua, atmósfera y organismos de formas inorgánica, orgánica y metilada (Edelweiss Airam Rangel Montoya, 2015). Su concentración en suelos no intervenidos puede variar ampliamente, dependiendo de las características geológicas y mineralógicas del área.

Como se puede apreciar en la Figura 5-68 y la Tabla 5-42, la muestra MS3-ESC presenta una concentración de 23 mg/kg, superior al límite de 12 mg/kg, fuera del rango de los criterios de calidad de suelo establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A. Sin embargo, este rango se encuentra dentro del rango natural documentado para suelos de origen volcánico o andino, que pueden presentar concentraciones de arsénico entre 2,7 y 8,2 mg/kg en promedio, alcanzando valores máximos de hasta 40 mg/kg en condiciones geogénicas específicas (Mollinedo-García & Vargas-Azofeifa, 2020), e incluso 50 mg/kg según lo establecido por la EPA (2015).

En comparación con las demás muestras de suelo, cuyos valores oscilan entre 0,5 y 6,5 mg/kg, el punto MS3-ESC presenta una concentración que sobresale dentro del conjunto de datos, constituyendo una variación geoquímica localizada. Esta diferencia se puede atribuir a la variabilidad mineralógica natural del terreno en la región amazónica, caracterizada por una compleja geología que incluye depósitos coluvio-aluviales (ver ítem 5.1.5 Geomorfología), cenizas volcánicas de tipo andesíticas y componentes del suelo originados por degradación geológica heterogénea. En este tipo de entornos con origen geológico mixto, es común que los suelos presenten diferencias significativas en su composición química incluso en distancias cortas, debido a la distribución desigual de minerales y metales traza en el material parental. En el caso de MS3-ESC, la presencia puntual de materiales con mayor contenido de óxidos o sulfuros que contienen arsénico puede explicar la elevación natural de este parámetro.

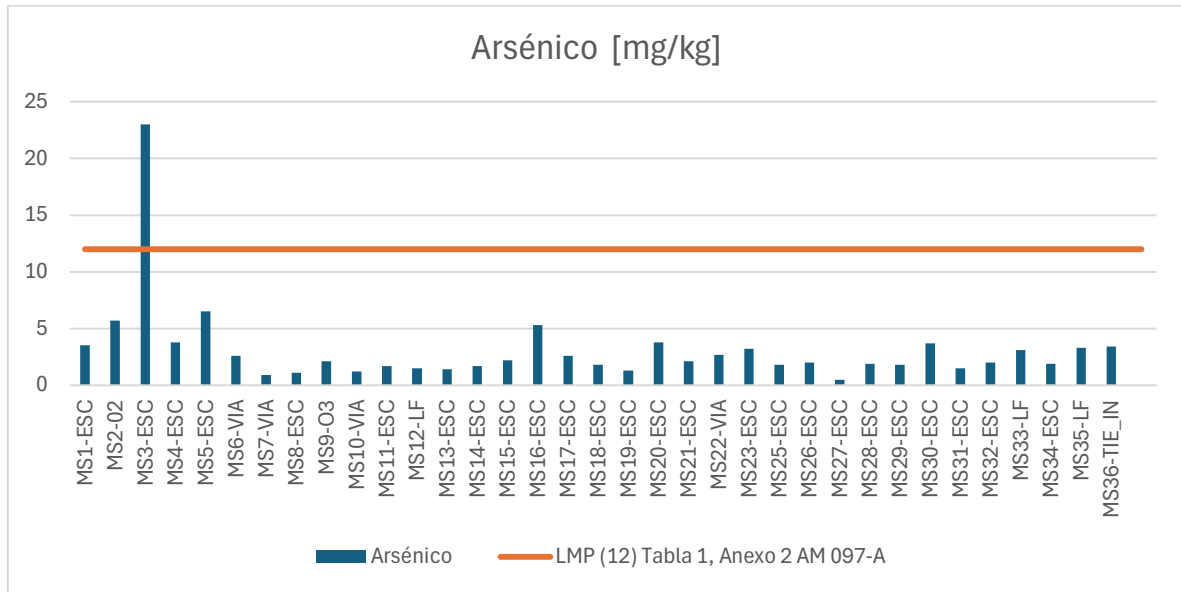


Figura 5-68 Análisis de Resultados de Arsénico

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Azufre

El azufre es un elemento químico no metálico, sólido, de color amarillo, muy abundante en la naturaleza, de forma libre y combinado (sulfuros, sulfatos) (María Del Pilar Vallejo, 2001).

La corteza terrestre contiene entre 0,06 y 0,10 % de azufre que se encuentra en forma nativa en depósitos volcánicos, evaporitas en lechos y domos de sal. El azufre también se puede asociar con minerales en forma de sulfuros como calcopirita, pirrotita, esfalerita, galena, arsenopirita y pirita, y sulfatos, como anhidrita, barita y yeso (Adriano Reis Lucheta, 2012).

En la Figura 5-69 y en la Tabla 5-42 se presentan los resultados obtenidos para las muestras MS1-ESC, MS3-ESC, MS8-ESC, MS9-O3, MS10-VIA, MS11-ESC, MS12-LF, MS13-ESC, MS14-ESC, MS15-ESC, MS16-ESC, MS17-ESC, MS18-ESC, MS19-ESC, MS20-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS23-ESC, MS25-ESC, MS26-ESC, MS28-ESC, MS29-ESC, MS30-ESC, MS31-ESC, MS32-ESC, MS33-LF, MS34-ESC, MS35-LF y MS36-TIE_IN, encontrándose concentraciones de azufre por encima de los criterios de calidad definidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Teniendo en consideración que la gran parte de estas muestras (todas, excepto las contiguas a la plataforma Oglán 2: muestra simple MS2-02 y muestra compuesta MS6-VÍA) fueron tomadas en zonas no intervenidas por actividades antrópicas, estos valores pueden ser atribuibles a condiciones naturales de la zona en estudio.

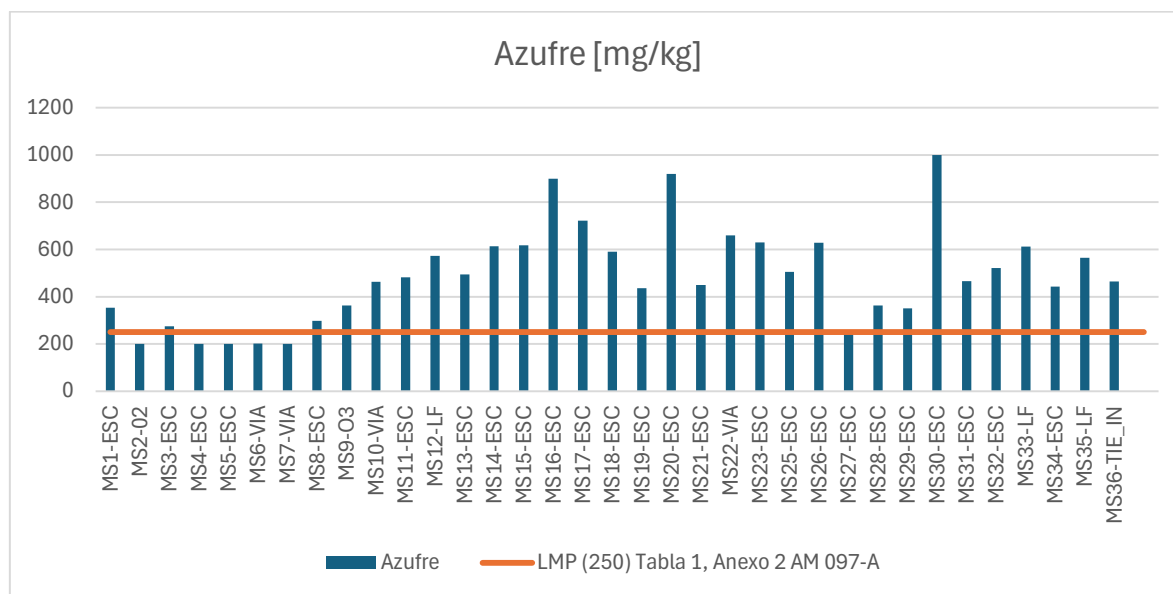


Figura 5-69 Análisis de Resultados de Azufre

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Bario

El bario se encuentra naturalmente combinado con otros elementos, a menudo se encuentra en la naturaleza en forma de depósitos minerales subterráneos, entrando en contacto con el ambiente cuando se minan, refinan y manufacturan compuestos o se quema carbón o petróleo; el tiempo de permanencia del bario en el ambiente es relativamente alto y tiene un comportamiento acumulativo a lo largo de la cadena trófica (ASTM, 2000).

Las muestras de suelo MS6-VIA, MS7-VIA, MS8-ESC, MS9-O3, MS12-LF, MS13-ESC, MS15-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS25-ESC, MS27-ESC, MS28-ESC, MS29-ESC, MS33-LF, MS34-ESC, MS35-LF y MS36-TIE_IN, se ubica en un bosque natural poco intervenido (Ver Anexo D. Cartografía, 5.2-2 Flora) donde no se evidencian actividades antrópicas.

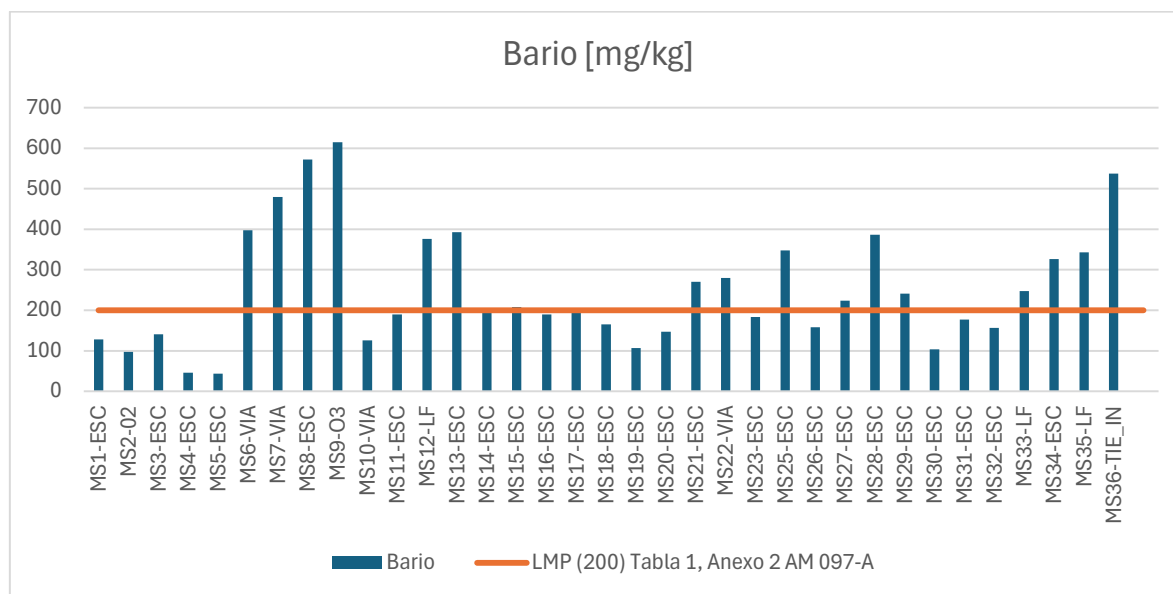


Figura 5-70 Análisis de Resultados de Bario

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Cadmio

El cadmio es un metal pesado muy distribuido en la naturaleza, asociado a depósitos de zinc. Su movilidad en el medio depende de varios factores tales como el pH, el potencial redox, la cantidad de materia orgánica y la presencia de arcillas y óxidos de hierro (Barrón, 2016). En suelos no contaminados, las concentraciones típicas de cadmio pueden variar entre 0,01 y 0,7 mg/kg, según reportes internacionales (Lindsay, 1979) (United States Environmental Protection Agency EPA, 2015).

La muestra de suelo MS3-ESC está en un bosque natural poco intervenido (Ver Anexo D. Cartografía, 5.2-2 Flora) donde no se evidencia actividades antrópicas, y como se aprecia en la Figura 558 y la Tabla 540, hay una concentración de 0,7 mg/kg, ligeramente por encima del límite normativo de 0,5 mg/kg establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A, pero dentro del rango natural. En comparación con el resto de las muestras de suelo tomadas que presentan valores entre 0,1 y 0,5 mg/kg, esta diferencia se puede atribuir a características mineralógicas locales, consistentes con lo reportado para suelos con influencia de cenizas volcánicas y depósitos aluviales andinos (ver ítem 5.1.5 Geomorfología).

La leve elevación puntual de cadmio en MS3-ESC representa la variabilidad natural en los contenidos de elementos traza en suelos amazónicos no disturbados.

Como se mencionó antes y considerando que se registraron niveles de pH ácidos y presencia de zinc sobre los límites establecidos en la normativa ambiental en la zona en estudio (ver Anexo B. Documentos de respaldo, B.1 Físico, B.1.4 Resultados de Laboratorio, B.1.4.2 Suelo, Simples, EAS-2407026-S001 MS3-ESC R); los resultados de cadmio señalan que la concentración responde a condiciones naturales del entorno.

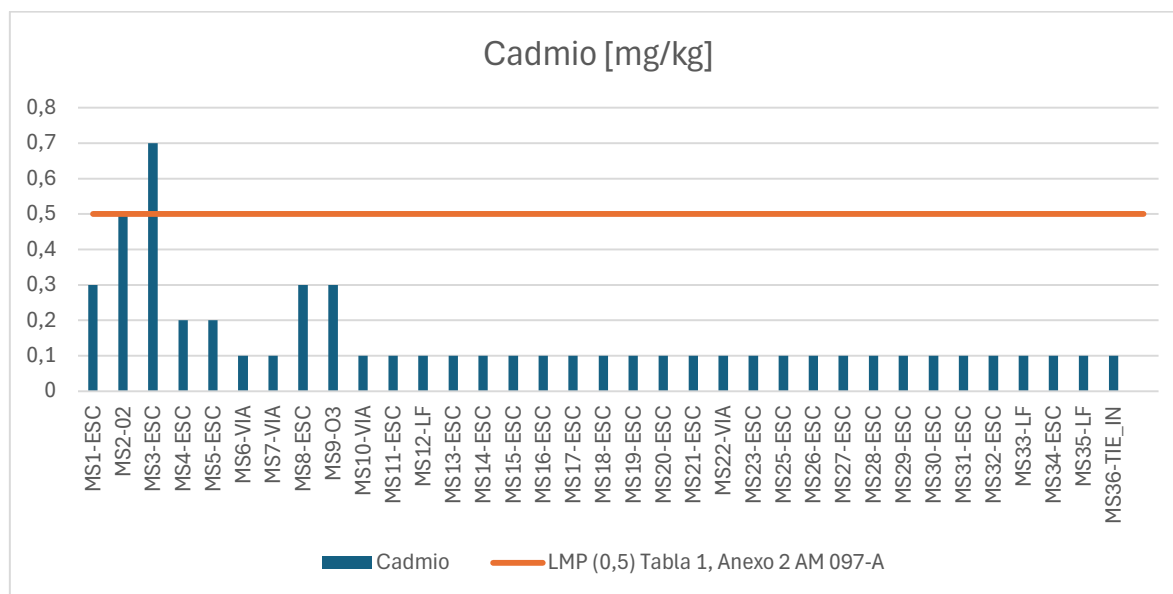


Figura 5-71 Análisis de Resultados de Cadmio

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Cobalto

El cobalto, constituye el 0.001 % de la corteza terrestre. Se encuentra en pequeñas cantidades en níquel-hierro nativo terrestre y meteorítico, en atmósferas solares y estelares, y en combinación con otros elementos en aguas naturales. Con pocas excepciones, el mineral de cobalto generalmente no se extrae por el contenido de cobalto. Más bien, a menudo se recupera como un subproducto de la extracción de minerales de hierro, níquel, cobre, plata, manganeso, zinc y arsénico, que contienen trazas de cobalto (Flores, 2021).

Las muestras MS1-ESC, MS2-02, MS3-ESC, MS5-ESC, MS6-VIA, MS7-VIA, MS8-ESC, MS9-O3, MS10-VIA, MS11-ESC, MS12-LF, MS13-ESC, MS14-ESC y MS34-ESC se ubican en un bosque natural poco intervenido (Ver Anexo D. Cartografía, 5.2-2 Flora).

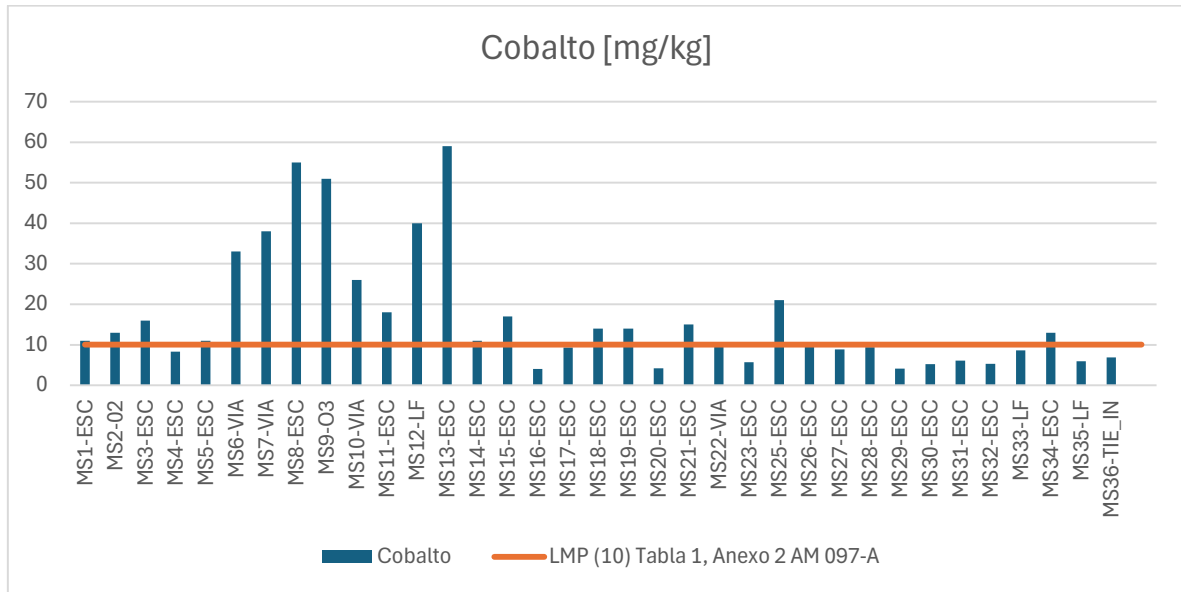


Figura 5-72 Análisis de Resultados de Cobalto

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Cobre

Los depósitos de cobre natural en la forma de calcopirita (CuFeS_2), calcocita (Cu_2S), bornita (Cu_5FeS_4) y minerales carbonatos tales como la malaquita [$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$] y azurita [$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$] son encontrados en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Las rocas ígneas contienen la mayor concentración promedio (55 mg/Kg) de cobre seguidas por las rocas sedimentarias (5 a 45 mg/Kg). El cobre puede estar relacionado a estas rocas por desgaste y oxidación. Hay una pequeña parte de cobre disuelta en el agua de origen natural, ya que la mayoría de los minerales de cobre son insolubles bajo condiciones normales. Las fuentes industriales de cobre incluyen la minería, trabajo de metales y fundición (Columbia, 1998).

Las muestras MS3-ESC, MS6-VIA, MS7-VIA, MS8-ESC, MS9-O3, MS10-VIA, MS11-ESC, MS12-LF, MS13-ESC, MS15-ESC, MS17-ESC, MS18-ESC, MS19-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS23-ESC, MS25-ESC, MS26-ESC, MS27-ESC, MS28-ESC, MS30-ESC, MS32-ESC, MS33-LF, MS34-ESC, MS35-LF y MS36-TIE_IN ubicadas en bosque natural poco intervenido (Ver Anexo D. Cartografía, 5.2-2 Flora), donde no se evidencia actividades antrópicas, y como se puede apreciar en la Figura 5-73 y la Tabla 5-42, cuyos resultados presentan valores fuera del rango de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A.

Por lo anterior, la presencia de cobre se asocia a condiciones naturales del suelo, ya que se ha identificado su presencia en zonas de bosque poco intervenido, pero que no presenta actividad antrópica cerca.

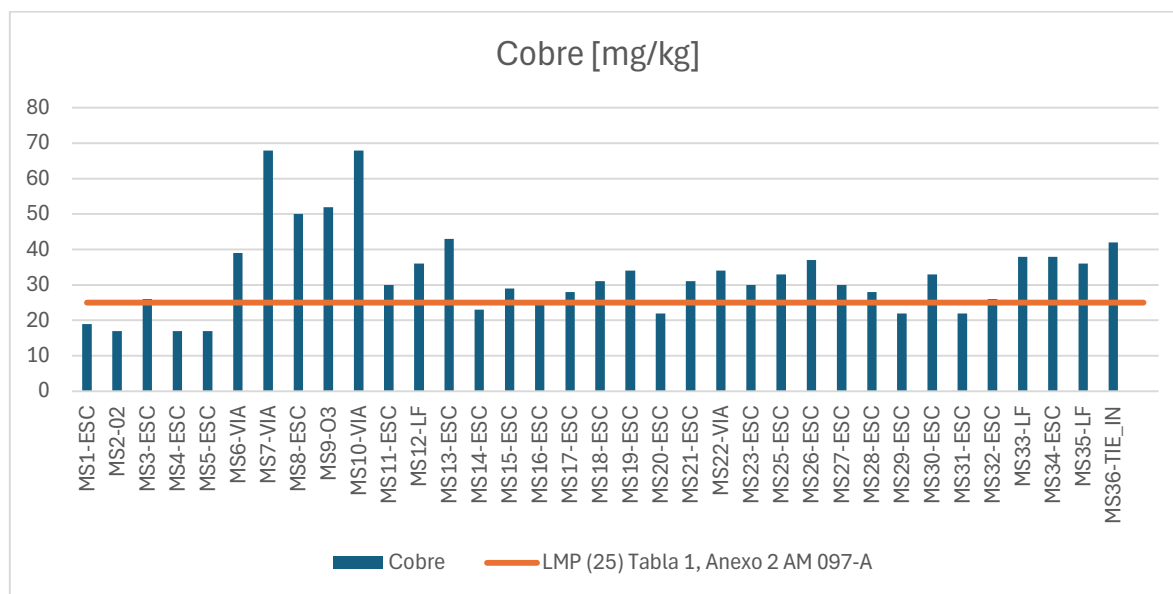


Figura 5-73 Análisis de Resultados de Cobre

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Cromo

El cromo es un metal que se encuentra en la naturaleza en varias combinaciones con otras sustancias. Está distribuido por toda la corteza terrestre, pero presenta una concentración mayor en las rocas básicas, de donde es extraído para su utilización en diversas actividades industriales, principalmente en metalurgia, química y en producción de pigmentos (Luiz A.C. Galvao, 1987).

El cromo en suelos proviene del material parental y sus concentraciones típicas varían mucho. Los suelos ácidos y sedimentarios contienen entre 5-120 ppm de cromo. El cromo trivalente (Cr (III)) es la forma más común y menos tóxica, mientras que el cromo hexavalente (Cr (VI)) es raro y altamente tóxico (Iyaka, 2009).

En la Figura 5-74 y en la Tabla 5-42 se presentan los resultados obtenidos para las muestras MS6-VIA, MS7-VIA, MS8-ESC, MS9-O3, MS10-VIA, MS11-ESC, MS12-LF, MS13-ESC, MS14-ESC, MS15-ESC, MS17-ESC, MS18-ESC, MS19-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS23-ESC, MS25-ESC, MS26-ESC, MS27-ESC, MS28-ESC, MS29-ESC, MS31-ESC, MS32-ESC, MS33-LF, MS34-ESC, MS35-LF y MS36-TIE_IN, encontrándose concentraciones de cromo por encima de los criterios de calidad definidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Teniendo en consideración que la gran parte de estas muestras fueron tomadas en zonas no intervenidas por actividades antrópicas, estos valores pueden ser atribuibles a condiciones naturales de la zona en estudio.

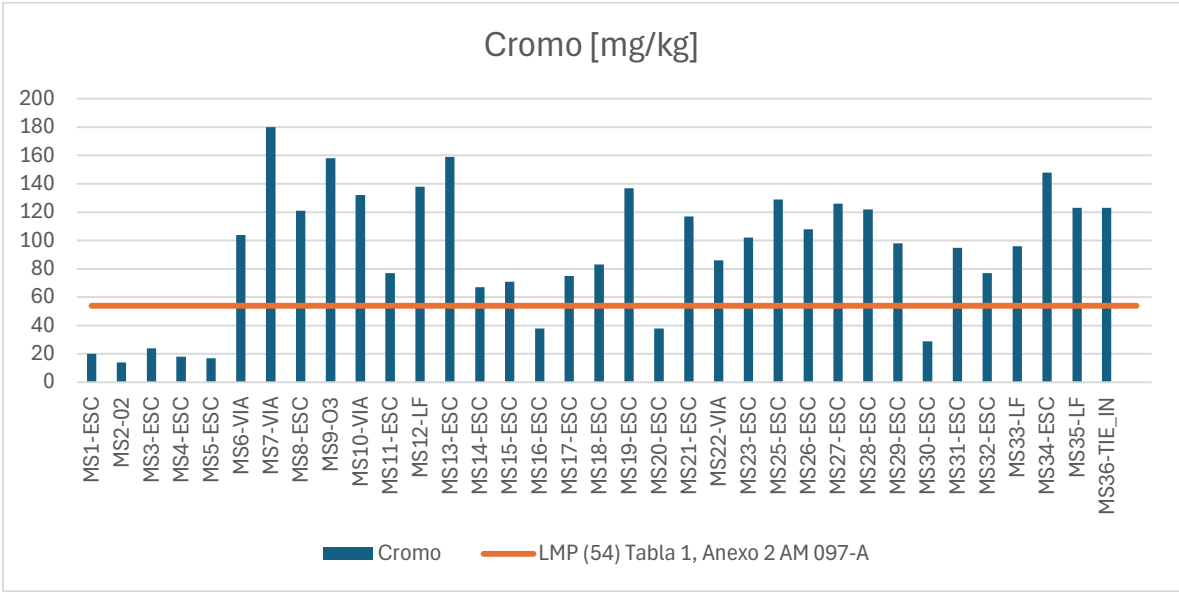


Figura 5-74 Análisis de Resultados de Cromo

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Mercurio

El mercurio presente de forma natural en la corteza terrestre puede provenir de la actividad volcánica, la erosión de las rocas o actividad humana (OMS, 2017). En la Figura 5-75 y en la Tabla 5-42 se presentan resultados obtenidos para las muestras MS11-ESC, MS13-ESC, MS14-ESC, MS15-ESC, MS16-ESC, MS17-ESC, MS18-ESC, MS20-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS23-ESC, MS25-ESC, MS26-ESC, MS28-ESC, MS29-ESC, MS30-ESC, MS31-ESC, MS32-ESC, MS33-LF, MS35-LF y MS36-TIE_IN, que están por encima de los criterios de calidad definidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Teniendo en consideración que la gran parte de estas muestras fueron tomadas en zonas no intervenidas por actividades antrópicas (todas, excepto las contiguas a la plataforma Oglán 2: muestra simple MS2-02 y muestra compuesta MS6-VÍA), estos valores pueden ser atribuibles a condiciones naturales de la zona en estudio.

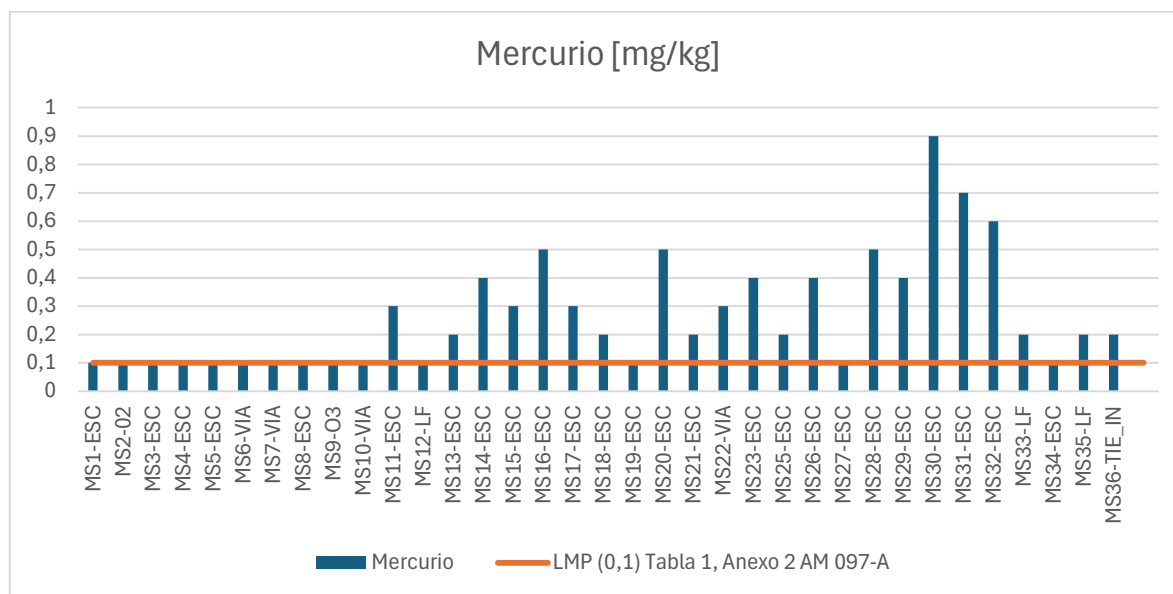


Figura 5-75 Análisis de Resultados de Mercurio

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Níquel

El níquel puro es un metal duro, blanco-plateado, que tiene propiedades que lo hacen muy deseable para combinarse con otros metales y formar mezclas llamadas aleaciones; algunos de los metales con los cuales se combina el níquel son el hierro, cobre, cromo y zinc, es un elemento abundante que constituye cerca de 0,008 % de la corteza terrestre y 0,01 % de las rocas ígneas; la mayor parte del níquel se usa para fabricar acero inoxidable (ATSDR, Resumen de salud pública Níquel, 2005).

Como se aprecia en la Figura 563 y la Tabla 540, las muestras MS1-ESC, MS3-ESC, MS4-ESC, MS5-ESC, MS6-VIA, MS7-VIA, MS8-ESC, MS9-O3, MS10-VIA, MS12-LF, MS13-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS23-ESC, MS26-ESC, MS33-LF, MS34-LF y MS36-TIE_IN están fuera del rango de los criterios de calidad de suelo y de la madre).

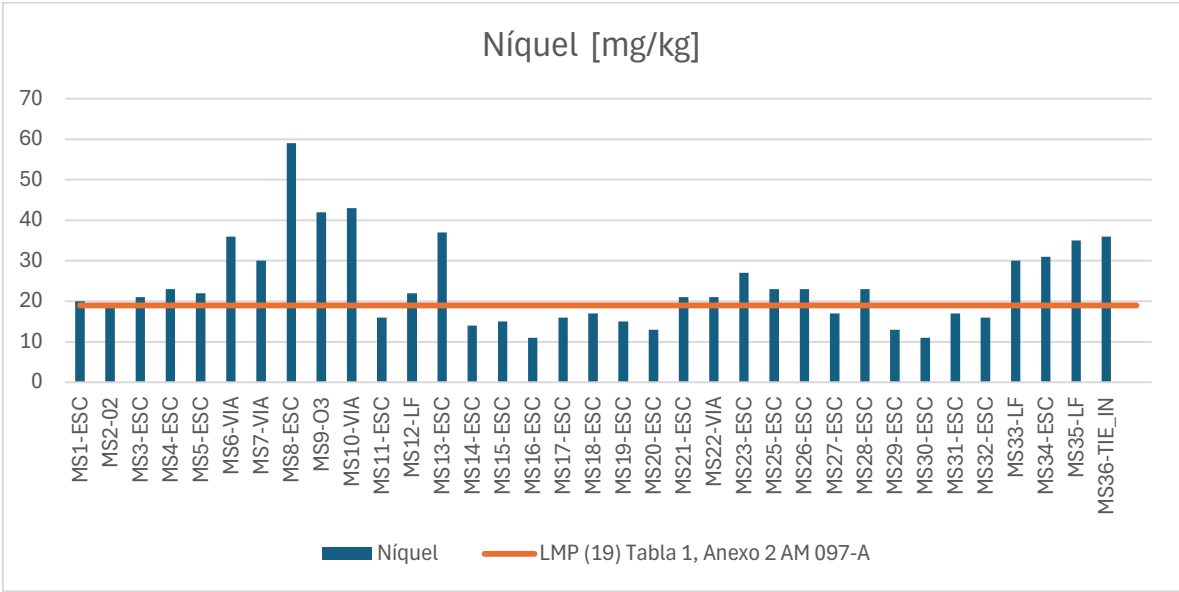


Figura 5-76 Análisis de Resultados de Níquel

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Plomo

El plomo es un metal pesado de origen natural que se encuentra en la corteza terrestre. Parte del plomo se libera en el medio ambiente a través de procesos geofísicos como la meteorización de las rocas y la actividad volcánica (Organización Mundial de la Salud, 2022).

El plomo proviene de la fabricación de acumuladores eléctricos, baterías, pigmentos, explosivos, reactivos químicos, compuestos para soldadura, gasolina y aguas residuales (industriales, negras y grises) (ATSDR D. d., 2005).

En la Figura 5-77 y en la Tabla 5-42 se presentan los resultados obtenidos para las muestras MS13-ESC y MS15-ESC, encontrándose concentraciones de plomo por encima de los criterios de calidad definidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Teniendo en consideración que las muestras fueron tomadas en zonas no intervenidas por actividades antrópicas, estos valores pueden ser atribuibles a condiciones naturales de la zona en estudio.

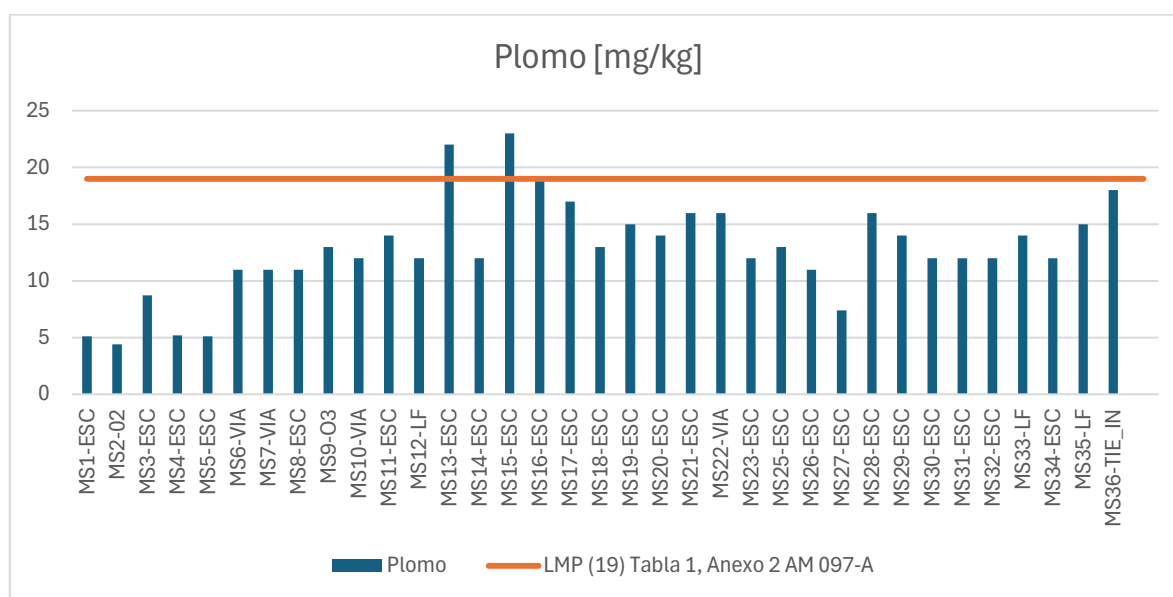


Figura 5-77 Análisis de Resultados de Plomo

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Vanadio

En la corteza terrestre, el vanadio ocupa el lugar 22 entre los elementos más abundantes, con una presencia de 0,014 a 0,02 %. Participa en la síntesis de clorofila en organismos fotosintéticos y es un micronutriente para varias especies marinas y terrestres (Rodríguez & Altamirano, 2006).

Aunque las rocas ígneas, complejos de carbonatita, magnetita titano-ferrosos y depósitos de hierro, uranio, cromo y manganeso, contienen vanadio, menas de alto contenido incluyen vanadita, desclozita, partonita, rescoelita y carnotita. Mayores concentraciones pueden encontrarse en carbón y en combustibles fósiles. Tiene varios números de oxidación posibles (V0 hasta V5+) en la corteza de la Tierra; sin embargo, existe de manera natural en algunos minerales en estados de oxidación III, IV y V principalmente. En la mayoría de los minerales el V se encuentra como óxido, pero ocasionalmente asume el rol de un catión metálico (Villacreces, 2018).

En la Figura 5-78 y en la Tabla 5-42, se presenta el resultado de las muestras MS6-VIA, MS7-VIA, MS8-ESC, MS9-O3, MS10-VIA, MS11-ESC, MS12-LF, MS13-ESC, MS14-ESC, MS15-ESC, MS16-ESC, MS17-ESC, MS18-ESC, MS19-ESC, MS20-ESC, MS21-ESC, MS22-VIA, MS23-ESC, MS25-ESC, MS26-ESC, MS27-ESC, MS28-ESC, MS29-ESC, MS30-ESC, MS31-ESC, MS33-LF, MS34-ESC, MS35-LF y MS36-TIE_IN, las cuales están por encima de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. El valor registrado se puede asociar con concentraciones presentes de manera natural. El vanadio asume un rol de catión metálico en diferentes reacciones, por lo que las trazas se pueden fijar y acumular en el sustrato de los suelos del área de estudio.

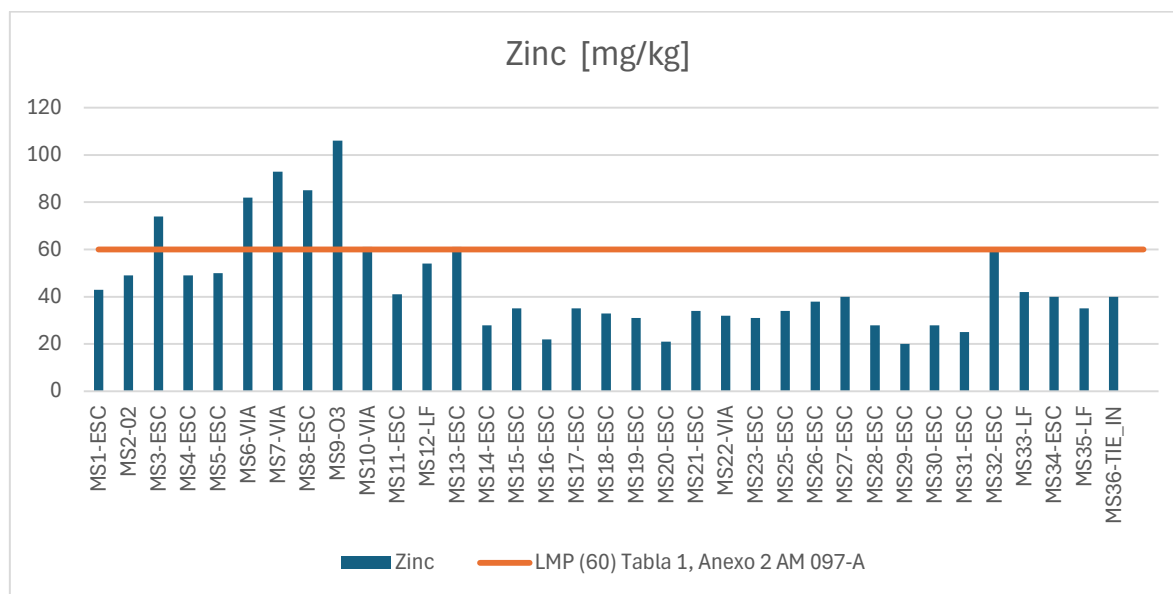


Figura 5-79 Análisis de Resultados de Zinc

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

5.1.11.2.4 Conclusiones

- > Tanto las muestras compuestas como simples antes mencionadas abarcaron todos los tipos de suelo identificados en el área geográfica, así como la fisiografía existente en el área geográfica. La metodología de la toma de muestras se ejecutó cumpliendo con lo establecido en el Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, bajo este contexto, en la Figura 5-63, Figura 5-64, Figura 5-65 y Figura 5-66 se ilustran los puntos de muestreo.
- > Los valores obtenidos para el actual estudio se consideran como valores de línea base (concentración natural) presentes en las muestras colectadas que se realizaron en el área geográfica del proyecto, el cual en su mayoría no se realizan actividades antrópicas, a excepción de la Plataforma Oglán 2 con la muestra MS2-O2, en la cual se observa valores que se tienen valores bajo lo establecido en la norma, a excepción del cobalto.
- > De acuerdo con los resultados analíticos, se observa que el 94% de las muestras colectadas se sitúan por debajo del rango establecido como criterio de calidad del suelo en la Tabla 1, Anexo 2 del A. M. 097-A. Es relevante destacar que la mayor parte de estas muestras se tomaron en zonas no disturbadas por actividades antrópicas, es decir, este comportamiento es atribuible a condiciones naturales del entorno (ácidos húmicos a causa de descomposición de materia orgánica y/o presencia de minerales ácidos).
- > Se identificaron resultados de laboratorio de los parámetros arsénico, azufre, bario, cadmio, cobalto, cobre, mercurio, níquel, plomo, vanadio y zinc sobre los criterios de calidad para suelo establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. La presencia de estas concentraciones tiene relación con condiciones naturales del entorno, ya que la mayor parte de las muestras que reflejan concentraciones representativas de los parámetros mencionados, fueron tomadas en sitios donde no existen actividades antrópicas o algún tipo de disturbio causado por acción humana.

5.1.11.3 Características Edafológicas del Suelo

5.1.11.3.1 Metodología

El análisis de este componente hace referencia a la caracterización de las diferentes unidades fisiográficas y de suelos identificados en el área del proyecto de la línea de flujo, vía de acceso y plataforma Oglán 03, cuyos objetivos son los siguientes:

- > Identificar y cartografiar las unidades fisiográficas y, dentro de estas, a los diferentes suelos que lo conforman.
- > Conocer las características fisicoquímicas y morfológicas de los suelos.
- > Determinar la capacidad de uso, conflictos de uso de los suelos y cobertura vegetal.

El inventario-diagnóstico en el presente estudio de suelos, con fines edafológicos, está basado en la generación y preparación de información de carácter primario, en base a investigaciones de campo y a información secundaria general existente para el área. Para cumplir los objetivos del estudio, se realizó trabajos de gabinete y de campo.

En el trabajo de gabinete se analizó y evaluó la información secundaria existente, Geopedalogía del Cantón Pastaza (Sigtierras 2015), que sirvió para la elaboración del mapa preliminar, donde se localizaron los sitios de muestreo, para la posterior descripción de los perfiles de suelos en campo. Se elaboró el mapa definitivo y la memoria técnica correspondientes.

El trabajo de campo comenzó con un reconocimiento del área geográfica a evaluarse, utilizando caminos de acceso utilizados por los pobladores del sector, actividad realizada con la guía local.

La investigación de los suelos, con fines edafológicos, consistió en describir cuatro perfiles en calicatas abiertas en sitios representativos de las unidades fisiográficas.

De los horizontes delimitados en los perfiles, se tomaron muestras de suelos para los análisis agronómicos en laboratorios (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados de Laboratorio; B.1.4.5. Edafológico). Los resultados de laboratorio sirvieron para la clasificación taxonómica de los suelos sobre la base del Soil Taxonomy del USDA 2003.

La descripción de los perfiles se realizó de acuerdo con la “Guía y Claves para la Descripción Perfiles de Suelos” de la FAO. La clasificación de los suelos se basa en el Soil Taxonomy de los Estados Unidos. Se recabó información sobre las características morfológicas del suelo, como: identificación de los horizontes o capas; profundidad, espesor, color, textura, estructura, consistencia en húmedo y mojado; contenido de raíces y poros; así como el límite entre horizontes, tipo de vegetación, drenaje, pendiente, entre otras. La ubicación de los sitios de calicatas se realizó con un GPS, y son los mismos que sirvieron para los análisis geotécnicos y ambientales de los suelos (Anexo D-Cartografía, 5.1-11 Mapa de Suelos).

Es importante citar que el marco legal vigente no requiere este tipo de análisis, pero se lo incluyó como un insumo para la línea base; por lo tanto, no se presenta el certificado de acreditación del laboratorio utilizado, por ello esos resultados son referenciales y no se usarán para futuros monitoreos.

5.1.11.3.2 Ubicación de Puntos de Muestreo

A continuación, en la Tabla 5-43 se detalla la ubicación de los puntos de muestreo tomados en el área geográfica para el análisis edafológico:

Página en blanco

Tabla 5-43 Ubicación de Puntos de Muestreo de Edafología

Número de Muestra	Código de la Muestra	Profundidad (m)	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Infraestructura Asociada
			Este (m)	Norte (m)			
1	MS6-Vía (A)	0,00 – 0,15	202651	9851539	29/6/2024	Zona ondulada con presencia de bosque nativo.	Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2
	MS6-Vía (B1)	0,15 - 0,38					
	MS6-Vía (B2)	0,38 – 0,66					
2	MS9-O3 (A)	0,00 – 0,10	201879	9851272	1/7/2024	Cumbre de colina con presencia de bosque nativo (área donde se proyecta la plataforma Oglán 3)	Plataforma Oglán 03
	MS9-O3 (B1)	0,10 – 0,35					
	MS9-O3 (B)2	0,35 – 0,90					
3	MS22-Vía (A)	0,00 – 0,30	199158	9848897	27/6/2024	Zona ondulada con presencia de bosque nativo.	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)
	MS22-Vía (B1)	0,30 – 0,50					
	MS22-Vía (B2)	0,50 - .0,80					
4	MS33-LF (A)	0,00 – 0,13	198100	9846896	10/8/2024	Zona ondulada presencia de pastos.	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)
	MS33-LF (B)	0,13 – 0,41					

Fuente. Levantamiento de campo, Entrix, junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Página en blanco

5.1.11.3.3 Análisis de Resultados

A continuación, se presentan los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras tomadas en campo (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados de Laboratorio; B.1.4.5. Edafológico):

Página en blanco

Tabla 5-44 Resultados de Análisis Edafológicos

Código	Área	Horizonte	Prof. (m)	pH	C.E. (mmhos/cm)	MO (%)	NH4 (ppm)	NO3 (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Na Meq/ 100 ml	Ca Meq/ 100 ml	Mg Meq/ 100 ml	Textura
MS6-Vía	Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2	A	0,00 - 0,15	4,7	0,37	4,34	39	32,8	2,3	0,11	0,03	2,67	1,8	Franco
		B1	0,15 - 0,38	5,4	0,074	1,75	20,1	6,4	1,1	0,06	0,03	3,05	1,58	Franco. Arcilloso
		B2	0,38 - 0,66	5	0,06	0,11	12,8	0,5	1	0,08	0,04	1,66	1,54	Arcilloso
MS9-03	Plataforma Oglán 03	A	0,00 - 0,10	4,4	0,22	8,07	79,7	26,8	2,2	0,17	0,04	1,25	0,89	Arcilloso
		B1	0,10 - 0,35	4,9	0,05	1,54	34,6	6,4	2	0,07	0,03	0,88	0,67	Franco. Arcilloso
		B2	0,35 - 0,90	5,4	0,04	0,13	2,6	0,5	4	0,08	0,03	2,34	2,95	Franco
MS22-Vía	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	A	0,00 - 0,30	5	0,18	9,34	56,4	29,5	1,6	0,1	0,03	1,25	0,53	Arcilloso
		B1	0,30 - 0,50	5,3	0,05	3,31	30,2	5,8	2,2	0,04	0,02	0,9	0,36	Arcilloso
		B2	0,50 - 0,80	5,4	0,04	1,73	17,2	4,5	1	0,03	0,02	0,72	0,32	Arcilloso
MS33 - LF	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	A	0,00 - 0,13	5,2	0,15	5,72	83,5	13,2	1,9	0,08	0,05	2,98	1,11	Arcilloso
		B	0,13 - 0,41	5,1	0,08	0,15	23,2	12	0,3	0,16	0,03	1,19	0,49	Arcilloso

Fuente. Levantamiento de campo, Entrix, junio- agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Página en blanco

5.1.11.3.4 Taxonomía

Los suelos desde el punto de vista edafológico, del área geográfica del proyecto, se ubican fisiográficamente en el Gran Paisaje de la cuenca amazónica del Ecuador, región subandina. Comprende un sistema bien definido en cuanto a la altitud topográfica, como de temperatura y humedad del suelo: topográficamente comprendido entre los 600 a 1120 msnm, cuyo régimen de humedad que predomina es údico (el perfil del suelo permanece seco al menos tres meses al año) y perúdico (las precipitaciones mensuales son más altas que la evapotranspiración); en cuanto a la temperatura, es Térmico a Isotérmico ($T = 20$ a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Se ha identificado los siguientes tipos de suelos en relación con su taxonomía:

- > Orden: Inceptisoles. Suborden: Udepts. Subgrupos: Typic Dystrudepts; Oxyaquic Eutrudepts, Oxic Dystrudepts; Dystric Eutrudepts y Lithic Eutrudepts.
- > Orden: Andisoles. Suborden: Udands. Subgrupo: Acrudoxic Hydric Hapludands
- > Orden: Entisoles. Suborden: Orthents. Subgrupo: Typic Udorthents y Oxyaquic Udorthents.
- > Tierras misceláneas.

A continuación, se describen las características generales de los materiales edáficos identificados en los paisajes más sobresalientes del sector, los cuales están cartografiados en el Anexo D Cartografía, 5.1-11 Mapa de Suelos. Cabe indicar que dentro del área geográfica del proyecto se ha identificado el orden andisoles e inceptisoles cuyos perfiles edafológicos se presentan en el Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico, B.1.7 Geología, documento: Perfiles Edafología Campo Oglán.

Inceptisoles

Los Inceptisoles son suelos de las regiones subhúmedas y húmedas que no han alcanzado a desarrollar caracteres diagnósticos de otros órdenes. Muestran horizontes alterados que han sufrido pérdida de bases, hierro y aluminio, pero conservan considerables reservas de minerales meteorizables. Se incluye un horizonte pobre en materia orgánica. Este tipo de suelo es el dominante y está presente en gran parte del sector estudiado incluyendo a la mayoría de los relieves. Estos suelos están desarrollados sobre las formaciones, Arajuno, Chambira y Mesa, dentro de la mayoría de las geoformas que se han identificado en el área geográfica, en pendientes de suaves a muy fuertes (>5- 100%).

El perfil de suelo descrito en la plataforma Oglán 03, calicata MS9-O3, es un Typic Dystrudepts mismo que es el dominante dentro de la Orden de los Inceptisoles, tiene las siguientes propiedades:

- > Presenta un perfil A/B1/B2, el horizonte A de 10 cm, de espesor, presenta textura arcillosa, de color castaño oscuro, de estructura granular, fina, débil, muy friable; luego aparecen horizontes B1 y B2, de 25 a 45 cm de espesor respectivamente, de color marrón grisáceo a castaño gris (10YR3/2), oscuro (10YR4/2), friable de textura franco-arcillosa-arenosa a franco, de estructura granular fina a bloques medios, límite muy claro duro, poco firme en húmedo, muy plástico, con presencia de clastos de roca alterada.
- > Químicamente, se caracterizan por presentar reacción ácida (pH 4,2 a 5,4), en tanto que la materia orgánica, el calcio, el fósforo; el potasio y la conductividad eléctrica es baja en todo el perfil; en tanto que el magnesio es alto, el hierro es de elevado a alto; la saturación de aluminio es elevada, capacidad de intercambio catiónico es de medio a alta y la saturación de bases elevada.
- > El perfil de suelo descrito en la calicata MS6-VÍA (vía de acceso da la plataforma Oglán 03 a Oglán 02) es un Typic Dystrudepts, tiene las siguientes propiedades:
- > Presenta un perfil A/B1/B2, el horizonte A de espesor 20 cm, presenta textura arcillosa, de color gris muy oscuro (10YR3/2) epipedón ócrico, estructura granular, fina, débil, muy friable, límite claro muy

friable; luego aparecen horizontes B1 y B2, que en conjunto tienen 100 cm de espesor, de color castaño gris (10YR3/2) a castaño pardusco (10YR3/4), de textura de franco a arcillosa, de estructura granular fina a bloques medios, duro, poco firme en húmedo, muy plástico.

- > Químicamente, se caracterizan por presentar reacción ácida (5,10 a 5,40); la materia orgánica es de alto en el primer horizonte y baja en los horizontes inferiores; el calcio es bajo; el fósforo es bajo; el potasio bajo; el magnesio alto; el hierro es elevado; capacidad de intercambio catiónico es bajo y la saturación de bases es medio a elevado medio.

Andisoles

Son suelos generalmente negros que se desarrollan a partir de depósitos volcánicos (ceniza volcánica, piedra pómez) o de materiales piroclásticos. En el sector estudiado se localizan sobre la superficie de cono de esparcimiento disectado. Manifiestan de poca a moderada evolución. Presentan un apreciable contenido de alófana (arcillas amorfas) y/o complejos de humus-aluminio, y una baja densidad aparente ($< 0,90 \text{ g/cm}^3$). Estos suelos sufren un rejuvenecimiento frecuente y se enriquecen con los materiales nutricionales orgánicos. Son suelos con buena estructura, por lo tanto, con un buen drenaje y con buena retención de humedad. Son suelos permeables, de fácil labranza, de buena fertilidad y también caracterizados por bajas densidades aparentes y alta retención de fósforo. Predominan los Subgrupos *Acrudoxic Hydric* y *Acrudoxic Hapludands*. Sigtierras, 2015.

- > El subgrupo dominante es el *Acrudoxic Hydric* y *Acrudoxic Hapludands*, descrito en la calicata MS33-Fl. Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Mesa, dentro de la geoforma denominada Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co3), en pendientes suave ($>5\text{-}12\%$). Estos subgrupos tienen las siguientes propiedades:
- > Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/B1, superficial (41 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 13 cm de espesor, color castaño oscuro (10YR 3/2), textura arcilla y estructura tipo granular. Subyace un horizonte argílico (B) de 22 cm de espesor, color castaño gris (10YR 3/3), textura arcilla y estructura tipo bloques subangulares, presencia de abundantes revestimientos de arcilla.
- > Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido (5,20 a 5,10); con niveles altos a bajos de materia orgánica, en tanto que el fósforo, el potasio, el calcio, el sodio es bajo; el hierro elevado, el magnesio alto a bajo. La capacidad de intercambio catiónico es de medio a alta y la saturación de bases alta.

Entisoles

Este tipo de suelos están presentes en la unidad de paisaje corresponde a Vertiente rectilínea y Vertiente rectilínea con fuerte disección; son zonas relativamente planas, en dirección noroeste, con pendientes no mayores al 12%. Su litología consiste en depósitos aluviales de edad cuaternaria, donde se han desarrollado suelos de origen aluvial, en régimen de temperatura del suelo Térmico a Isotérmico ($T = 20$ a 22°C) y precipitaciones mayores a los 3000 mm al año.

- > Las características morfológicas y físicas de los Subgrupos taxonómicos: Typic Udorthents y Oxyaquic Udorthents, presentan un perfil tipo A/Cg1/Cg2, superficial (15 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, mal drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (A) de 15 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (2.5Y 3/2), textura franca y estructura tipo masiva. Subyace un horizonte (Cg1) de 20 cm de espesor, color gris oscuro (2.5Y 4/1), textura franco-arcillo-limosa y estructura tipo masiva. Finalmente, un horizonte (Cg2) de 25 cm de espesor, color gris muy oscuro (2.5Y 3/1), textura franco-limosa y estructura tipo masiva (Sigtierras 2015).
- Su química indica que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es presentar

endosaturación, y una saturación de bases menor a 50% dentro de 100 cm de profundidad. (Sigtierras 2015).

Tierras Misceláneas

Tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades Taxonómicas. Integra aquellas tierras que por sus características físico-naturales se consideran económicamente improductivas, desde el punto de vista agrícola. Comprende tierras con elevada erosión, taludes y afloramientos rocosos, ubicadas en los relieves de barranco y gargantas.

5.1.11.3.5 Cobertura Vegetal

Metodología

La cartografía se elaboró a partir de la interpretación de la imagen satelital Pleiades Neo, resolución 0.3 m/píxel, de septiembre 2023 y la ortofoto de junio de 2023 de 5 cm-píxel de resolución. La interpretación de imágenes consiste en delimitar las diferentes coberturas con características similares, como: tono, color, textura, tamaño y luego con trabajos de campo se definieron los tipos de uso existentes en el sector. (Anexo D Cartografía, 5.1-8 Mapa de Cobertura Vegetal)

Luego, se detalla el tipo de cobertura vegetal existente en el área geográfica del proyecto. Es importante indicar que en la sección 5.2 Línea Base Biótica, se encuentra descrita en mayor detalle.

Bosque Nativo (Bi)

Este es el tipo de vegetación, que domina en el área de estudio del punto control, se caracteriza por tener una continua estratificación vertical del bosque en donde se evidenció la presencia de especies emergentes que superan los 30 m de altura, como es el caso de *Phragmothea sp.* 1 y *Parkia multijuga* (guarango).

El dosel es un estrato continuo con árboles que oscilan entre 20-30 m; entre las especies representativas están: *Iryanthera grandis* (sangre de gallina), *Parkia multijuga* (guarango), *Pterocarpus rohrii*, *Iriarteia deltoidea* (pambil), *Socratea exorrhiza* (patona) y *Apeiba membranacea* (peine de mono). El subdosel se localiza entre los 10-20 m y sus especies más conspicuas son: *Minquartia guianensis* (wampula), *Hasseltia floribunda* (sara muyu), *Conceveiba rhytidocarpa* y *Guarea macrophylla* (tukuta). El sotobosque es abierto y alcanza los 10 m, está representado por varias especies arbustivas y árboles de pequeño porte, como es el caso de: *Browneopsis ucayalina*, *Hippotis elegantula*, *Matisia obliquifolia* (sacha zapote), *Tetrathylacium nutans*, entre otros. El último estrato corresponde al crecimiento bajo y está conformado por una gran variedad de herbáceas y arbustos de las familias Marantaceae, Zingiberaceae, Heliconiaceae, Araceae, Cyclanthaceae, Piperaceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Gesneriaceae; además, se observa una alta diversidad de helechos.

Las especies epífitas vasculares (Bromeliaceae, Gesneriaceae, Ericaceae, Araceae, Orchidaceae y varias familias de helechos) y los briofitos (hepáticas, musgos, antoceros) son un componente importante en la composición, estructura y dinámica de estos bosques; se los encuentra creciendo sobre los troncos y ramas de sus forófitos, así como también sobre materia orgánica en descomposición y sobre el suelo.

Corresponde al 74.65 %aje del área geográfica.

Área Poblada (Ap)

La presencia de terrenos ocupados por colonos en el área de estudio en especial en las vías de accesos públicos, en que se ha desbroce de la vegetación natural. Ocupa el 0.23 % del área geográfica.

Cuerpo de Agua (Ca)

Esta cobertura es minoritaria en el área geográfica, no llegando más del 0,25% del área geográfica. La cobertura dominante son los ríos Oglán y Curaray.

Erial (E)

Corresponde a las áreas ocupadas por los moradores del sector especialmente, como las áreas periféricas, que continuamente va en aumento debido a su fuerte crecimiento, especialmente las zonas urbanizadas.

También se incluyen las áreas ocupadas por las vías de acceso, que se emplean para el desarrollo de actividades antrópicas.

Corresponde al 1.88 % del área estudiada.

Mosaico Agropecuario (C-P-B2)

Se incluyen áreas sometidas a procesos de conversión agrícolas y ganaderos. Son zonas que se presentan desprovistas de vegetación natural, aunque aún existen algunas especies arbóreas aisladas de crecimiento secundario. Corresponde al 14,39% del área geográfica estudiada.

Se asocian también con cultivos de carácter permanente y anuales utilizados por el hombre con fines de autoconsumo o con fines industriales; entre estos se destaca al café; en menor ocurrencia cacao, plátano, arroz y algunos frutales, asociados a pastos y vegetación arbórea. Ocupan generalmente áreas de terrazas, en relieves planos a ondulados.

Pastizales (P)

El desbroce de la cobertura boscosa para la creación de pastizales se evidenció en las áreas de evaluación de la línea de flujo, sus accesos y alrededores. Corresponde al 5,91% del área geográfica.

Las áreas de pastos corresponden áreas cubiertas principalmente por especies herbáceas introducidas o cultivadas por el hombre, dedicadas para el aprovechamiento pecuario o para protección. El dallis, gramalote y pasto elefante son las especies más cultivadas. Esta categoría de usos es la que más destaca en porcentaje en el área geográfica analizada, especialmente asociadas con las otras categorías de uso, incluso en la asociación con la vegetación natural poco intervenida.

Vegetación arbustiva (B2)

Constituyen un tipo de vegetación que se ha desarrollado luego de una alteración causada, ya sea por el ser humano o por procesos naturales. Sin embargo, el término implica, usualmente, las alteraciones hechas por el ser humano, incluyendo la tala y limpieza del bosque maduro.

Este tipo de bosque está conformado por varias especies pioneras en regeneración natural, que alcanzan rápidamente los 20 m. de altura, como: *Ficus* spp. (Moraceae), *Cecropia ficifolia*, *Cecropia sciadophylla* (Urticaceae), *Cordia alliodora* (Boraginaceae), *Oenocarpus bataua*, *Iriartea deltoidea* (Arecaceae), *Ochroma pyramidale* (Malvaceae). El sotobosque de hasta 10 m, conformado por: *Grias neuberthii* (Lecythidaceae), *Annona duckei* (Annonaceae), *Leonia glycyarpa* (Violaceae), *Pourouma cecropiifolia* (Urticaceae), *Ossaea laxivenula*, *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Acalypha diversifolia* (Euphorbiaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae). Corresponde al 0,95 % del área geográfica.

Vegetación Herbácea (H2)

El estrato bajo constituidas por especies nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, donde predominan gramíneas, bromelias y orquídeas que mantienen el verdor de sus hojas en forma constante.

Dentro del área de estudio, esta vegetación se presenta casi cerca de las vías de acceso, asociadas con cultivos y pastos. Corresponde al 0,90 % del área geográfica.

Información no disponible (NA)

Son áreas cubiertas por nubes en la imagen satelital que se empleó para la presente interpretación, en 6,6 ha, que corresponde al 0.85%, no se pudo interpretar el tipo de vegetación.

La Figura 5-80 muestra la distribución de la cobertura vegetal en el área de estudio. El bosque nativo (B1) domina el paisaje con un 74.65%, seguido por el mosaico agropecuario (C-P-B2) con un 14.39%. Estas dos coberturas representan el 89.04 % del área total.

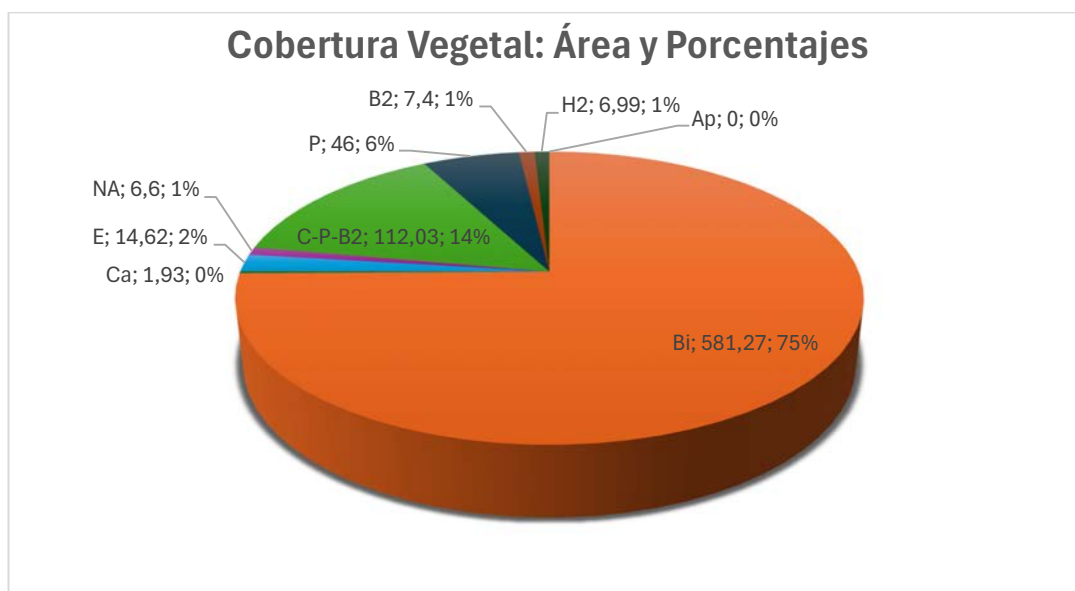


Figura 5-80 Cobertura Vegetal en Áreas (ha) y Porcentajes

Fuente. Airbus Defense and Space., junio- septiembre 2023
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

5.1.11.3.6 Capacidad de Uso

La cartografía sobre las aptitudes agrícolas o capacidad de uso de la tierra es un ordenamiento práctico e interpretativo sistemático, fundamentado en la aptitud natural de la tierra para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. (Anexo D Cartografía, 5.1-9 Mapa de Capacidad de Uso de Suelo.)

Metodología

El sistema de clasificación utilizado está basado en las normas y principios del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos o llamado de las Ocho Clases, con adecuaciones a las condiciones existentes en el área geográfica.

El sistema básico de agrupación comprende los siguientes niveles o categorías:

- > Grupos de capacidad
- > Clases de capacidad
- > Subclases de capacidad.

Con el análisis, evaluación y correlación de factores, tales como: profundidad efectiva del suelo, pendiente del terreno, pedregosidad, riesgos de erosión, características químicas y clima, se logra obtener la información necesaria para la elaboración de la cartografía de Capacidad de Uso.

Los grupos de capacidad son cuatro:

- a) Tierras apropiadas para cultivos y otros usos;
- b) Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastos y aprovechamiento forestal;
- c) Tierras marginales para uso agropecuario, aptas, generalmente, para uso forestal con fines de protección; y
- d) Tierras no apropiadas para fines agropecuarios ni explotación forestal.

Las clases de capacidad son categorías menores de los grupos de capacidad y se diferencian unas de otras por el grado de limitaciones o riesgos.

- > En el primer grupo de capacidad se incluye a cuatro clases de capacidad, que van de la clase I a la IV, diferenciándose por el incremento de las limitaciones,
- > El segundo grupo está integrado por las clases V y VI,
- > El tercer grupo consta de solo la clase VII, y,
- > El cuarto grupo consta solo de la clase VIII, y presenta severas limitaciones que impiden el aprovechamiento agropecuario y forestal.

Las clases de capacidad comprenden, a su vez, subclases, las cuales están determinadas de acuerdo con la naturaleza de las limitaciones y en función de los siguientes factores: condición del suelo: profundidad efectiva (s1), textura, (s2), pedregosidad (s3), salinidad (s5) y toxicidad (s6), riesgos de erosión: (condiciones topográficas ligero (e1), moderado (e2), alto (e3), humedad del suelo: drenaje (h1) inundación (h2) y clima: isohipertérmicos (c1), isotérmico (c2).

La evaluación de las características morfológicas, químicas y de clima de los suelos, se analiza comparativamente con la pendiente del terreno (rangos de pendiente), que juega un papel importante debido a que se usa para establecer los límites de las clases.

En el área de estudio se ha identificado los siguientes grupos, clases y subclases de capacidad (Mapa 5.1-9 Capacidad de Uso).

Tierras con moderadas a ligeras limitaciones. Generalmente Aptas para Agricultura Permanente y Otros Usos

Clase IV

Ocupa áreas de Superficie de cuesta, Vertiente heterogénea, Vertiente de cuesta, Relieve colinado muy alto, Vertiente heterogénea con fuerte disección, y Coluvio-aluvial antiguo con pendientes inferiores al 25 %. Se trata de tierras con limitaciones ligeras y buenas características para todo tipo de cultivo, por lo cual se requiere ligeras prácticas de conservación.

Los suelos se caracterizan por su textura que varía de franco-arcillo-limosa a franco-arcillosa y arcillosa; drenaje bueno a moderado, profundos, pH ácido, de baja fertilidad.

El uso de estas tierras en agricultura presenta moderadas a severas limitaciones; los cultivos permanentes o semipermanentes podrían cultivarse y, ocasionalmente, cultivos anuales para autoconsumo. Las subclases identificadas son: IVe2, IVe2s4 y IVe2s2s4 por limitaciones de suelo y erosión, siendo común el clima para todas ellas.

Tierras marginales para uso agropecuario, aptas, generalmente, para uso forestal con fines de protección

Clase VII

Tienen limitaciones de uso por las deficiencias relacionadas a las características morfológicas de los suelos (textura, fertilidad), al relieve de laderas, vertientes y socavado, con pendientes mayores al 40 % y por la moderada y/o alta susceptibilidad a la erosión pluvial.

Tierras inapropiadas para uso agropecuario; se presentan favorables para uso forestal con fines de protección.

Las subclases identificadas son: VIIe2s1s3s4c1, VIIe3, VIIe3c1, VIIe3s1s2s4c1, VIIe3s2s3s4, VIIe3s4, VIIe3s4c1 y VIIe3s4s6c1, por limitaciones de: erosión y suelos.

Tierras con limitaciones de fuertes a muy fuerte. Generalmente Aptas para Cultivos, Pasto y Aprovechamiento Forestal

Clase V

Las tierras con limitaciones severas y continuas que no pueden corregirse fácilmente son suelos moderadamente profundos, baja fertilidad y texturas finas, con alto escurrimiento de agua y peligros de erosión cuando se interviene inadecuadamente. Ocupa áreas de relieves, Valle fluvial, llanura de inundación y Superficie de cono de esparcimiento disectado, con pendientes inferiores al 12 %.

El suelo, la pendiente, la baja fertilidad y el clima lluvioso impiden el normal desarrollo de cultivos anuales; permiten, con muchas limitaciones, el establecimiento de cultivos permanentes de carácter arbóreo o arbustivo que otorguen protección al suelo en sistemas mixtos (agroforestales).

Las subclases corresponden a: Ve1s4c1 y Ve2s4c1, por limitaciones de suelos y peligros de erosión.

Tierras marginales para uso agropecuario, aptas, generalmente, para uso forestal con fines de protección

Clase VI

Clase de tierras aptas para el aprovechamiento forestal, con limitaciones muy fuertes limitaciones severas y continuas que no pueden corregirse fácilmente, son suelos poco profundos, baja fertilidad y texturas generalmente finas, con alto escurrimiento de agua y peligros de erosión cuando son intervenidos inadecuadamente. Ocupa áreas de relieves de relieve colinado bajo, relieve colinado medio, vertiente heterogénea, vertiente rectilínea, coluvión antiguo, testigo de cono de esparcimiento, vertiente rectilínea con fuerte disección, relieve colinado muy alto, con pendientes inferiores al 40 %.

El suelo, la pendiente, la baja fertilidad y el clima lluvioso impiden el normal desarrollo de cultivos anuales; permiten, con muchas limitaciones, el establecimiento de cultivos permanentes de carácter arbóreo o arbustivo que otorguen protección al suelo en sistemas mixtos (agroforestales).

Las Subclases corresponden a: VIe2c1; VIe2s2s4c1, VIe2s2s4s6, VIe2s4c1, VIe3s2s4, VIe3s2s4c1, VIe3s4c1y VIe3s4, por limitaciones de suelos y peligros de erosión.

Tierras marginales para uso agropecuario, aptas, generalmente, para uso forestal con fines de protección

Clase VII

Tienen limitaciones de uso por las deficiencias relacionadas a las características morfológicas de los suelos (textura, fertilidad), al relieve de laderas, vertientes y socavado, con pendientes mayores al 40 % y por la moderada y/o alta susceptibilidad a la erosión pluvial.

Tierras inapropiadas para uso agropecuario; se presentan favorables para uso forestal con fines de protección.

Las subclases identificadas son: VIIe2s1s3s4c1, VIIe3, VIIe3c1, VIIe3s1s2s4c1, VIIe3s2s3s4, VIIe3s4, VIIe3s4c1 y VIIe3s4s6c1, por limitaciones de: erosión y suelos.

Tierras muy marginales para el uso agropecuario, con limitaciones muy fuertes. Deben ser para protección.

Clase VIII

Tierras con limitaciones de uso por deficiencias relacionadas a las características morfológicas de los suelos, drenaje deficiente y pobre fertilidad.

Tierras no apropiadas para uso agropecuario; se presentan favorables para uso forestal, con fines de protección. Ocupan áreas de: abrupto de cono de esparcimiento, testigo de cono de esparcimiento, vertiente abrupta, con pendientes de fuertes a muy fuertes, actualmente bajo vegetación de carácter arbóreo natural, la que debe ser mantenida y protegida.

Las subclases identificadas son: VIIIe2s1s4s6c1, VIIIe3s1s2s4, VIIIe3s1s4s6c1 y VIIIe3s4s6c1, por limitaciones de suelos y deficiente drenaje.

Tierras misceláneas

Tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades Taxonómicas, correspondientes a los relieves de gargantas y barrancos, donde por lo general se observan afloramientos rocosos y su pendiente sobrepasa el 40 %.

5.1.11.3.7 Conflicto de Uso

Metodología

Cuando el equilibrio natural no se ve perturbado, los procesos naturales se desarrollan a un ritmo normal; sin embargo, el equilibrio se rompe al alterarse produciendo efectos negativos al recurso suelo, como: erosión, degradación, pérdida de fertilidad, etc.

La sobreposición de la cartografía de capacidad de uso con la de cobertura vegetal y uso actual permitió, por medio de la matriz de interpretación, delimitar áreas de tierras que están en Uso Correcto, en Uso Factible o en Uso Incorrecto (Anexo D.- Cartografía, Mapa 5.1-9 Mapa de Capacidad de Uso de suelo).

Tabla 5-45 Matriz de Interpretación del Conflicto de Uso del Suelo

Cobertura Vegetal Capacidad de Uso	Bosque nativo	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea	Mosaico Agropecuario	Pastizal	Área poblada	Erial	Información no disponible	Cuerpo de agua
IV	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto-factible	Incorrecto	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
V	Correcto	Correcto	Correcto	Factible-correcto	Incorrecto	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
VI	Correcto	Correcto	Incorrecto	Incorrecto	Incorrecto	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
VII	Correcto	Correcto	Factible-correcto	Incorrecto	Incorrecto	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Cobertura Vegetal Capacidad de Uso	Bosque nativo	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea	Mosaico Agropecuario	Pastizal	Área poblada	Erial	Información no disponible	Cuerpo de agua
VIII	Correcto	Correcto	Incorrecto	Incorrecto	Incorrecto	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Tierras misceláneas	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Fuente: Modificado del Esquema Metodológico para Obtener los Conflictos de Uso de las Tierras en Ecuador, de Sigtierras, 2017

Fuente y Elaboración: Entrix, noviembre 2024

En el área geográfica se han identificado las siguientes categorías:

Uso Correcto (C)

Se determina cuando el uso actual coincide con la aptitud de tierra propuesta, por lo que no se observan procesos que degradan a los suelos; pero cuando estas tierras estén bajo actividades agropecuarias requerirán manejo.

Uso Factible (F)

Son áreas en las que se utilizan sus tierras con menor intensidad que su aptitud, por lo que pueden soportar un uso mayor.

La utilización más intensa de la tierra demandará tomar medidas de manejo técnico y socialmente adecuadas para evitar que se presenten conflictos.

Uso Incorrecto (I)

Es de uso actual, en las que la aptitud de la tierra se aprovecha más intensiva que la que soporta, por lo que los procesos de deterioro se presentarán reflejándose en el empobrecimiento de la tierra y, por ende, la baja producción y posterior abandono de estos suelos. La plataforma no se ubica en uso de suelo incorrecto.

5.1.11.3.8 Conclusiones del Componente Suelos

- > Los suelos predominantes en el sector son los del Orden de los Inceptisoles, le siguen los Andisoles y Entisoles, como también se encuentra Tierras Misceláneas.
- > Químicamente, estos suelos tienen características ácidas de pH entre 4,40 y 5,40, con baja conductividad, con baja materia orgánica, nitrógeno, fosforo y potasio, generalmente bajos, pero con excesos de hierro y gran concentración de aluminio.
- > Por el predominio de pendientes fuertes, la calidad edafológica de los suelos y las elevadas precipitaciones durante el año, respecto a la capacidad de uso de los suelos, hay un predominio de los grupos VII y VIII, tierras marginales para el uso agropecuario, con limitaciones fuertes, que deben ser para protección.
- > La cobertura vegetal y uso del suelo está marcada por un predominio de vegetación de bosque natural poco intervenido; la actividad antrópica, área de usos agropecuarios está muy restringida al sector oeste del área geográfica por la presencia de zonas de colonos.

5.1.12 **Calidad de Aire**

La línea base, desde el punto de vista de calidad de aire, denota el estado de este en un momento en particular antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área, que puede estar influenciada por actividades humanas.

El análisis de la calidad del aire para el actual proyecto tuvo la siguiente perspectiva:

- > Levantamiento de dos puntos de calidad del aire ubicados en Puntos Críticos de Afectación (viviendas), cercanos a las facilidades proyectadas, estos puntos se identificaron durante las actividades de campo. Cabe mencionar que este levantamiento de información estuvo a cargo del laboratorio Gruentec Cía. Ltda., acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio).

5.1.12.1 **Metodología de Medición de Calidad de Aire Realizada como Parte del Presente Estudio**

Como se mencionó previamente, la medición de la calidad del aire fue efectuada por el laboratorio acreditado Gruentec Cía. Ltda. (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio). Las mediciones fueron ejecutadas del 24 al 25 de junio para el punto CA1, del 7 al 8 de agosto para el punto CA2 y del 8 al 9 de agosto para el punto CA3, tal como se puede observar en las cadenas de custodia de estas mediciones (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1. Físico; B.1.2. Cadenas de Custodia; B.1.2.5. Aire); la metodología que se aplicó para realizar las mediciones de calidad de aire se basa en lo establecido en la normativa ambiental vigente, específicamente lo correspondiente al Anexo 4 "Norma de Calidad del Aire Ambiente o nivel de Inmisión" del Acuerdo Ministerial 097-A, que detalla los equipos, métodos y procedimientos requeridos para este tipo de medición.

Los procedimientos y referencias utilizados en la medición son los siguientes:

- > Método interno Laboratorio Gruentec Cía. Ltda. para Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente MM-AIR-02, acorde al manual EPA: Quality Assurance, Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II mayo, 2013.
- > Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, Anexo 4, Acuerdo Ministerial 097-A, Registro Oficial No. 387, publicado el 4 de noviembre de 2015.
- > El tiempo de medición total fue de 24 horas para los parámetros material particulado (PM10 y PM2,5), SO₂, CO, NO₂, O₃, mientras que el tiempo de medición de partículas sedimentables corresponde a 30 días, conforme se especifica en el numeral 4.1.2, Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente, del Anexo 4 del A. M. 097-A.

Tabla 5-46 Detalle de Parámetros de Medición, Horas de Monitoreo y Límites Permisibles según el Anexo 4, Acuerdo Ministerial 097 A

Parámetros de Medición y Horas de Monitoreo Normativa Ambiental	Límite Permissible, Anexo 4 Acuerdo Ministerial 097 A, Acuerdo Ministerial 061 (sustitutivo del libro VI), TULSMA
Material particulado menor a 10 micrones (PM10): promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas.	100 µg/m ³
Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5): promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas.	50 µg/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂): medición durante 24 horas.	125 µg/m ³
Dióxido de azufre (SO ₂): valor en un periodo de diez minutos	500 µg/m ³
Monóxido de carbono (CO): promedio de la medición continua durante ocho horas.	10 000 µg/m ³

Parámetros de Medición y Horas de Monitoreo Normativa Ambiental	Límite Permisible, Anexo 4 Acuerdo Ministerial 097 A, Acuerdo Ministerial 061 (sustitutivo del libro VI), TULSMA
Monóxido de carbono (CO): máxima concentración de la medición durante una hora.	30 000 µg/m³
Ozono (O3): máxima concentración de la medición continua en ocho horas.	100 µg/m³
Dióxido de nitrógeno (NO2): máxima concentración en una hora de medición continua.	200 µg/m³
Partículas sedimentables: La máxima concentración de una muestra colectada durante 30 días de forma continua será de un miligramo por centímetro cuadrado (1 mg/cm² x 30 días)	1,0 mg/cm² x 30 días

Fuente: Anexo 4, Acuerdo Ministerial 097-A
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

5.1.12.1.1 Equipos Utilizados

La descripción de los equipos utilizados, el método de análisis y el límite de cuantificación se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5-47 Equipos Utilizados para la Medición

Equipo	Parámetro	Técnica de Análisis	Método	Límite de Cuantificación
ANCO-002	Monóxido de carbono	Absorción IR	US EPA RFCA-1093-093	0,1 ppm
ANOX-002	Dióxido de nitrógeno	Quimioluminiscencia	US EPA RFNA-1194-099	0,05 ppm
	Óxidos de nitrógeno	Quimioluminiscencia	US EPA RFNA-1194-099	0,05 ppm
	Ozono	Absorción UV	US EPA EQOA-0514-214	0,05 ppm
ANSO-002	Dióxido de azufre	Fluorescencia UV	US EPA EQSA-0495-0100	0,055 ppm
ANMP-002	Material particulado 2.5	Atenuación de radiación beta	US EPA EQPM-0912-204	5 µg/m³
	Material particulado 10	Atenuación de radiación beta	US EPA EQPM-0912-205	5 µg/m³

Fuente: Gruentec Cía. Ltda., Informe de Resultados, septiembre 2024
Elaboración por: Entrix, septiembre 2024

5.1.12.1.2 Correcciones Aplicables

Los valores de concentración de los contaminantes realizados en el presente estudio están sujetos a ciertas correcciones con base en las condiciones de referencia de 25 °C y 760 mmHg, en donde las mediciones observadas en la fase de campo se corrigieron con base en la temperatura del aire y presión atmosférica de la localidad al momento de llevar a cabo el monitoreo.

Para realizar la comparación con los respectivos límites máximos permitidos dentro de la norma ecuatoriana, el Ministerio del Ambiente (2015) establece la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Cc = Co * \frac{760 \text{ mmHg}}{P_{bl} \text{ mmHg}} * \frac{(273 + t \text{ } ^\circ\text{C}) K}{298 K}$$

Donde:

Cc = Concentración corregida

Co = Concentración observada

Pbl = Presión atmosférica local

t °C = Temperatura local expresada en grados Celsius

K = Temperatura en grados Kelvin

5.1.12.2 Ubicación de Puntos de Medición de Calidad del Aire

Para el presente estudio se realizaron tres puntos de medición de calidad de aire en el área geográfica del proyecto, los cuales fueron efectuados por el Laboratorio Ambiental Gruentec Cía. Ltda., acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE-LEN-05-008) (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio). La cantidad y ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aire se seleccionaron estratégicamente en función de criterios técnicos que permiten una cobertura representativa del área geográfica del proyecto, considerando lo siguiente:

> **Implantación de infraestructura del proyecto:**

Los puntos fueron ubicados en áreas con presencia de receptores sensibles con incidencia directa por actividades del proyecto cercano a las inmediaciones de la línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano y escombreras.

> **Área de influencia de calidad de aire:**

Se consideraron las condiciones meteorológicas predominantes en el área, posición y distribución de focos emisores y la topografía del terreno utilizadas para la determinación de áreas de influencia por calidad de aire (modelo de emisiones y dispersión de contaminantes), con el fin de ubicar los puntos de monitoreo de las fuentes potenciales de emisión, permitiendo así capturar las variaciones en la calidad del aire asociadas a las actividades del proyecto en receptores sensibles.

> **Presencia de receptores sensibles:**

La ubicación de los puntos considera la cercanía a posibles receptores sensibles como centros poblados y viviendas, lo que permite evaluar el posible impacto sobre la población cercana.

> **Infraestructura existente:**

Se aprovechó la accesibilidad y las condiciones seguras que brindan algunas áreas con infraestructura ya existente (viviendas y escuela), facilitando el levantamiento de información de calidad de aire y posteriormente la ejecución del monitoreo continuo durante la ejecución del proyecto.

La ubicación de los puntos de medición de calidad de aire (CA1, CA2 y CA3) se presenta en el Anexo D.- Cartografía, 5.1-13 Mapa de Ubicación de Puntos de Medición de Calidad de Aire.

El monitoreo se realizó entre junio-septiembre de 2024 para los parámetros: material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5}), SO₂, CO, NO_x, O₃ y partículas sedimentables (TSP), de acuerdo con los procedimientos y metodología.

Adicionalmente, se incluye un punto de medición de calidad de aire (CA4) dentro del BVP CEPLOA cercano a la plataforma Oglán 3, cuya medición se ejecutará una vez finalizada la construcción previa a la etapa de perforación, mismo que será monitoreado según lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 10). Cabe indicar que este punto no se mide como parte de la línea base de este estudio, dado que no existe la accesibilidad y facilidad para el ingreso al punto y el correspondiente levantamiento de la información.

Tabla 5-48 Ubicación de Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Inicio de Medición		Fin de Medición		Infraestructura Asociada	Localidad	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)	Fecha	Hora	Fecha	Hora				
CA1	198619	9849409	24/6/2024	13:00	25/6/2024	13:00	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano y escombrera 16 de línea de vía de acceso a plataforma Oglán 3	Shuar Washints	Punto ubicado a aproximadamente 180 metros de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3 y línea de flujo proyectadas, en la parte externa de la escuela de la comunidad Shuar Washints	
CA2	198364	9847542	7/8/2024	13:00	8/8/2024	13:00	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano	Colonia Bolívar	Punto ubicado a aproximadamente 230 metros al Este del área donde se proyecta la implementación de la línea de flujo, en la vivienda del Sr. José Antonio Wisuma (sobre la vía Arajuno)	

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Inicio de Medición		Fin de Medición		Infraestructura Asociada	Localidad	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)	Fecha	Hora	Fecha	Hora				
CA3	197775	9844837	8/8/2024	15:00	9/8/2024	15:00	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano	Colonia Bolívar	Punto ubicado a aproximadamente 215 metros al Este del área donde se proyecta la implementación de la línea de flujo, en la vivienda de la Sra. Adela Andache (sobre la vía Arajuno)	

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., septiembre 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Tabla 5-49 Ubicación de Puntos de Partículas Sedimentables

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Inicio de Medición		Fin de Medición		Infraestructura Asociada	Localidad	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)								
CA1	198612	9849383	26/6/2024	11:00	23/7/2024	10:00	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano y escombrera 16 de línea de vía de acceso a plataforma Oglán 3	Shuar Washints	Punto ubicado a aproximadamente 180 metros de la escombrera 16 de la vía de acceso a la plataforma Oglán 3 y línea de flujo proyectadas, en la parte externa de la escuela de la comunidad Shuar Washints	
CA2	198355	9847535	9/8/2024	13:00	9/9/2024	9:35	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano	Colonia Bolívar	Punto ubicado a aproximadamente 230 metros al Este del área donde se proyecta la implementación de la línea de flujo, en la vivienda del Sr. José Antonio Wisuma (sobre la vía Arajuno)	

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Inicio de Medición		Fin de Medición		Infraestructura Asociada	Localidad	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)								
CA3	197762	9844827	9/8/2024	10:00	9/9/2024	9:20	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano	Colonia Bolívar	Punto ubicado a aproximadamente 215 metros al Este del área donde se proyecta la implementación de la línea de flujo, en la vivienda de la Sra. Adela Andache (sobre la vía Arajuno)	

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., septiembre 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

5.1.12.3 Análisis de Resultados

En la Tabla 5-50 se muestra el resumen de los valores obtenidos en los puntos de monitoreo considerados para el presente proyecto.

Tabla 5-50 Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire

Parámetros	Unidades	Concentraciones	CA1	CA2	CA3
		Máximas Anexo 4 A. M. 097-A	24/6/2024 25/6/2024	7/8/2024 8/8/2024	8/8/2024 9/8/2024
		Este (m)	198619	198364	197775
		Norte (m)	9849409	9847542	9844837
CO	(ug/m3)	10 000 (8 horas)	1220	1529	1336
NO ₂	(ug/m3)	200 (1 hora)	<94	<94	<94
SO ₂	(ug/m3)	125 (24 horas)	<125	<125	<125
O ₃	(ug/m3)	100 (8 horas)	<98	<98	<98
PM ₁₀	(ug/m3)	100 (24 horas)	21	28	26
PM _{2,5}	(ug/m3)	50 (24 horas)	12	15	13

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio-agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Tabla 5-51 Resultado Partículas Sedimentables

Parámetros	Unidades	Concentraciones	CA1	CA2	CA3
		Máximas Anexo 4 A. M. 097-A	26/6/2024 23/7/2024	09/08/2024 09/09/2024	09/08/2024 09/09/2024
		Este (m)	198612	198355	197762
		Norte (m)	9849383	9847535	9844827
Partículas sedimentables	mg/cm ² x 30 días	1 (30 días)	0,1	< 0,1	0,1

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio-septiembre 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Los informes de resultados constan en el Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados de Laboratorio; B.1.4.3. Aire. Los puntos de monitoreo se presentan en el Anexo D.- Cartografía, 5.1-13 Mapa de Ubicación de Puntos de Medición de Calidad de Aire.

Los resultados se compararon con las concentraciones máximas establecidas en el Anexo 4 del Acuerdo Ministerial 097-A. Los puntos monitoreados indican que se cumplen los parámetros analizados, como se observa en la Tabla 5-50 y Tabla 5-51.

5.1.12.4 Conclusión

- > En el monitoreo realizado para este estudio, los parámetros analizados como monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO₂), óxido de azufre (SO₂), ozono (O₃), material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5}) y partículas sedimentables están por debajo de las concentraciones máximas permitidas en el Anexo 4 del A. M. 097-A.

5.1.13 Hidrología y Calidad de Agua

5.1.13.1 *Hidrología*

La hidrología del área geográfica del proyecto está descrita en función de las unidades hidrográficas identificadas en el área de implantación del proyecto; busca determinar la calidad del agua de los cursos hídricos más representativos obteniendo valores referenciales de su condición ambiental actual, que servirán de base al compararlos con datos que se generan durante el desarrollo de las actividades del proyecto y el posterior monitoreo durante la ejecución del proyecto.

5.1.13.1.1 Unidades Hidrográficas

Metodología

Basado en la información secundaria existente y la información de campo, se describen los sistemas y unidades hidrográficas del área geográfica, conforme la metodología Pfafstetter¹; evaluando la información hidrodinámica de las unidades hidrográficas y los fenómenos relacionados con esta, así como la calidad de los cuerpos de agua principales existentes.

La caracterización de la hidrología es relevante, por cuanto su conocimiento resulta imprescindible para el entendimiento del comportamiento del medio físico de la zona y su relación con los potenciales impactos durante el desarrollo del proyecto.

Los cuerpos hídricos están estrechamente ligados al contexto geográfico: relieve, naturaleza, grado de meteorización de las rocas, cobertura vegetal, uso del suelo y clima, los cuales se combinan para establecer las características de la hidrología.

De conformidad con el convenio interinstitucional suscrito entre la SENAGUA², la Secretaría General de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) y la UICN (Unión Nacional para la Conservación de la Naturaleza), en mayo de 2009 se elaboró el mapa de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador, mediante la aplicación de la metodología Pfafstetter, escala 1: 250 000, nivel 5.

Mediante Resolución No. 2011-245 del 24 de marzo de 2011 de la SENAGUA, se aprobó oficialmente el mapa arriba mencionado, al igual que la metodología Pfafstetter desarrollada en Brasil en 1989. Dicha metodología se detalla en el “Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, Caso: Ecuador”, elaborado por la UICN en el 2009. El manual se desarrolló con la finalidad de presentar las pautas técnicas de un sistema semiautomático para delimitar y codificar las unidades hidrográficas del Ecuador, aplicando la metodología Pfafstetter para la división y codificación, así como técnicas de análisis espacial ráster para la delimitación.

La determinación de las unidades hidrográficas y sus características físicas para el área del proyecto se realizó sobre la base de información cartográfica oficial del Instituto Geográfico Militar a escala 1:50 000 aplicando la metodología Pfafstetter, “Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de

¹ Mediante Resolución No. 2011-245, emitida por la Secretaría Nacional del Agua el 24 de marzo de 2011, la Secretaría Nacional del Agua aprueba la metodología Pfafstetter para la delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador, así como el Mapa de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador en escala 1: 250 000 hasta el nivel 5, elaborado por la SENAGUA con la metodología antes mencionada. En este sentido, se declara de aplicación obligatoria el mapa aprobado en todos los procesos oficiales de ordenamiento de unidades hidrográficas. Dicha metodología se detalla en el “Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, Caso: Ecuador”, elaborado por la UICN en el 2009. El manual se desarrolló con la finalidad de presentar las pautas técnicas de un sistema semiautomático para delimitar y codificar las unidades hidrográficas del Ecuador aplicando la metodología Pfafstetter para la división, codificación y técnicas de análisis espacial ráster para la delimitación. Este documento describe la generación automática de las unidades hidrográficas con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), desde modelos digitales de elevación (MDE) y redes de drenaje hasta la obtención de las unidades hidrográficas.

² Mediante Decreto Ejecutivo Nro. 1007 de 4 de marzo de 2020 se ejecutó la fusión del Ministerio del Ambiente (MAE) y la Secretaría del Agua (SENAGUA), con la creación del Ministerio del Ambiente y Agua, actualmente denominado el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).

Unidades Hidrográficas, Caso: Ecuador”; en función del Acuerdo Ministerial No. 2017-0023 del 15 de noviembre de 2017 (vigente a la fecha) de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA en ese entonces). A continuación, se detallan las unidades hidrográficas presentes en el área geográfica del proyecto.

Tabla 5-52 Unidades Hidrográficas del Proyecto

Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Código	Nivel	Nombre del Drenaje
Unidad hidrográfica 49784998	49784998	8	Río Oglán
Unidad hidrográfica 49789566	49789566	8	Río Huapuno
Unidad hidrográfica 49784999	49784999	8	Río Curaray

Fuente: Pfasftetter Metodología, Entrix, septiembre 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

A pesar de que la autoridad competente ha establecido el uso del método Pfasftetter, que no realiza una clasificación en unidad, subunidad y micro unidad hidrográfica, a continuación, se presenta una clasificación de los niveles superiores en los que se encuentran las unidades del proyecto.

Tabla 5-53 Características de las Unidades Hidrográficas del Área Geográfica

Nombre del Drenaje	Pfasftetter			Características Principales					
	Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Codificación	Nivel	Área (km²)	Perímetro (km)	Longitud del Cauce Principal (km)	Longitud Media del Cauce Principal (km)	Longitud de los Cauces Secundarios (km)	Dirección del Drenaje
Río Oglán	Unidad hidrográfica 49784998	49784998	8	90,42	46,34	31,64	14,97	149,62	SO-E
Río Huapuno	Unidad hidrográfica 49789566	49789566	8	147,56	68,00	27,70	16,08	231,20	S-N
Río Curaray	Unidad hidrográfica 49784999	49784999	8	102,74	49,91	32,12	18,35	185,95	SO-NE

Fuente: Pfasftetter Metodología, Entrix, septiembre 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Con estas características se pueden determinar las unidades hidrográficas dentro del área geográfica mediante índices o coeficientes que relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a estos movimientos. Las variables para calcular serán: la forma de la unidad hidrográfica, con base en el coeficiente de compacidad (Kc) y al coeficiente de forma (Kf); la densidad de drenaje (Dd) de la unidad hidrográfica, con base en la longitud total de los cauces; y, la sinuosidad del cauce principal, para lo cual se utilizaron las siguientes relaciones:

Coeficiente de Forma (kf)

Es uno de los parámetros que explica la elongación de una unidad hidrográfica. Este parámetro está definido por la siguiente expresión:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde³:

A: área de la unidad hidrográfica, km²

L: longitud del cauce principal, km

Es un parámetro adimensional y la longitud de la unidad hidrográfica puede considerarse según tres criterios diferentes: la longitud del cauce principal considerando su sinuosidad, la longitud del cauce principal considerando su eje y la distancia en línea recta entre el punto de control de la cuenca y el punto más alejado de este punto (López Cadenas de Llano & Mintegui Aguirre, 1987).

En la siguiente tabla se muestra la forma que puede adoptar una unidad hidrográfica según los rangos aproximados del factor de forma.

Tabla 5-54 Rangos Aproximados del Factor de Forma

Factor de Forma (valores aproximados)	Forma de la Unidad Hidrográfica
< 0,22	Muy alargada
0,22 a 0,30	Alargada
0,30 a 0,37	Ligeramente alargada
0,37 a 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 a 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 a 0,80	Ensanchada
0,80 a 1,20	Muy ensanchada
> 1,20	Rodeando el desagüe

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, febrero 2024

Elaboración: Entrix, febrero 2024

Coeficiente de Compacidad (kc)

Establece la relación entre el perímetro de la unidad hidrográfica y el perímetro de una circunferencia de área equivalente a la superficie de la unidad hidrográfica correspondiente. Este índice representa la forma de la superficie de la unidad hidrográfica según su delimitación y su influencia sobre los escurrimientos y el hidrograma resultante de una precipitación (López Cadenas de Llano & Mintegui Aguirre, 1987).

De otra manera, este índice se basa en la comparación con una unidad hidrográfica ideal de forma circular con sus cauces dispuestos radialmente que desembocan en el punto central (López Cadenas de Llano, 1998). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{0,28 P}{A^{0,5}}$$

Donde⁴:

A: área de la unidad hidrográfica, km²

P: perímetro de la unidad hidrográfica, km

³ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfafstetter, SENAGUA 2009

⁴ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfafstetter, SENAGUA 2009

Cuando el valor de K_c tienda a uno, la unidad hidrográfica tendrá una forma casi circular. Esto significa que las crecientes tendrán mayor coincidencia debido a que los tiempos de concentración de los diferentes puntos de la unidad hidrográfica serán iguales. El tiempo de concentración consiste en la duración necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de la cuenca llegue al punto de salida o desembocadura. En cuencas muy alargadas, el valor de K_c sobrepasa a 2, como se puede observar en la siguiente figura:

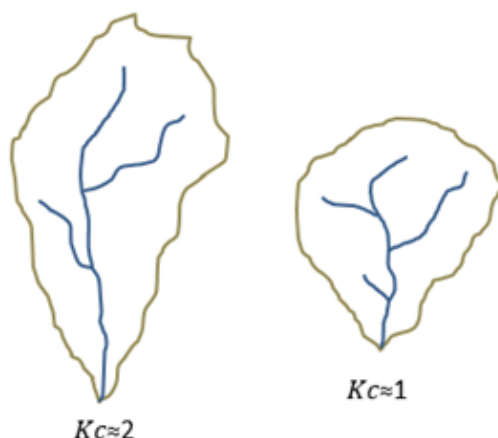


Figura 5-81 Comparación de la Forma de Unidades Hidrográficas según K_c

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, febrero 2024
Elaboración por: Entrix, febrero 2024

Densidad de Drenaje (D_d)

Este parámetro indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua irregulares y regulares de la unidad hidrográfica y la superficie total de esta. De otra manera, expresa la capacidad de desalojar un volumen de agua dado (López Cadenas de Llano, 1998). Este parámetro es muy representativo respecto a la topografía de la unidad hidrográfica.

Valores mínimos de esta relación están asociados a regiones con materiales de suelo poco erosionables, baja cubierta de vegetación y pendientes planas, mientras que los valores altos se refieren a que las precipitaciones intervienen rápidamente sobre las descargas de los ríos. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$D_d = \frac{L_T}{A}$$

Donde⁵:

A: área de la unidad hidrográfica, km^2

L_T : longitud total de los cauces, km

Tabla 5-55 Rangos Aproximados de la Densidad del Drenaje

Densidad de Drenaje (valores aproximados)	Clases
0,1 a 1,8	Baja
1,9 a 3,6	Moderada

⁵ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfafstetter, SENAGUA 2009

Densidad de Drenaje (valores aproximados)	Clases
3,7 a 5,6	Alta

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, febrero 2024
Elaborado por: Entrix, febrero 2024

Sinuosidad (Si)

Es el índice que representa la distancia en la que el trazado del río se aparta de una línea recta. Se mide por la relación entre la distancia que separa dos puntos a lo largo de la parte más profunda del cauce y la distancia en línea recta entre ellos. Un cauce en línea recta tiene una sinuosidad de 1, mientras que se describen los ríos como meándricos cuando la sinuosidad es mayor que 1,5 (López Cadenas de Llano & Mintegui Aguirre, 1987). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Si = \frac{L}{L_m}$$

Donde:

- L: longitud del cauce principal, km
- Lm: longitud media del cauce principal en línea recta o curva, km

Análisis de Resultados

En las siguientes tablas se presentan los resultados de los cálculos antes mencionados.

Tabla 5-56 Coeficientes a partir de los Parámetros Fisiográficos de las Unidades Hidrográficas Analizadas

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Código	Nivel	Coeficiente de Forma (kf)	Coeficiente de Compacidad (kc)	Densidad de Drenaje (Dd) (km/km2)	Sinuosidad (Si)
Unidad hidrográfica 49784998	Río Oglán	49784998	8	0,09	1,36	1,65	2,11
Unidad hidrográfica 49789566	Río Huapuno	49789566	8	0,19	1,57	1,57	1,72
Unidad hidrográfica 49784999	Río Curaray	49784999	8	0,10	1,38	1,81	1,75

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, septiembre 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Coeficiente de Forma (kf)

Tabla 5-57 Análisis de Resultados del Coeficiente de Forma (kf)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coeficiente de Forma (kf)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 49784998	Río Oglán	8	0,09	Muy Alargada
Unidad hidrográfica 49789566	Río Huapuno	8	0,19	Muy Alargada

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coficiente de Forma (kf)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 49784999	Río Curaray	8	0,10	Muy Alargada

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, febrero 2024
Elaboración: Entrix, febrero 2024

Coeficiente de Compacidad (kc)

Tabla 5-58 Análisis de Resultados del Coeficiente de Compacidad (kc)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coficiente de Compacidad (kc)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 49784998	Río Oglán	8	1,36	Circular
Unidad hidrográfica 49789566	Río Huapuno	8	1,57	Circular-alargada
Unidad hidrográfica 49784999	Río Curaray	8	1,38	Circular

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, septiembre 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Densidad de Drenaje (Dd)

Tabla 5-59 Análisis de Resultados de la Densidad de Drenaje (Dd)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Densidad de Drenaje (Dd) (km/km²)	Rangos Aproximados
Unidad hidrográfica 49784998	Río Oglán	8	1,65	Baja
Unidad hidrográfica 49789566	Río Huapuno	8	1,57	Baja
Unidad hidrográfica 49784999	Río Curaray	8	1,81	Baja

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, septiembre 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Sinuosidad (Si)

Tabla 5-60 Análisis de Resultados de la Sinuosidad (Si)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Sinuosidad (Si)	Tipo de Cauce
Unidad hidrográfica 49784998	Río Oglán	8	2,11	Meándrico
Unidad hidrográfica 49789566	Río Huapuno	8	1,72	Meándrico
Unidad hidrográfica 49784999	Río Curaray	8	1,75	Meándrico

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, septiembre 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

5.1.13.1.2 Hidrometría y Cálculo de Caudales

La hidrometría es una rama de la hidrología encargada de la medición del agua que circula por una sección en un tiempo determinado.

La ecuación de caudal se detalla a continuación:

$$Q = A * V$$

Donde:

Q: caudal (m^3/s)

A: área de la sección transversal (m^2)

V: velocidad media del agua (m/s)

A continuación, se detalla el cálculo de las características hidrométricas de los cuerpos hídricos muestreados como parte de la línea base del presente Estudio (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.5. Hojas de Campo) (Anexo D.-Cartografía, 5.1-14 Mapa Hidrológico).

Tabla 5-61 Cálculo de Caudales de los Cuerpos Hídricos Muestreados

Cálculo de Caudales													
Infraestructura Asociada	Código de la Muestra	Coordenadas WGS 84 18 Sur			Nombre del Cuerpo de Agua	Tipo	Cálculo del Volumen de los Cuerpos de Agua				Cálculo de Caudal [Q (m³/s)]		
		Este (m)	Norte (m)	Fecha			Ancho Cuerpo de Agua (m)	Profundidad Cuerpo de Agua (m)	Longitud de Medición (m)	Volumen de la Sección (m3)	Tiempo (s)	Velocidad de Flujo (m/s)	Caudal (m3/s)
Plataforma Oglán 2	AG-1	202839	9850908	25/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,11	0,10	1,50	0,16	5,58	0,27	0,03
Plataforma Oglán 2	AG-2	202839	9850818	25/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,86	0,12	1,50	0,15	5,82	0,26	0,03
Plataforma Oglán 2 y escombrera 23 de vía de acceso	AG-3	202530	9850917	26/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,04	0,26	1,00	0,27	6,20	0,16	0,04
Escombrera 23 de vía de acceso	AG-4	202367	9850720	26/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,22	0,36	1,00	0,44	9,00	0,11	0,05
Plataforma Oglán 3	AG-5	202435	9850991	26/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,20	0,10	1,20	0,02	3,90	0,31	0,01
Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2 y escombrera 21	AG-6	202823	9851299	28/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,19	0,06	0,50	0,01	2,98	0,17	0,00
Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2	AG-7	202295	9851618	30/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2 y escombrera 21	AG-8	202773	9851558	28/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-9	201491	9851241	27/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,30	0,21	0,50	0,03	5,00	0,10	0,01
Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-10	200807	9850875	25/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,10	0,12	1,80	0,24	4,51	0,40	0,05
Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-11	200389	9850666	1/7/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,82	0,17	1,80	0,25	7,99	0,23	0,03
Escombrera 12 (relacionada con Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano)	AG-13	200025	9849960	26/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,20	0,03	1,20	0,01	5,44	0,22	0,00
Vía de acceso a Oglán 3, línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombreras 7 y 8 de la vía de acceso	AG-14	199390	9849694	28/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,85	0,42	1,91	0,68	9,47	0,20	0,07
Vía de acceso a Oglán 3, línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombreras 6, 16 y 19 de la vía de acceso	AG-15	198942	9849534	28/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,27	0,30	2,50	0,95	9,68	0,26	0,10
Vía de acceso a Oglán 3, línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombrera 19 de la vía de acceso	AG-16	199062	9849234	29/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,23	0,23	2,51	0,71	20,57	0,12	0,03

Cálculo de Caudales													
Infraestructura Asociada	Código de la Muestra	Coordenadas WGS 84 18 Sur			Nombre del Cuerpo de Agua	Tipo	Cálculo del Volumen de los Cuerpos de Agua				Cálculo de Caudal [Q (m³/s)]		
		Este (m)	Norte (m)	Fecha			Ancho Cuerpo de Agua (m)	Profundidad Cuerpo de Agua (m)	Longitud de Medición (m)	Volumen de la Sección (m3)	Tiempo (s)	Velocidad de Flujo (m/s)	Caudal (m3/s)
Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-17	198945	9848860	29/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,62	0,10	1,60	0,10	9,86	0,16	0,01
Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-18	198603	9848437	30/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,36	0,05	1,80	0,03	8,58	0,21	0,00
Escombreras 18 y 20 (relacionadas con Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano)	AG-19	198330	9848638	30/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,30	0,19	1,98	0,49	11,52	0,17	0,04
Escombreras 15 y 16 (relacionadas con Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano)	AG-20	198660	9849257	29/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,97	0,06	1,40	0,08	9,58	0,15	0,01
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-21	198517	9847954	30/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,56	0,20	1,20	0,13	4,43	0,27	0,03
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-22	198242	9848007	30/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	1,50	0,36	3,00	1,62	8,36	0,36	0,19
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-23	198019	9847343	9/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-24	198117	9846254	8/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-25	198065	9845801	8/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,80	0,10	1,20	0,10	7,80	0,15	0,01
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-26	197564	9845548	8/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,92	0,19	1,70	0,30	18,33	0,09	0,02
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-27	197678	9844845	8/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2 y plataforma Oglán 3	AG-28	202032	9851524	27/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-29	198229	9846641	9/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						

Cálculo de Caudales													
Infraestructura Asociada	Código de la Muestra	Coordenadas WGS 84 18 Sur			Nombre del Cuerpo de Agua	Tipo	Cálculo del Volumen de los Cuerpos de Agua				Cálculo de Caudal [Q (m³/s)]		
		Este (m)	Norte (m)	Fecha			Ancho Cuerpo de Agua (m)	Profundidad Cuerpo de Agua (m)	Longitud de Medición (m)	Volumen de la Sección (m3)	Tiempo (s)	Velocidad de Flujo (m/s)	Caudal (m3/s)
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-30	197412	9844947	7/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-31	199667	9849932	28/6/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,70	0,04	1,60	0,04	8,64	0,19	0,01
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	AG-32	197418	9844871	7/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	Estero temporal, no posee movimiento						
Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombrera de la línea de flujo	AG-33	197912	9846926	9/8/2024	Estero sin nombre	Lótico	0,45	0,05	1,20	0,03	5,40	0,22	0,01
Plataforma Oglán 3 – Drenaje	AG-34	202251	9851388	29/11/2024	Estero sin nombre	Lótico	1	0,05	3	0,15	7,05	0,43	0,02

Fuente: Levantamiento de Información de campo, junio-agosto 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

Página en blanco

Caudales Medios Mensuales

Caudal es la cantidad de agua que fluye a través de una sección y se expresa en volumen por unidad de tiempo.

- > Caudal medio mensual: Se calcula hallando para cada mes la media aritmética de los caudales promedios diarios.

Metodología

Para la determinación de los caudales medios mensuales se ha utilizado la fórmula aplicada al método racional, expresada por la ecuación:

$$Q = 0,278 * C * I * A$$

Donde:

Q (m3 / s)	Caudal medio mensual
0,278	Factor de conversión de unidades
C	Coeficiente de escurrimiento
I (mm / h)	Intensidad de lluvia (precipitación)
A (km2)	Área de la cuenca de drenaje

Para la determinación de caudales se realizó el siguiente proceso:

Se determinó el valor de precipitación media mensual para las cuencas de interés en base a la información meteorológica de la estación M0008 (Puyo).

Tabla 5-62 Precipitación Media Anual Estación M0008 (Puyo)

Precipitación (mm)													
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
M0008 (Puyo)	326,6	330,2	409,7	474,9	447,9	452,6	367,3	320,0	331,3	389,6	384,2	358,1	382,7
													Total
													4592,3

Fuente: Estación meteorológica M0008 (Puyo), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2024
Elaborado por: Entrix, septiembre 2024

El coeficiente de escurrimiento se determinó en base a la fórmula de Nadal, que se expone a continuación:

$$C = 0,25 * K1 * K2 * K3$$

Donde:

- K1 Factor de la extensión de la cuenca
- K2 Factor de precipitación anual
- K3 Factor de la pendiente y de la permeabilidad del suelo

Caudales Ecológicos

El caudal ecológico en un cauce corresponde al caudal mínimo necesario para sustentar las condiciones naturales propias de dicho cauce, tanto físicas como bióticas y sociales (uso del agua).

Metodología

Muchas son las técnicas y las metodologías para su determinación; sin embargo, para un análisis esencial y breve de este caudal, en el presente cálculo se consideró el caudal medio de cada unidad hidrográfica del proyecto. Es así como del valor obtenido se calculó el 10 % del caudal indicado, obteniendo el caudal ecológico⁶.

$$Q_{\text{ecológico}} = Q_{\text{medio}} * 10 \%$$

Resultados

Del análisis de factores se obtuvo los siguientes resultados para las diferentes cuencas:

Tabla 5-63 Cálculo de Coeficiente de Escurrimiento

Unidad Hidrográfica	Área (km ²)	K1	Precipitación (mm)	K2	K3	C
Unidad hidrográfica 49784998	90,42	1,88	382,7	0,73	0,50	0,17
Unidad hidrográfica 49789566	147,56	1,75	382,7	0,73	0,50	0,16
Unidad hidrográfica 49784999	102,74	1,84	382,7	0,73	0,50	0,17

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Con el valor del coeficiente de escurrimiento y las áreas de las cuencas se calculó los caudales mensuales mínimo, medio y máximo de las cuencas. Para el cálculo se utilizó información de las características de las unidades hidrográficas relacionadas con el proyecto, obteniéndose los siguientes valores.

⁶ Sexta disposición transitoria del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, donde establece: "En tanto no tenga lugar la aprobación de dicha reglamentación, la Secretaría del Agua establecerá como caudal ecológico al 10 % del caudal medio mensual multianual del régimen natural de la fuente determinado en función de los datos hidrológicos de al menos 10 años".

Tabla 5-64 Caudal Medio de las Unidades Hidrográficas del Proyecto

Unidad Hidrográfica	Caudal	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Unidad hidrográfica 49784998	Q medio (m³/s)	0,54	0,55	0,68	0,79	0,74	0,75	0,61	0,61	0,55	0,65	0,64	0,59	0,63
Unidad hidrográfica 49789566	Q medio (m³/s)	0,82	0,83	1,03	1,19	1,12	1,14	0,92	0,92	0,83	0,98	0,96	0,90	0,96
Unidad hidrográfica 49784999	Q medio (m³/s)	0,60	0,61	0,76	0,88	0,83	0,84	0,68	0,68	0,61	0,72	0,71	0,66	0,71

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Página en blanco

A continuación, se presentan los valores estimados:

Tabla 5-65 Caudales Ecológicos de las Unidades Hidrográficas del Proyecto

Unidad Hidrográfica	Área (km ²)	Q Medio (m ³ /s)	Q Ecológico (m ³ /s)
Unidad hidrográfica 49784998	90,42	0,63	0,063
Unidad hidrográfica 49789566	147,56	0,96	0,096
Unidad hidrográfica 49784999	102,74	0,71	0,071
Sexta disposición transitoria del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, donde se establece: "En tanto no tenga lugar la aprobación de dicha reglamentación, la Secretaría del Agua establecerá como caudal ecológico al 10 % del caudal medio mensual multianual del régimen natural de la fuente, determinado en función de los datos hidrológicos de al menos 10 años".			

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

5.1.13.1.3 Uso del Recurso

Conforme a la recopilación de información en el área del proyecto, el recurso hídrico de los principales ríos y esteros es utilizado para preservación de flora y fauna, actividades agropecuarias, pesca y, en ocasiones, las comunidades aledañas lo utilizan para uso doméstico (lavar, cocina, higiene). Mayor detalle de esta información se presenta en la sección 5 Diagnóstico Ambiental Línea Base, 5.3 Componente Socioeconómico.

5.1.13.2 Calidad de Agua

Metodología

Para la toma de muestras para el presente estudio se consideró la caracterización del componente hídrico basado en la evaluación de las características fisiográficas de los sistemas de drenaje, los resultados analíticos de las muestras y la identificación de diferentes actividades antrópicas que podrían aportar concentraciones de parámetros que incidan en la caracterización y las condiciones climatológicas.

La línea base del presente EsIA busca caracterizar el área geográfica del proyecto de la fase de explotación del campo Oglán que permita contar con valores de línea base. El número de muestras y su localización estuvo basado en la ubicación de la infraestructura en proceso de licenciamiento, la topografía y las características propias de los cuerpos de agua existentes en el área geográfica del proyecto; por ejemplo, si los cuerpos de agua cuentan con flujo laminar, estacionalidad, entre otros. También se buscó contar con datos de línea base de los cuerpos de agua donde se propone se instalen los sitios de captación de agua previo aprobación por parte de la autoridad respectiva.

La ubicación de los puntos de muestreo se definió según lo mencionado, para determinar la calidad del agua de los cursos hídricos más representativos y cuya estacionalidad permitió tomar la muestra. El muestreo se llevó a cabo en junio y agosto de 2024.

La toma de muestras para la caracterización de la calidad del agua fue efectuada por el laboratorio acreditado Gruentec Cía. Ltda. (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorio). Las muestras de agua se recolectaron en recipientes de vidrio color ámbar y recipientes transparentes de plástico, luego se etiquetaron y preservaron debidamente hasta la recepción en el laboratorio acreditado, acompañado de las cadenas de custodia correspondientes (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.2. Cadenas de Custodia; B.1.2.3 Agua).

Se realizaron mediciones in situ de agua superficial en cada punto de muestreo previo a la toma de muestras para medir los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto, usando un multiparámetro calibrado (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.6. Certificados Calibración).

Tabla 5-66 Características del Equipo de Medición de Parámetros In Situ

Instrumento	Especificaciones			
	Parámetro	Tipo de Sonda	Rango de Trabajo	Temperatura Operación
Multiparámetros (MULP-034) Marca WTW Modelo MULTI 3620 IDS	pH	Electrodo de pH con tecnología IDS con cabezal de conexión universal digital. Electrolito de referencia de polímero libre de AgCl.	0 a 12 pH	0 a 100 °C
	Conductividad	Celda conductimétrica con tecnología IDS. Principio de medición 4 electrodos.	1 µS/cm a 2000 S/cm	-5 a 70 °C
	Oxígeno disuelto	Sensor de oxígeno disuelto con tecnología IDS. Principio de medida óptica basada en fotoluminiscencia.	De 0,00 a 20 mg/l saturación del 0,00 al 200 %	0 a 50 °C
Multiparámetros (MULP-017) Marca WTW Modelo MULTI 3320 IDS	pH	Electrodo de pH con tecnología IDS con cabezal de conexión universal digital. Electrolito de referencia de polímero libre de AgCl.	0 a 12 pH	0 a 100 °C
	Conductividad	Celda conductimétrica con tecnología IDS. Principio de medición 4 electrodos.	1 µS/cm a 2000 S/cm	-5 a 70 °C
	Oxígeno disuelto	Sensor de oxígeno disuelto con tecnología IDS. Principio de medida óptica basada en fotoluminiscencia.	De 0,00 a 20 mg/l saturación del 0,00 al 200 %	0 a 50 °C
Multiparámetros (MULP-027) Marca WTW Modelo MULTI 3320 IDS	pH	Electrodo de pH con tecnología IDS con cabezal de conexión universal digital. Electrolito de referencia de polímero libre de AgCl.	0 a 12 pH	0 a 100 °C
	Conductividad	Celda conductimétrica con tecnología IDS. Principio de medición 4 electrodos.	1 µS/cm a 2000 S/cm	-5 a 70 °C
	Oxígeno disuelto	Sensor de oxígeno disuelto con tecnología IDS. Principio de medida óptica basada en fotoluminiscencia.	De 0,00 a 20 mg/l saturación del 0,00 al 200 %	0 a 50 °C

Fuente y Elaboración: Entrix, septiembre 2024

En la Tabla 5-67 se presentan los parámetros analizados y los criterios de calidad establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A con los que se compararon los resultados de laboratorio según el Acuerdo Ministerial 100-A. El alcance del levantamiento de información se centró en analizar e identificar compuestos de la composición de un hidrocarburo, como los metales pesados y TPH.

Tabla 5-67 Parámetros Analizados

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 2 Anexo 1 A. M.097A
Parámetros medidos en el sitio		
pH	Unid. pH	6,5-9
Conductividad	uS/cm	N/A
Temperatura	°C	N/A
Oxígeno disuelto	mg/l	N/A

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 2 Anexo 1 A. M.097A
Oxígeno saturación	%	>80
Parámetros medidos en el laboratorio		
Sólidos disueltos gravimétricos	mg/l	N/A
Sólidos suspendidos totales	mg/l	Máx. incremento de 10% de la condición natural
Sólidos totales disueltos	mg/l	N/A
Aniones y no metales		
Amonio	mg/l	N/A
Sulfatos	mg/l	N/A
Cloro total residual	mg/l	0,01
Parámetros orgánicos		
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	20
Demanda química de oxígeno	mg/l	40
Fenoles	mg/l	0,001
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0,5
Sustancias Tensoactivas	mg/l	0,5
Parámetros microbiológicos		
Coliformes fecales	NMP/100 ml	N/A
Coliformes totales	NMP/100 ml	N/A
Metales		
Bario	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0,001
Cromo	mg/l	0,032
Hierro	mg/l	0,3
Níquel	mg/l	0,025
Plomo	mg/l	0,001
Vanadio	mg/l	N/A
N/A No aplica, la Tabla 2 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097 A no establece un límite máximo permisible.		

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

De los parámetros que establece la Tabla 2 del A. M. 097 A, en base a los siguientes criterios y justificación técnica no se analizaron: aluminio, amoniaco total, arsénico, berilio, boro, cianuros, cloro fenoles, cobalto, cobre, plata, mercurio, selenio, piretroides, plaguicidas organoclorados y plaguicidas organofosforados.

- > **Aluminio:** El aluminio es un elemento muy reactivo y nunca se encuentra en forma de metal libre en la naturaleza, sino combinado con otros elementos, generalmente oxígeno, sílice y fluoro. Estos compuestos químicos se hallan comúnmente en el suelo, en minerales (por ejemplo, zafiros, rubíes, turquesas), en rocas (especialmente rocas ígneas) y en arcillas. La minería y el procesamiento de minerales de aluminio o la producción de aluminio metálico, aleaciones y otros productos pueden generar cantidades altas de aluminio en el ambiente (ATSDR, Resumen de Salud Pública Aluminio,

2008). La actividad del proyecto no requiere aplicación de estos elementos ni los genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, por lo que no se requiere análisis ni posterior monitoreo.

- > **Amoniaco total:** El amoníaco ocurre naturalmente y es también manufacturado. Es una fuente importante de nitrógeno, que necesitan las plantas y los animales. El amoníaco no permanece mucho tiempo en el ambiente. Es incorporado rápidamente por las plantas, las bacterias y los animales. El amoníaco se aplica directamente al suelo en terrenos agrícolas y se usa para fabricar abonos para cosechas agrícolas, prados y plantas (LENNTECH, 2022). La actividad del proyecto a realizarse no requiere aplicación de este tipo de elemento ni lo genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Arsénico:** En los medios acuáticos, el arsénico existe principalmente en la forma de arseniuros y arseniatos. En los sedimentos y suelos, los arseniatos se absorben rápidamente en forma de hierro o hidróxido de aluminio, reduciendo su capacidad y velocidad de percolación y su disponibilidad para los sistemas biológicos. El arsénico es utilizado en las aleaciones no ferrosas (por ejemplo, para reforzar la dureza de las aleaciones de plomo). El arsénico de alta pureza se necesita para producir semiconductores de arseniuro de galio y arseniuro de indio, también son utilizados en la elaboración de productos farmacéuticos, pesticidas y para la producción de pigmentos. La actividad del proyecto a realizarse no requiere aplicación de este tipo de elemento ni lo genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Berilio:** El berilio existe en el aire en pequeñas partículas de polvo. Entra en el agua durante los procesos de desintegración de suelos y rocas o procesos mineros. El berilio como elemento químico está presente en los suelos en pequeñas cantidades de forma natural, pero las actividades humanas han incrementado esos niveles de berilio (LENNTECH, 2022). La actividad del proyecto a realizarse no requiere aplicación de este tipo de elemento ni lo genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Boro:** El boro ocurre de forma natural en el ambiente porque se libera al aire, suelo y agua por la erosión. El boro se utiliza en las industrias del vidrio (LENNTECH, 2022). La actividad del proyecto a realizarse no requiere aplicación de este tipo de elemento ni lo genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Cianuros:** El cianuro entra al aire, al agua y al suelo como consecuencia de procesos naturales y de actividades industriales. Este compuesto se halla en diferentes industrias como en la minería para extraer oro y plata. También se utiliza para la elaboración de pinturas, papel, textiles y plásticos (Energy, 2021). Este parámetro no está asociado a la industria hidrocarburífera, no requiere aplicación de este tipo de elemento ni lo genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Cloro fenoles:** Los cloro fenoles son un grupo de sustancias químicas producidas cuando se añade cloro al fenol. Se utiliza comúnmente como pesticidas y como agentes conservantes para proteger materiales textiles, se encuentra en impurezas resultantes de la producción de tintes, en procesos de blanqueado con cloro elemental para materiales textiles o papel, entre otros (Agencia para Sustancias y el Registro de Enfermedades (a), 2016; Mejía, 2004). No obstante, se realizó el análisis de cloro y de fenoles, precursores de esta sustancia, a fin de determinar concentraciones anómalas de estos parámetros que puedan deducir la existencia de cloro fenoles.
- > **Cobalto:** El cobalto es un elemento que se encuentra de forma natural en el ambiente. El cobalto puede liberarse en pequeñas cantidades a la atmósfera desde la combustión del carbón y la minería, procesando minerales que contienen cobalto, y por la producción y uso de productos químicos con

este elemento. Este parámetro no está asociado a la industria hidrocarburífera, no requiere aplicación de este tipo de elemento ni lo genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.

- > **Cobre, Plata, Mercurio y Selenio:** Estos elementos están asociados a las actividades mineras e industrias metalúrgicas, es decir, no se relacionan con la industria hidrocarburífera, no requieren aplicación de este tipo de elemento ni lo genera durante su proceso, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Piretroides:** Es un tipo de insecticida se aplica a cosechas, plantas de jardines, animales domésticos y también directamente a seres humanos. Este tipo de compuesto es poco soluble en agua, generalmente se detecta su presencia en el suelo, y cuando llega al agua puede ser degradado por microorganismos (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [b], 2014; Moreno, et al., 2012). Este producto sintético no está en el ambiente; la actividad del proyecto no requiere aplicar este químico ni lo genera, por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, por lo que no se requiere análisis ni posterior monitoreo.
- > **Pesticidas organoclorados:** Los insecticidas organoclorados comprenden los derivados clorados del etano, que son compuestos sintéticos (no existen de forma natural), poco solubles en agua y persistentes en el ambiente (Sierra y otros, 2020). La actividad del proyecto no requiere aplicación de este tipo de pesticida y tampoco lo genera, lo que no influye en su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Pesticidas organofosforados:** Se trata de grupo de compuestos sintéticos, poco solubles en agua y en general altamente tóxicos (Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales España, 1999). La actividad del proyecto no requiere aplicación de este tipo de pesticidas ni lo genera, por lo que no influye en su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.

Ubicación de Puntos de Muestreo

A continuación, en la Tabla 5-68 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo caracterizados en la fase de campo (Anexo D.-Cartografía, 5.1-14 Mapa Hidrológico).

Página en blanco

Tabla 5-68 Ubicación de Puntos de Muestreo de Calidad de Agua

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-1	Estero S/N	Plataforma Oglán 2	202839	9850908	25/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado a aproximadamente 120 metros hacia el Este de la plataforma Oglán 2, aguas abajo de escombrera 22 (relacionada con vía Oglán 3 a Oglán 2).	
AG-2	Estero S/N	Plataforma Oglán 2	202839	9850818	25/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado a aproximadamente 130 metros hacia el Este de la plataforma Oglán 2, aguas abajo de escombrera 22 (relacionada con vía Oglán 3 a Oglán 2).	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-3	Estero S/N	Plataforma Oglán 2 y escombrera 23 de vía de acceso	202530	9850917	26/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado a aproximadamente 70 metros hacia el Oeste de la plataforma Oglán 2, aguas abajo de escombrera 23 (relacionada con vía Oglán 3 a Oglán 2). Se identifica como el punto previo de captación de agua.	
AG-4	Estero S/N	Escombrera 23 de vía de acceso	202367	9850720	26/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado a aproximadamente 300 y 190 metros hacia el Suroeste de la plataforma Oglán 2 y escombrera 23 proyectada respectivamente (escombrera relacionada con vía Oglán 3 a Oglán 2).	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-5	Estero S/N	Plataforma Oglán 2	202435	9850991	26/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado a aproximadamente 180 y 35 metros hacia el Oeste de la plataforma Oglán 2 y escombrera proyectada respectivamente (escombrera relacionada con vía Oglán 3 a Oglán 2). Cabe indicar que este punto de muestreo se encuentra en la misma cuenca del punto de descarga de la plataforma Oglán 3, y por las condiciones climáticas en el momento del levantamiento de información (época seca) y las condiciones topográficas del terreno (riesgo de caída por pendientes representativas), la toma de una muestra en zonas más cercanas a la plataforma Oglán 3 no fue posible desde este punto.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-6	Estero S/N	Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2 y escombrera 21	202823	9851299	28/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado a aproximadamente 270 metros hacia el Noroeste de la plataforma Oglán 2, 41 metros hacia el Este de vía de acceso proyectada y 40 metros hacia el Sur de escombrera proyectada.	
AG-7	Estero S/N	Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2	202295	9851618	30/6/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 20 y 41 metros hacia el Este de la vía de acceso y plataforma Oglán 3 respectivamente (infraestructuras proyectadas). Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-8	Estero S/N	Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2 y escombrera 21	202773	9851558	28/6/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 390 metros hacia el Noroeste de la plataforma Oglán 3, 55 metros hacia el Noroeste de escombrera y 15 metros hacia el Este de vía de acceso respectivamente (infraestructuras proyectadas). Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	
AG-9	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	201491	9851241	27/6/2024	Estero estacional, ubicado a aproximadamente 200 metros hacia el Noroeste de la vía de acceso y línea de flujo respectivamente (infraestructuras proyectadas).	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-10	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	200807	9850875	25/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 170 metros hacia el Norte de la vía acceso y línea de flujo proyectadas.	 25 jun. 2024 11:25:35 18M 200797 9850874 AG-10
AG-11	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	200389	9850666	1/7/2024	Estero temporal con caudal bajo, ubicado a 150 metros hacia el norte de la vía de acceso y línea de flujo proyectadas.	 1 jul. 2024 11:57:09 18M 200389 9850668 AG-11

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-13	Estero S/N	Escombrera 12 (relacionada con Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano)	200025	9849960	26/6/2024	Estero temporal ubicado en escombrera proyectada, junto a vía de acceso y línea de flujos proyectadas.	
AG-14	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3, línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombreras 7 y 8 de la vía de acceso	199390	9849694	28/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 270 metros al Norte de la vía acceso y línea de flujo proyectada. De igual forma a aproximadamente 340 de las escombreras 7 y 8 de la vía de acceso proyectada.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-15	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3, línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombreras 6, 16 y 19 de la vía de acceso	198942	9849534	28/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 330 metros al Norte de la vía de acceso y línea de flujo proyectadas. De igual forma a aproximadamente 300 de las escombreras 6 y 16 de la vía de acceso proyectada y 450 metros de la escombrera 19 de la vía de acceso proyectada. Punto de interés turístico para la localidad.	
AG-16	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3, línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombrera 19 de la vía de acceso	199062	9849234	29/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 25 metros al Norte de la vía de acceso, línea de flujo proyectadas. De igual forma a aproximadamente 160 de la escombrera 19 de la vía de acceso proyectada.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-17	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198945	9848860	29/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 20 metros al Norte de la vía de acceso y línea de flujo proyectadas.	
AG-18	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198603	9848437	30/6/2024	Estero temporal ubicado aproximadamente a 30 metros hacia el Sur de la vía de acceso proyectada y 60 metros al Norte de la línea de flujo proyectada.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-19	Estero S/N	Escombreras 18 y 20 (relacionadas con Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano)	198330	9848638	30/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 20 metros al Norte de escombrera proyectada cercana a vía Arajuno.	
AG-20	Estero S/N	Escombreras 15 y 16 (relacionadas con Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano)	198660	9849257	29/6/2024	Estero temporal de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 10 metros al Norte de escombrera proyectada cercana a la vía existente Arajuno.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-21	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198517	9847954	30/6/2024	Estero de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 100 y 220 metros al Oeste de la vía existente de Arajuno y línea de flujo proyectada.	 Fotografía de un estero de lecho rocoso con un muestreador. El muestreador, un hombre con casco blanco y ropa oscura, está arrodillado en la orilla del estero, sosteniendo un cubo azul. El estero tiene un lecho de piedras y grava, y el agua es turbia. Hay vegetación en el fondo. En la esquina superior derecha de la foto hay una superposición de texto: '30 Jun, 2024 13:34:04', '18M 198503 9847952' y 'AG-21'.
AG-22	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198242	9848007	30/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado al Oeste de la vía existente Arajuno, a aproximadamente 100 metros de la línea de flujo proyectada.	 Fotografía de un estero perenne de lecho rocoso. El estero está rodeado de vegetación densa y árboles. El agua fluye sobre piedras y grava. En la esquina superior derecha de la foto hay una superposición de texto: '30 Jun, 2024 15:42:16', '18M 198241 9848004' y 'AG-22'.

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-23	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198019	9847343	9/8/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 110 metros hacia el Oeste de la línea de flujo proyectada. Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	 9/8/24 8:45 a. m. 18M 198019 9847343 AG-23
AG-24	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198117	9846254	8/8/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 80 metros hacia el Oeste de la línea de flujo proyectada. Este estero no fue apto para realizar medición de caudal durante el levantamiento de información.	 8/8/24 11:53 a. m. 18M 198113 9846251 AG-24

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-25	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198065	9845801	8/8/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 50 metros al Oeste de la línea de flujo proyectada.	
AG-26	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	197564	9845548	8/8/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 55 metros al Oeste de la línea de flujo proyectada.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-27	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	197678	9844845	8/8/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 120 metros hacia el Este de la línea de flujo proyectada. Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	 8/8/24 8:57 a. m. 18M 197678 9844845 AG-27
AG-28	Estero S/N	Vía de Acceso Oglán 3 a Oglán 2 y plataforma Oglán 3	202032	9851524	27/6/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 95 metros hacia el Noroeste de la plataforma Oglán 3 y vía de acceso (infraestructuras proyectadas). Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	 27/6/24 11:20 18M 202032 9851524 AG-28

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-29	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	198229	9846641	9/8/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 70 metros hacia el Este de la línea de flujo proyectada. Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	
AG-30	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	197412	9844947	7/8/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 125 metros hacia el Oeste de la línea de flujo proyectada. Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-31	Estero S/N	Vía de acceso a Oglán 3 y línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	199667	9849932	28/6/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 160 metros al Norte de la vía de acceso y línea de flujo proyectadas.	
AG-32	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar)	197418	9844871	7/8/2024	Estero estacional con caudal bajo, ubicado a aproximadamente 60 metros hacia el Oeste del empate de la línea de flujo proyectada con el oleoducto hacia Villano existente. Este estero no fue susceptible de medición de caudal durante el levantamiento de información.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura asociada	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del punto de muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
AG-33	Estero S/N	Línea de flujo plataforma Oglán 3 – Empate Línea de flujo Villano (sector Colonia Bolívar) y escombrera de la línea de flujo	197912	9846926	9/8/2024	Estero perenne de lecho rocoso ubicado aproximadamente a 110 y 160 metros al Oeste de la escombrera de la línea de flujo y línea de flujo proyectadas respectivamente.	 9/8/24 11:02 a.m. 18M 197911 9846926 AG-33
AG-34	Estero S/N	Plataforma Oglán 3 – Drenaje	202251	9851388	28/11/2024	Punto de monitoreo localizado en salida de agua subterránea que recorre una pared de rocas. Sitio donde se realizará la descarga de Oglán 3, aguas abajo del área de drenaje identificada	 AG-34 28.11.2024 10:09

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, junio – agosto y noviembre de 2024
Elaboración: Entrix, septiembre 2024

Página en blanco

Resultados de Laboratorio

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones *in situ* de los diferentes cuerpos de agua muestreados durante la fase de campo mediante el equipo multiparámetros (Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.5. Hojas de Campo) y los resultados del análisis fisicoquímico realizado en el laboratorio acreditado Gruentec Cía. Ltda. Todos los puntos de muestreo se presentan en el Anexo D.- Cartografía, 5.1-14 Mapa Hidrológico.

Los resultados sobre los criterios de calidad establecidos en la Tabla 2 del Anexo 1 de A. M. 097 A se marcan con color rojo:

Página en blanco

Tabla 5-69 Resultados de Calidad de Agua

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 2 Anexo 1, AM 097A	ID de las Muestras															
			AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7	AG-8	AG-9	AG-10	AG-11	AG-13	AG-14	AG-15	AG-16	AG-17
			25/6/2024	25/6/2024	4/2/2024	4/2/2024	26/6/2024	26/6/2024	26/6/2024	28/6/2024	1/7/2024	5/7/2024	5/7/2024	4/7/2024	7/7/2024	26/6/2024	28/6/2024	28/6/2024
pH	Unid, pH	6,5 a 9	7,7	7,8	7,9	7,7	7,8	7,3	7,5	6,8	7,1	7,1	6,6	6,2	6,8	7,2	7	7,6
Conductividad	us/cm	N/A	108	116	97	131	113	64	70	23	76	86	15	23	8,2	21	15	19
Temperatura	°C	N/A	21,8	21,9	22,1	22,2	22,1	21,8	21,4	21,7	21,1	20,8	20,7	21,3	20,9	21	20,9	21,4
Oxígeno disuelto	mg/l	N/A	7,3	6,9	6,8	6,8	6,5	7,3	7,1	6,9	7,2	5,8	6,6	5,3	6,4	6,4	5,8	6,9
Oxígeno saturación	%	> 80	71,2	76,2	69,5	69,3	71,1	82,4	78,2	80,3	82,5	69,9	80,1	67,1	79,1	79,8	73,1	87
Sólidos disueltos gravimétricos	mg/l	N/A	92	109	96	113	111	62	70	26	101	97	35	21	43	51	<15	<15
Sólidos suspendidos totales	mg/l	Máx. incremento de 10% de la condición natural	101	145	<5	34	46	<5	141	43	22	<5	5	24	<5	<5	5	<5
Sólidos totales disueltos	mg/l	N/A	59,4	64	53,4	72	61,9	35,4	38,4	12,5	41,9	47,4	8,3	12,7	4,5	11,7	8,1	10,2
Amonio	mg/l	N/A	0,08	0,12	0,03	0,03	0,06	0,06	0,09	0,13	0,09	0,02	0,05	0,06	0,03	0,05	0,1	0,06
Sulfatos	mg/l	N/A	3,2	4,1	0,9	1,1	1,1	1,4	0,33	0,43	0,61	0,55	0,62	0,67	0,51	0,68	0,58	0,55
Cloro total residual	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	20	3	3	3	3	3	2	7	3	2	3	3	3	2	2	2	<2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40	<5	<5	<5	<5	<5	21	24	<5	30	<5	<5	<5	<5	15	<5	<5
Fenoles	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	0,011	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8-C40)	mg/l	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Sustancias Tensoactivas	mg/l	0,5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N/A	490	230	490	330	3500	790	490	490	230	<30	460	<30	140	170	1700	78
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N/A	92000	>160000	160000	35000	>160000	35000	>16000	160000	92000	17000	28000	1400	22000	16000	2200	400
Bario	mg/l	1	0,045	0,068	0,024	0,062	0,065	0,031	0,13	0,059	0,059	0,022	0,012	0,03	0,015	0,022	0,021	0,028
Cadmio	mg/l	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cromo	mg/l	0,032	0,0032	0,0057	<0,0002	0,0014	0,0019	0,003	0,0044	0,0012	0,0028	0,0007	0,0015	0,0026	0,0007	0,0011	0,0008	0,0011
Hierro	mg/l	0,3	2,9	5,2	0,29	1,2	1,4	0,13	2,9	0,92	0,98	0,1	1,5	1,5	0,49	0,46	0,34	0,75
Níquel	mg/l	0,025	0,004	0,006	0,005	0,001	0,006	<0,001	0,005	0,002	<0,001	<0,001	0,004	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Plomo	mg/l	0,001	0,001	0,0021	<0,0005	0,0009	<0,0005	0,0009	0,0011	<0,0005	0,0009	<0,0005	0,0009	0,0007	0,001	0,0005	0,0026	0,0008
Vanadio	mg/l	N/A	0,0056	0,0089	0,0009	0,004	0,0045	0,0013	0,0087	0,002	0,0068	0,0069	0,0031	0,0043	0,0019	0,0025	0,0018	0,0023

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio - agosto 2024
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 2 Anexo 1, AM 097A	ID de las Muestras																
			AG-18	AG-19	AG-20	AG-21	AG-22	AG-23	AG-24	AG-25	AG-26	AG-27	AG-28	AG-29	AG-30	AG-31	AG-32	AG-33	AG-34
			29/6/2024	29/6/2024	30/6/2024	30/6/2024	29/6/2024	9/8/2024	8/8/2024	8/8/2024	8/8/2024	8/8/2024	30/6/2024	9/8/2024	7/8/2024	30/6/2024	7/8/2024	9/8/2024	28/11/2024
pH	Unid, pH	6,5 a 9	6,6	6,4	6,2	5,4	6,7	6,2	6	6,1	6,4	6,8	7,1	6,1	6,7	6,5	6,4	6,3	7,8
Conductividad	us/cm	N/A	14	18	11	12	13	23	11	19	17	60	99	30	15	9,5	19	19	120
Temperatura	°C	N/A	23,4	21,6	21,5	21,3	21,4	20,8	21,4	25,5	20,9	20,4	21,3	21,4	21,2	20,9	25,5	21,2	22,3
Oxígeno disuelto	mg/l	N/A	4,1	5,1	4,9	3,9	3,5	4,2	4,3	4,4	2,5	1,9	6,3	4,3	4,1	5	1,5	4,3	6,1
Oxígeno saturación	%	> 80	57,1	63,7	63,8	52,7	45	53,9	58,8	54,7	67,1	28,4	75,2	52	60,9	63,7	12	63,2	83,1
Sólidos disueltos gravimétricos	mg/l	N/A	42	41	<15	38	39	<15	<15	<15	<15	<15	117	<15	<15	33	<15	<15	135
Sólidos suspendidos totales	mg/l	Máx. incremento de 10% de la condición natural	<5	6	<5	<5	<5	17	40	<5	<5	119	95	<5	17	<5	6	5	<5
Sólidos totales disueltos	mg/l	N/A	7,8	9,9	6,1	6,6	7,3	12,8	5,8	10,3	9,4	32,9	54,5	16,5	8,3	5,2	10,2	10,3	66,2
Amonio	mg/l	N/A	0,05	0,08	0,04	0,11	0,1	0,27	0,06	0,38	0,07	0,35	0,11	0,4	0,02	0,1	0,04	0,12	0,04
Sulfatos	mg/l	N/A	0,7	0,68	0,6	0,54	0,42	0,41	0,49	0,39	0,36	0,35	0,85	0,7	0,46	0,55	0,36	0,43	1,6
Cloro total residual	mg/l	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	20	3	3	2	3	3	<2	<2	<2	<2	2	3	<2	<2	2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40	9	10	<5	11	<5	6	12	9	<5	23	32	10	8	<5	5	<5	<5
Fenoles	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8-C40)	mg/l	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Sustancias Tensoactivas	mg/l	0,5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	N/A	<30	<30	<30	230	3500	68	130	<30	45	330	1300	330	220	78	110	490	<30
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N/A	>16000	35000	700	>160000	21000	11000	9400	7000	22000	11000	54000	9400	160000	35000	92000	54000	11000
Bario	mg/l	1	0,019	0,22	0,041	0,059	0,017	0,021	0,059	0,021	0,03	0,1	0,055	0,028	0,03	0,019	0,042	0,016	0,037
Cadmio	mg/l	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cromo	mg/l	0,032	0,0017	0,0012	0,001	0,0011	0,0009	0,001	0,0041	<0,0002	<0,0002	0,014	0,0079	<0,0002	0,0015	0,0015	0,0064	<0,0002	0,0013
Hierro	mg/l	0,3	1	1,1	1,2	1,1	2,2	7,7	<0,02	<0,02	<0,02	7,2	2,7	1,4	1,8	0,62	3	0,69	0,06
Níquel	mg/l	0,025	<0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005	0,002	<0,001	0,002	0,038	0,018	0,007	0,007	0,006	<0,001	0,007	<0,001
Plomo	mg/l	0,001	0,0012	0,0021	<0,0005	0,0017	0,0014	0,0007	<0,0005	<0,0005	0,002	0,0008	0,0081	0,0005	0,0011	0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005
Vanadio	mg/l	N/A	0,0037	0,0029	0,0026	0,003	0,0027	0,0029	0,0062	0,0016	0,0043	0,023	0,017	0,0007	0,0037	0,0033	0,002	0,0007	0,0092

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio – agosto-noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

Los informes de resultados constan en el Anexo B. Documentos de Respaldo; B.1. Físico; B.1.4. Resultados de Laboratorio; B.1.4.1. Agua. Todos los puntos de muestreo se presentan en el Anexo D.- Cartografía, 5.1-14 Mapa Hidrológico.

Análisis de Resultados

Los resultados se compararon con los criterios de calidad establecidos en la Tabla 2 “Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios” del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A, conforme lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 100-A. Los resultados indican que ciertos parámetros analizados se encuentran por encima de los criterios de calidad de suelo, como se puede observar en la Tabla 5-69. El análisis se presenta a continuación:

pH

Hay muchos factores que pueden afectar el pH en el agua, tanto naturales como artificiales. La mayoría de los cambios naturales ocurren debido a las interacciones con la roca circundante y otros materiales; por ejemplo, si el material parental es cuarzo, granito o feldespato, el suelo tendrá un pH ácido. Por el contrario, si el material parental es calcita (CaCO_3), naturalmente el suelo tendrá un pH básico (Briceño, 1993).

En la Tabla 5-69 y Figura 5-82 se evidencia que las muestras AG-13, AG-19, AG-20, AG-21, AG-23, AG-24, AG-25, AG-26, AG-29, AG-32 y AG-33 presentan valores de pH menores al rango de calidad establecido en la Tabla 2 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A, y reflejan condiciones ácidas asociadas a la lixiviación de la materia orgánica.

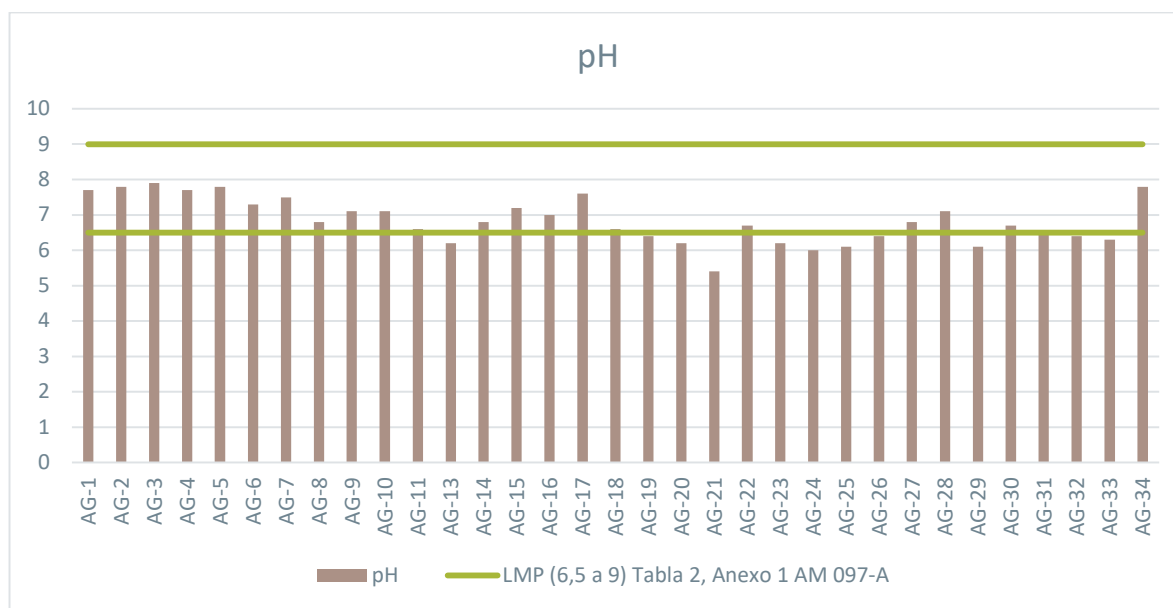


Figura 5-82 Análisis de Resultados de Calidad de Agua-pH

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto-noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

Oxígeno de Saturación

En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras que el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. También puede intercambiarse oxígeno con la

atmósfera por difusión o mezcla turbulenta. La concentración total de oxígeno disuelto dependerá del balance entre todos estos fenómenos. Si es consumido más oxígeno que el que se produce y capta en el sistema, el tenor de O_2 caerá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos. Los peces son sensibles a la hipoxia, a bajas concentraciones de oxígeno (Peña, 2007).

Las muestras AG-1, AG-2, AG-3, AG-4, AG-5, AG-7, AG-10, AG-13, AG-14, AG-15, AG-16, AG-18, AG-19, AG-20, AG-21, AG-22, AG-23, AG-24, AG-25, AG-26, AG-28, AG-28, AG-29, AG-31, AG-32, AG-34 (Tabla 567 y Figura 570) tienen un valor inferior al criterio de calidad establecido en la norma ambiental vigente. Los niveles de oxígeno pueden verse afectados por la estacionalidad relacionada con un bajo caudal, disminuyendo así la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua. De igual manera, los niveles de oxígeno en cuerpos de agua pueden variar por actividades antrópicas como la agricultura y ganadería, ya que por arrastre de escorrentías material orgánico o agroquímicos dispuestos en el perfil superficial del suelo pueden escurrir hacia cuerpos hídricos, cuya presencia en estos puede generar una demanda de oxígeno disminuyendo así la concentración de este parámetro.

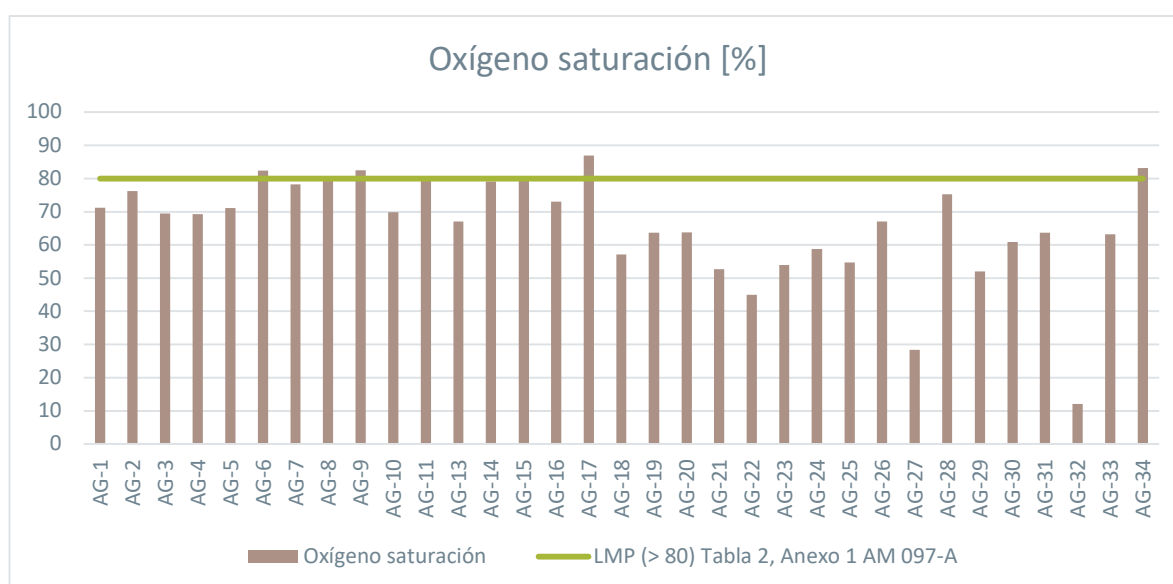


Figura 5-83 Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Oxígeno Saturación

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto- noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

Cloro Total Residual

El cloro es uno de los 20 elementos más abundantes en la tierra y tiene varias funciones esenciales para los organismos vivos (Teresia Svensson, 2021).

Una de las fuentes del cloro residual proviene de los plaguicidas organoclorados, compuestos químicos sintéticos de amplio espectro cuya propiedad más destacada es su alta estabilidad química, por eso se usan ampliamente en actividades agrícolas. Muchos plaguicidas organoclorados se transportan a los ecosistemas acuáticos. En el agua los pesticidas pueden degradarse, permanecer sin cambios, regresar a la atmósfera o bioconcentrarse en los organismos (Adrián Zaragoza-Bastida, 2016).

En la Tabla 5-69 y Figura 5-84 se evidencia que solo la muestra AG-27 presenta un valor de cloro residual de 0,03 mg/l sobre el criterio de calidad establecido en la Tabla 2 del Anexo 1 del AM 97A, correspondiente a (0,01 mg/l). Considerando que esta muestra de agua se tomó en un sector con presencia de pastizales

alrededor, la presencia de cloro residual total puede estar asociado actividades antrópicas como agropecuaria en el uso de pesticidas.

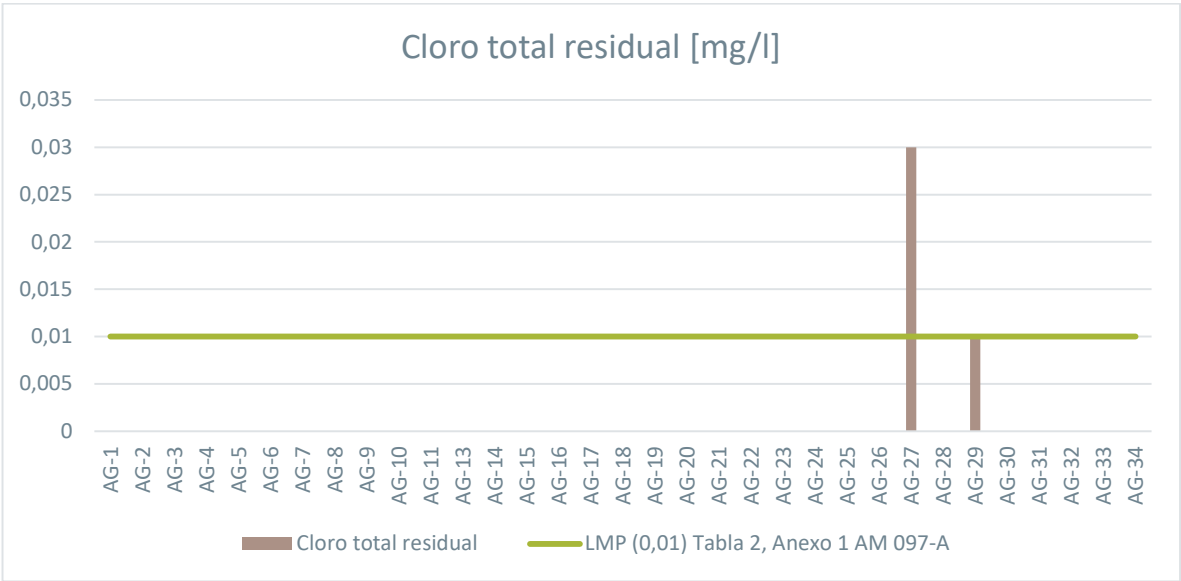


Figura 5-84 Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Cloro Total Residual

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto-noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

Fenoles

Algunos fenoles se forman durante los procesos naturales, estos compuestos pueden ser: sustituidos por átomos de cloro, nitratos, metilados o alquilados. Se utilizan como componentes en tintes, polímeros, medicamentos, fertilizantes y otras sustancias orgánicas. La presencia de fenoles en los ecosistemas está relacionada con la degradación de materias orgánicas (J. Michalowicz, W. Duda, 2006).

En la Tabla 5-69 y Figura 5-85 se evidencia que las muestras AG-3 y AG-5 presentan un valor de Fenoles sobre el criterio de calidad establecido en la Tabla 2 del Anexo 1 del AM 97A, correspondiente a (0,001 mg/l). Considerando que las muestras con presencia de fenoles se tomaron en áreas no intervenidas, la existencia de este compuesto puede estar asociado a las condiciones naturales del entorno (degradación de materia orgánica).

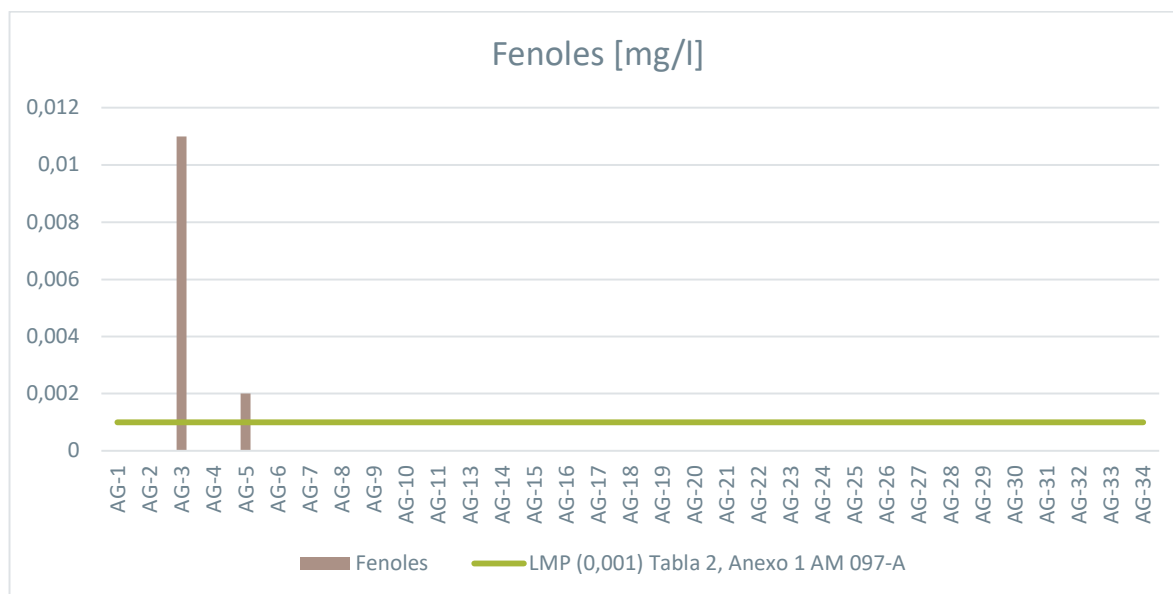


Figura 5-85 Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Fenoles

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto-noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

Hierro

El hierro es un metal abundante en la corteza terrestre, donde se encuentra en sus diferentes óxidos. Los iones de hierro Fe^{2+} y Fe^{3+} se combinan fácilmente con compuestos que contienen oxígeno y azufre para formar óxidos, hidróxidos, carbonatos y sulfuros (Mark L. McFarland, Monty C. Dozier, 2001).

En la Tabla 5-69 y Figura 5-86 se evidencia que las muestras AG-1, AG-2, AG-4, AG-5, AG-7, AG-8, AG-9, AG-11, AG-13, AG-14, AG-15, AG-16, AG-17, AG-18, AG-19, AG-20, AG-21, AG-23, AG-27, AG-28, AG-29, AG-31, AG-33 están por encima del criterio de calidad vigente. El valor sobre la norma puede deberse a la geología del área (el Campo Oglán forma parte de la Cuenca Oriental Ecuatoriana, que se encuentra constituida por una potente serie de rocas sedimentarias marino-continenciales de edades del Paleozoico al Mesozoico con presencia de areniscas) donde la concentración de este elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico, como oxidación-reducción, precipitación y disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros, formación de complejos especialmente con materia orgánica y también por la actividad metabólica de animales y plantas.

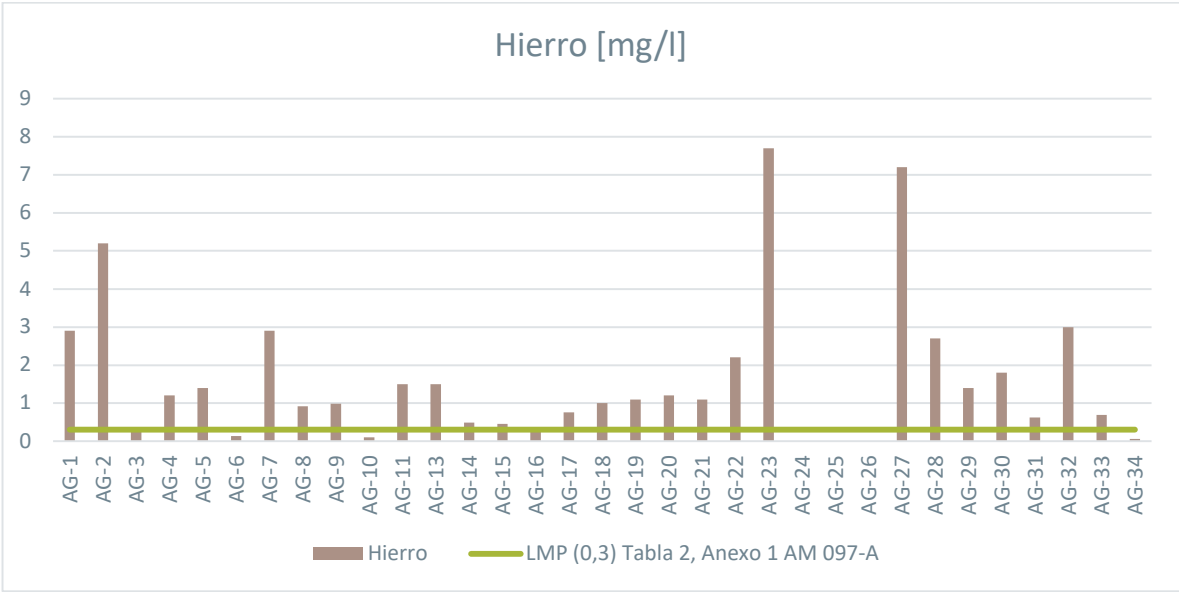


Figura 5-86 Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Hierro

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto-noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

Níquel

El níquel puro es un metal duro, blanco-plateado, con propiedades deseables para combinarse con otros metales y formar mezclas llamadas aleaciones; es un elemento abundante que constituye cerca del 0,008 % de la corteza terrestre y 0,01 % de rocas ígneas; se presenta en pequeñas cantidades en plantas y animales y en el agua de mar, petróleo y carbón. (Ruiz, 2008)

En la Tabla 5-69 y Figura 5-87 se evidencia que la muestra AG-27 presenta un valor de Níquel de 0,038 mg/l sobre el criterio de calidad establecido en la Tabla 2 del Anexo 1 del AM 97A, correspondiente a (0,025 mg/l). Esta muestra de agua se tomó en un sector con presencia pastizales alrededor, la presencia de Níquel puede estar asociado a suelos ácidos que facilitan la solubilidad del níquel presente en el suelo de manera natural.

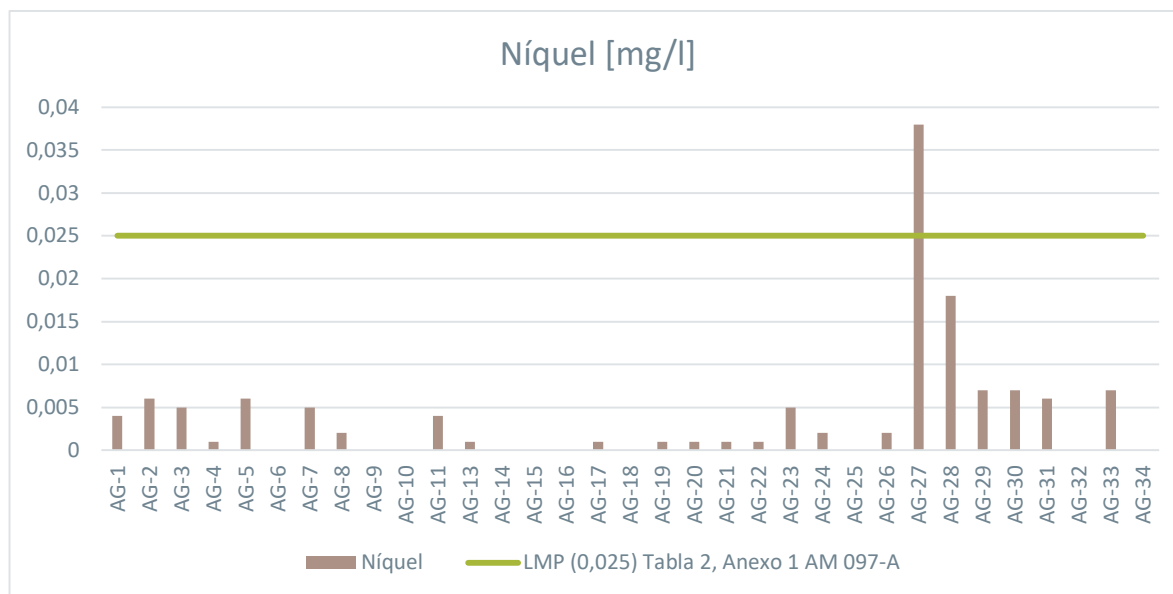


Figura 5-87 Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Níquel

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto-noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

Plomo

El plomo es un metal pesado de origen natural que se encuentra en la corteza terrestre. Parte del plomo se libera en el medio ambiente a través de procesos geofísicos como la meteorización de las rocas y la actividad volcánica (Organización Mundial de la Salud, 2022).

En la Tabla 5-69 y Figura 5-88 se evidencia que las muestras AG-2, AG-7, AG-16, AG-18, AG-19, AG-21, AG-22, AG-26, AG-28 y AG-30 presentan un valor de Plomo sobre el criterio de calidad establecido en la Tabla 2 del Anexo 1 del AM 97A, correspondiente a (0,001 mg/l). La presencia de plomo puede estar asociado a las condiciones naturales del área: plomo presente en el suelo, acidez del suelo, materia orgánica en el perfil superior del suelo y la presencia de suelos arcilloso lo cual favorece su solubilidad.

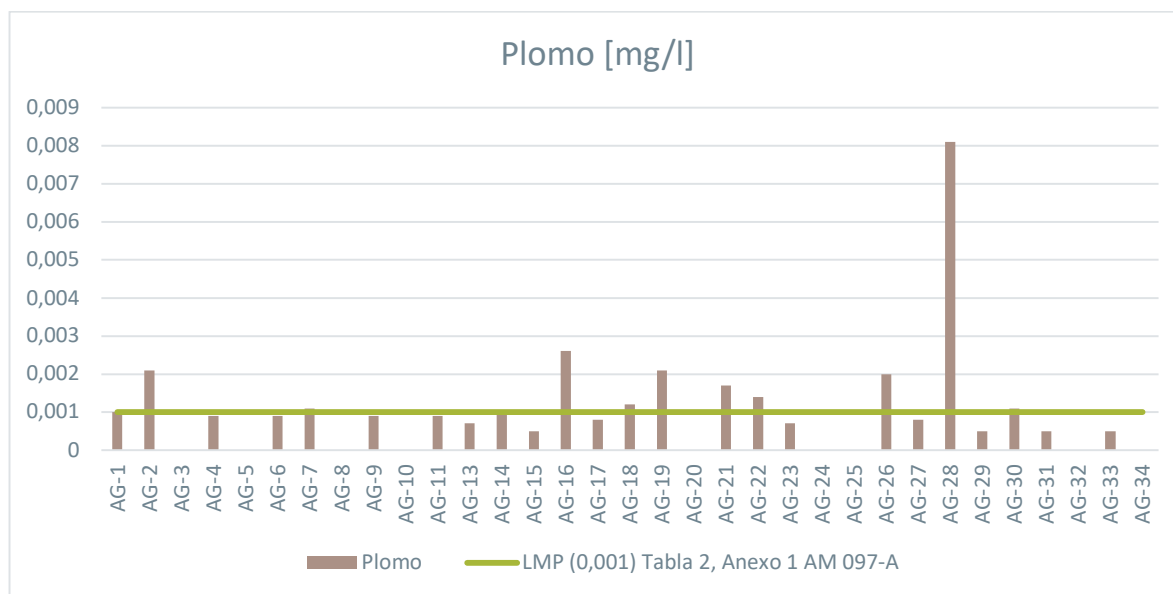


Figura 5-88 Análisis de Resultados de Calidad de Agua-Plomo

Fuente. Informes de Laboratorio Gruentec Cía. Ltda., junio- agosto-noviembre 2024
Elaboración. Entrix, febrero 2025

5.1.13.2.1 Conclusiones

- > Las muestras se compararon con los criterios de calidad detallados en la Tabla 2 “Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios” del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A, con base en lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 100-A. Los resultados de las muestras se encuentran bajo los criterios de calidad en la mayoría de los parámetros analizados, como se puede observar en la Tabla 5-69; exceptuando los parámetros pH, oxígeno por saturación, cloro total residual, fenoles, hierro, níquel y plomo.
- > La concentración de pH refleja condiciones ligeramente ácidas, que pueden estar asociadas a la lixiviación de la materia orgánica que en este tipo de climas (húmedos y lluviosos) es más marcado.
- > En cuanto al parámetro oxígeno de saturación, que se encuentra por fuera de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 2 del Anexo 1 del A. M. 097-A (> 80 %), esta condición puede deberse a la estacionalidad o bajo caudal (el levantamiento de información se realizó en época de bajas precipitaciones), contribuye también en la disminución de la capacidad de autodepuración.
- > Considerando que las muestras en su mayoría se tomaron en áreas no disturbadas, a excepción de las muestras AG-1, AG-2, AG-3, AG-4 y AG-5 que se encuentran cercanas a Oglán-2, los parámetros fenoles, hierro y plomo responden a condiciones naturales del entorno relacionadas con composición natural del suelo y a procesos de descomposición de materia orgánica.
- > Con respecto a los parámetros cloro total residual y níquel, la muestra AG-27 fue tomada en una zona con actividad agropecuaria (pastizales), la presencia de estos parámetros sobre los límites indicados por la normativa ambiental puede responder al uso de agroquímicos en ese sector.
- > Finalmente, y como se mencionó en la Tabla 5-68, el punto de muestreo de agua AG-5 se encuentra en la misma cuenca del punto de descarga de la plataforma Oglán 3, y por las condiciones climáticas en el momento del levantamiento de información (época seca) y las condiciones topográficas del terreno (riesgo de caída por pendientes representativas), la toma de una muestra en zonas más

cercanas a la plataforma Oglán 3 no fue posible desde este punto, por este motivo la caracterización del cuerpo objeto de descarga de efluentes desde Oglán 3 corresponde a la realizada en la muestra de agua del punto AG-34.

5.1.14 Paisaje Natural

5.1.14.1 Metodología

Se puede describir un paisaje por sus rasgos característicos o definirlo refiriéndose a las condiciones en las cuales se formó, así como a aquellas que determinan su evolución actual ante nuestros ojos. Los elementos pueden ser: la vegetación o sus sistemas de explotación, la estructura geológica o topográfica, el clima actual o el balance de la evolución climática anterior, los escurrimientos y el drenaje, el suelo, así como otros más o menos primordiales por la anterioridad cronológica o la anterioridad causal en un sistema interactivo (Winckell et al., 1997).

Con base en la revisión bibliográfica del Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, en su libro “Los Paisajes Naturales del Ecuador; las Regiones y Paisajes de Ecuador”, el área de estudio pertenece a los paisajes de la de las Estribaciones Orientales Subandinas ecuatoriana, entre ellos los piedemonte cercanos, con cobertura de ceniza volcánica (unidad 264), mesas y relieves derivados del viejo piedemonte central (unidad 268) y colinas bajas orientales (unidad 272), como se puede observar en la Figura 5-89.

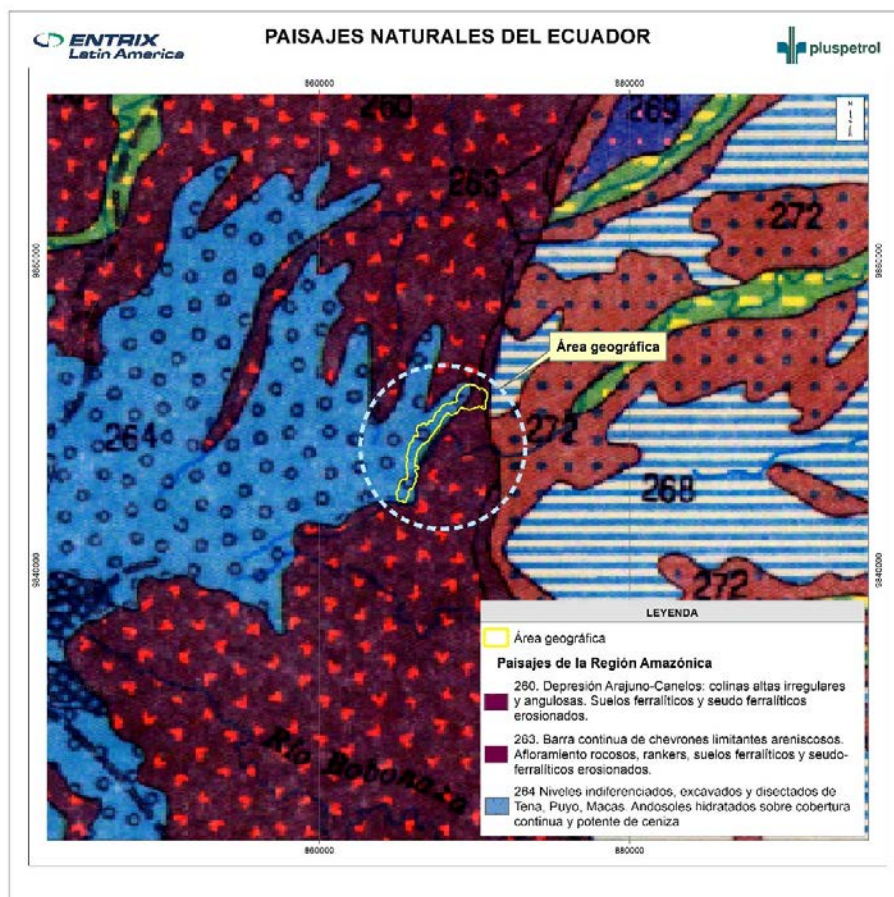


Figura 5-89 Paisajes del Área de Estudio

Fuente: Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, en su libro "Los Paisajes Naturales del Ecuador; las Regiones y Paisajes de Ecuador" (Winckell et al., 1997).
Elaboración. Entrix, septiembre 2024

5.1.14.2 Paisajes

5.1.14.2.1 Piedemontes cercanos, con cobertura de ceniza volcánica

Es un gran complejo de glasis disectado que se extiende alrededor del Puyo, Palora y Macas, entre los 1000 a 900 m de altura, con ligero buzamiento al este. Corresponde a los conos detríticos provenientes de los ríos Pastaza, Palora y Upanos, dominados por los volcanes Tungurahua y Sangay. Se apoyan, hacia arriba, sobre los relieves andinos y termina, hacia abajo, por entalladuras abruptas y colinas media altas. (Winckell et al., 1997).

5.1.14.2.2 Mesas y relieves derivados del viejo piedemonte central

Se trata de un conjunto de relieves tabulares nivelados entre ellos y relieves derivados, su extensión coincide con la formación Mera, definida por los geólogos como una serie plio-cuaternaria de terrazas disectadas, constituidas por depósitos clásticos entre medianos a gruesos derivados de la sierra y parcialmente por depósitos cuaternarios (J.W. Baldock, 1982). Las rocas que predominan son conglomerados y areniscas volcanoclásticas. (Winckell et al., 1997).

5.1.14.2.3 Colinas Bajas Orientales

Estas forman el paisaje más común, hasta se podría decir el más característico de la Amazonía ecuatoriana. Bajo su aspecto más típico se trata de conjuntos de pequeños relieves con escasos desniveles (10 a 20 m), convexos, con pendiente baja (menos del 40 %), iguales y nivelados entre sí (unidad 273) (Winckell et al., 1997).

Las colinas ocupan las zonas de afloramiento de arcillas, areniscas y conglomerados de las series miopliocenas (Araujo, Curaray y Chambira). Estas colinas estaban cubiertas por bosques húmedos, densos. (Winckell et al., 1997).

5.1.14.2.4 Terrazas y Cordones Arenosos

La extensión de esta unidad coincide muy parcialmente con la de la formación Mera. Los geólogos no reconocieron y procesaron esta formación en los lugares donde su depósito se reduce a menos de 2 m de espesor sobre la plataforma arcillosa desgastada subyacente, y que tenían razones para privilegiar a la formación Chambira, que la representaron como aflorante.

Son llanuras de divagación externa. Proviene del esparcimiento de aluviones bajo el efecto del desplazamiento lateral de los cauces ocasionado por fuertes variaciones de las cargas de los ríos (Winckell et al., 1997).

5.1.14.3 Interpretación de Paisaje por Componentes Ambientales

Conceptualmente, se define al paisaje como “una parte del espacio sobre la superficie terrestre que comprende un estudio de las relaciones de los ecosistemas presentes y constituye una entidad reconocible”.

La evaluación del paisaje no solo comprende la interacción de los elementos naturales, sino su relación con los elementos antrópicos. El paisaje es un elemento dinámico, permanece en continua evolución y transformación, aunque esta no sea perceptible. Su característica dinámica depende de procesos naturales del medio biótico y abiótico y procesos antrópicos, considerando al hombre como un componente elemental de la naturaleza. A pesar de esta influencia, las dinámicas a largo plazo tienden a restaurar el equilibrio causado por cambios bruscos y llevar el conjunto a fases más estables (C. Troll-1971; Zonneveld-1979).

El propósito de este análisis es lograr una recopilación de todos los componentes físicos, biológicos y culturales del área geográfica. Estos componentes incluyen: geología, geomorfología, suelos, hidrología, flora, fauna, uso de suelo y arqueología. La metodología utilizada es la de Canter (Environmental Impact Assessment, 1996, Capítulo 13, Predicción y estudios de impactos visuales), que se basa en información colectada en campo, a la cual se le da una valoración de:

- > **3** = alta
- > **2** = media
- > **1** = baja
- > **0** = ninguna

En base a la valoración, se analizan los siguientes componentes:

Estado Natural

Esta es una medida que evalúa la cercanía de cada componente al estado natural sin cambios antropogénicos. Cualitativamente, una calificación Alta implica que no existen cambios antrópicos significativos; Media, que hay evidencia de algunos cambios significativos; y, Baja que el componente ha sido visiblemente alterado.

Escasez

Esta es una medida que evalúa la rareza de un componente estético dentro del contexto del ambiente donde ocurra. Alta significa que el componente estético no es común en la región. Media significa que el componente estético está presente y no es raro. Baja significa que el componente estético es común.

Estética

Es una medida que evalúa la apreciación y las consideraciones sobre la calidad sensorial del componente (sentidos), especialmente la capacidad de agrado hacia el observador. Es importante decir que la cuantificación de esta variable es subjetiva, ya que dependerá del criterio y conocimiento que tenga el observador sobre el área analizada. Un valor Alto significa que el valor visual es considerado muy atractivo. Medio significa que el valor visual es considerado atractivo. Bajo significa que el valor visual no tiene una significancia especial para el observador.

Importancia para la Conservación

Es una medida que evalúa la importancia para la conservación de la zona, incluyendo su relevancia turística, histórica, arqueológica, ecológica o de interés arquitectónico. Una calificación cuantitativa Alta significa que es un área muy importante para la conservación (como parques nacionales, reservas, bosques protectores). Media significa que es un área importante para la conservación (como pantanos y bosques maduros). Baja significa que son áreas intervenidas.

5.1.14.3.1 Resultados

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la valoración de las características del paisaje, que muestra un promedio de la valoración considerada por cada especialista.

Tabla 5-70 Valoración del Paisaje

Factores	Componentes					
	Geología y Geomorfología	Hidrología	Flora	Fauna	Arqueología	Resumen de Componentes
Estado Natural	2	2	2	2	2	2
Escasez	2	2	2	2	1	1,8
Estética	2	3	2	2	1	2
Importancia para la Conservación	3	3	2	2	2	2,2
General	2,25	2,5	2	2	1,5	2

Elaboración: Entrix, septiembre 2024

5.1.14.3.2 Análisis de la Valoración del Paisaje

Estado Natural

La fisiografía del área en estudio se caracteriza por presentar los siguientes tipos de paisajes geomorfológicos bien definidos:

- > Paisaje tectónico erosivo: Relieves colinados medios y relieves colinados altos
- > Paisaje Fluvial: Superficie de cono de esparcimiento muy disectado, abrupto de cono de esparcimiento, paisaje de valle fluvial de inundación y terrazas medias
- > Paisaje Laderas: vertiente rectilínea y paisajes de coluvión antiguo.

Mantiene su estado natural con bajas intervenciones e intrusiones antrópicas corresponde a un bosque natural poco intervenido, en vista a su escasa accesibilidad mediante vías de acceso.

En cuanto a la hidrología, presenta grandes pendientes que sirven de drenajes naturales, permitiendo la formación de flujos laminares de agua en la parte baja.

En cuanto a los aspectos biológicos de las áreas de estudio, la mayor parte existen gran cobertura vegetal y bosques con evidencia de poca intervención antropogénica.

Escasez

Estas geoformas o características superficiales son comunes en la Amazonía de este país, por tal motivo no es un componente estético raro, pero no deja de ser un atractivo por su condición selvática y natural.

En relación con las geoformas y características superficiales, hidrológicamente, el área geográfica presenta características comunes de la Amazonía, con pendientes pronunciadas, áreas mal drenadas y nivel freático de 2 a 4 m.

En cuanto a flora y fauna de las especies identificadas, la vegetación que domina el área geográfica y alrededores es el Bosque siempreverde de tierras bajas del Tigre-Pastaza (BsTa03), con un buen estado de conservación. Su estructura vertical está compuesta por todos los estratos del bosque (emergentes, dosel, subdosel, sotobosque y crecimiento bajo), e identificando especies faunísticas de sensibilidad media-alta.

Estética

En cierta medida, los paisajes, por las grandes extensiones que ocupan, presentan un aceptable contraste entre ellos, por lo que resulta interesante su apreciación; esto da una valoración de 2, media.

En cuanto a la hidrología, es un aspecto estético importante a nivel de paisaje y, considerando que la geográfica tiene pendientes que forman cuerpos de agua y vertientes resultado de la escorrentía, se lo ha calificado con 3, alto.

En cuanto a la flora y fauna, se le ha asignado una valoración de 2, media, considerando sus características de conservación relativamente bueno.

Importancia para la Conservación

En vista de que el área del proyecto presenta un valor alto de conservación, por ser un sector poco intervenido, respecto a la geología y geomorfología se ha asignado una calificación de conservación 2, media.

Respecto a la hidrología, el área del proyecto presenta pendientes que forman quebradas y drenajes naturales que dan lugar a cuerpos de agua y vertientes. Se ha considerado la relación directa con aspectos climáticos y ecosistémicos que influyen en la recarga hídrica de los cuerpos de agua existentes, por ello se ha asignado un valor de 3, alto.

En cuanto a la flora y fauna, el área de estudio se encuentra poco alterada por actividades antrópicas; presentando especies de sensibilidad Media-Alta, por lo que se le ha asignado un valor de 2, media.

5.1.14.3.3 Conclusiones

El área de estudio se ha catalogado a nivel de paisaje con un valor de 2 (media) debido a las características geomorfológicas, hidrológicas, bióticas y culturales evidenciadas durante el levantamiento de información de campo, como se detalla en la Tabla 5-70. El Plan de Manejo Ambiental está diseñado para las actividades que ejecutará el proyecto, que mantendrá un enfoque preventivo respecto a los diferentes componentes paisajísticos, velando por su preservación e interacción entre ellos.

5.1.14.4 Fuentes de Contaminación

5.1.14.4.1 Alcance

El alcance técnico contempla inicialmente la revisión de información de informes o inventarios previos del PRAS (Programa de Reparación Ambiental y Social) del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y luego realizar un recorrido en campo para verificar la situación actual de las fuentes de contaminación que pueden estar en el área geográfica de este EIA.

5.1.14.4.2 3.1.18.2 Metodología

La identificación se hizo mediante la revisión bibliográfica preliminar y los recorridos en campo realizados en junio y agosto de 2024.

Mediante carta ciudadano Nro. CIUDADANO-CIU-2024-29338 de 18 de junio de 2024, Entrix Américas S. A. solicitó al PRAS (Programa de Reparación Ambiental y Social) del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, facilitar la base de datos de fuentes de contaminación y su estado actual registradas dentro del área geográfica del presente estudio (Anexo A. Documentos oficiales; A.9. Fuentes de contaminación), luego se realizó una insistencia a esta solicitud mediante CIUDADANO-CIU-2025-5938 de 03 de febrero de 2025

5.1.14.4.3 Resultados

El 5 de febrero de 2025 mediante Oficio Nro. MAATE-PRAS-2025-0036-O se recibió respuesta e información por parte de PRAS, donde se cita: *“me permito informar que el Área Técnica del PRAS realizó el análisis correspondiente de las fuentes de contaminación y/o pasivos ambientales que recaen sobre el Bloque 10-Villano, de lo que se concluye que: Al revisar la Base de Datos PRAS con corte a diciembre 2024 se evidencia 20 Registros de fuentes de contaminación, las cuales se detallan en el documento adjunto en formato (.xls)”....*

Al revisar la información recibida y que se adjunta en Anexo A. Documentos oficiales; A.9. Fuentes de contaminación, conforme lo presentado en la figura a continuación no hay ninguna fuente de contaminación registrada en el PRAS dentro del área geográfica del presente EIA.

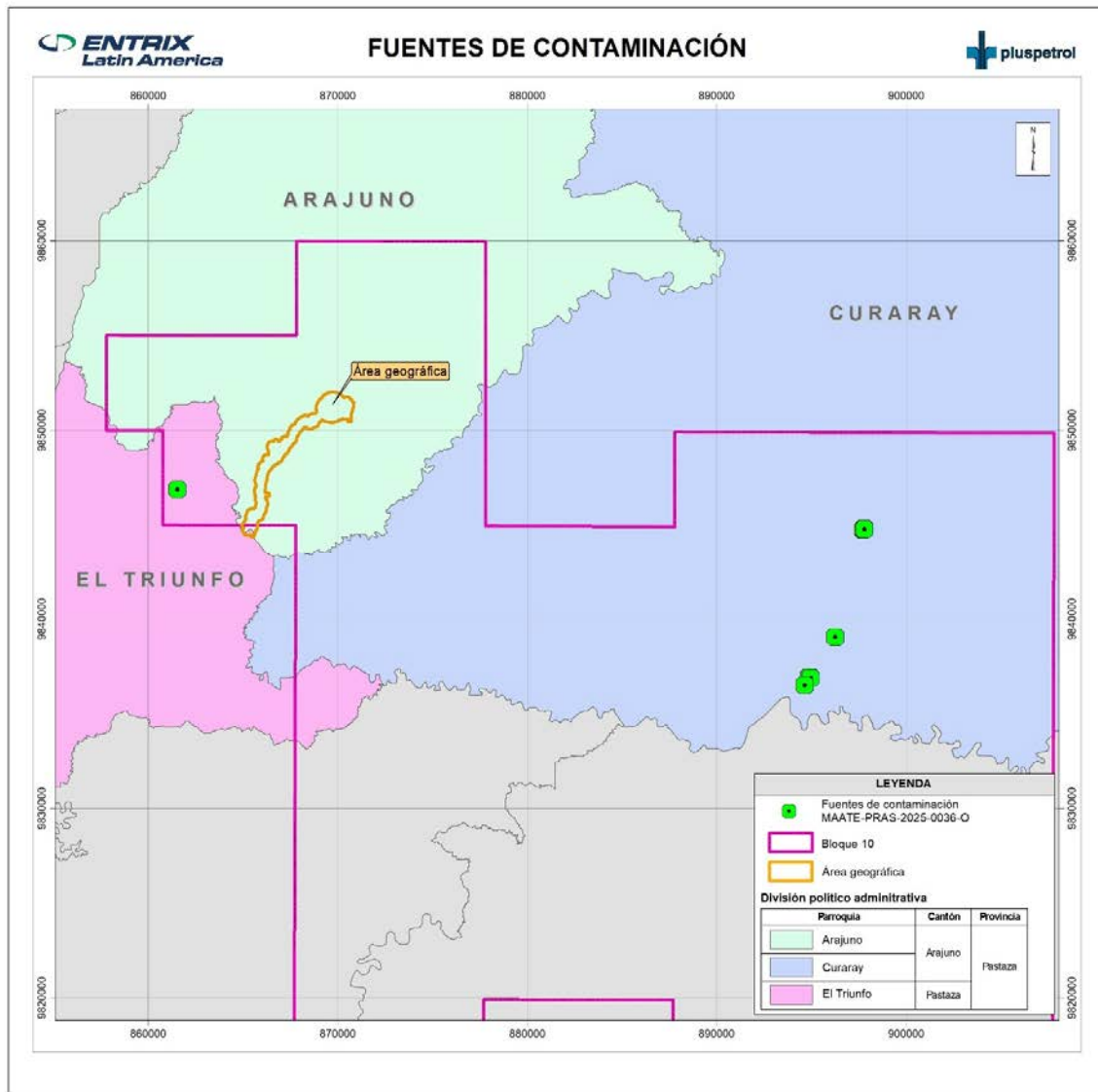


Figura 5-90 Fuentes de contaminación registradas en PRAS

Fuente: PRAS
Elaboración: Entrix, Febrero 2025.