

Historial del Documento

Versión	Fecha Entrega	Descripción o Actualización	Elaborado Por	Revisado por
0.0	30/11/2023	Elaboración del documento	David Vásquez	Andrea Meza Adriana Jaramillo
1.0	18/12/2023	QA/QC redacción y estilo	Verónica Barreiro	
2.0	27/12/2023	Actualización del informe	David Vásquez	Andrea Meza
3.0	05/11/2024	Respuestas a observaciones del MAATE	Malena Rodríguez	
3.1	06/12/2023	QA/QC redacción y estilo	William Tabarez	Miguel Alemán

© ENTRIX. El derecho de autor en su totalidad y en cada parte de este pertenece a ENTRIX y no puede ser usado, vendido, transferido, copiado o reproducido en su totalidad o en parte de cualquier manera o forma o en cualquier medio a cualquier persona que no sea por acuerdo con ENTRIX.

Este documento es producido por ENTRIX únicamente para el beneficio y uso por parte del cliente de acuerdo con 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

3	Diagnóstico Ambiental Línea Base	3-1
3.1	Componente Físico	3-1
3.1.1	Climatología	3-1
3.1.2	Geología.....	3-18
3.1.3	Geomorfología	3-20
3.1.4	Estabilidad Geomorfológica	3-22
3.1.5	Tectónica.....	3-23
3.1.6	Vulcanismo.....	3-23
3.1.7	Sismicidad.....	3-24
3.1.8	Hidrogeología.....	3-26
3.1.9	Geotecnia.....	3-27
3.1.10	Ruido Ambiental.....	3-28
3.1.11	Suelos	3-44
3.1.12	Calidad de Aire.....	3-73
3.1.13	Hidrología y Calidad de Agua	3-82
3.1.14	Paisaje Natural.....	3-109
3.1.15	Análisis de Impactos Previos	3-111

Tablas

Tabla 3-1	Estaciones Meteorológicas Cercanas al Área Geográfica del Proyecto	3-2
Tabla 3-2	Ubicación de la Estación Meteorológica Lago Agrio (Nueva Loja).....	3-7
Tabla 3-3	Caracterización Climática-Estación Meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja) Periodo 1981-2022	3-9
Tabla 3-4	Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1981-2022)	3-14
Tabla 3-5	Unidades del Paisaje Morfológico.....	3-21
Tabla 3-6	Fallas Cuaternarias en las Cercanías del Bloque 54.....	3-25
Tabla 3-7	Unidades Litológicas Permeables por Porosidad Intergranular	3-27
Tabla 3-8	Descripción de las Zonas Geotécnicas.....	3-27
Tabla 3-9	Resultados de Medición de Ruido (EIA 2013).....	3-29
Tabla 3-10	Resultados de Medición de Ruido (Alcance 2015).....	3-29
Tabla 3-11	Resultados de Medición de Ruido (EIA 2022).....	3-30
Tabla 3-12	Resultados de Medición de Ruido (EIA 2022)-Ruido de Fondo	3-30
Tabla 3-13	Resultados de Medición de Ruido Monitoreos Internos	3-31
Tabla 3-14	Capacidad y Uso del Suelo.....	3-33
Tabla 3-15	Ubicación de Puntos de Medición de Ruido Ambiental Actuales	3-35
Tabla 3-16	Características del Equipo de Medición de Ruido	3-39
Tabla 3-17	Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental Actual	3-41

Tabla 3-18	Ubicación de los puntos de Muestreo de Suelos (EIA 2013)	3-45
Tabla 3-19	Ubicación de los Puntos de Muestreo de Suelos (Alcance 2015).....	3-45
Tabla 3-20	Ubicación de los Puntos de Muestreo de Suelos (EIA 2022).....	3-45
Tabla 3-21	Ubicación de los Puntos de Muestreo Compuesto.....	3-47
Tabla 3-22	Ubicación de los Puntos de Muestreo Simple	3-48
Tabla 3-23	Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo (EIA 2013)	3-51
Tabla 3-24	Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo (EIA 2022)	3-51
Tabla 3-25	Características Químicas de los Suelos-Estudios Previos.....	3-52
Tabla 3-26	Parámetros Analizados para Calidad de Suelo	3-57
Tabla 3-27	Resultados de Calidad de Suelo.....	3-59
Tabla 3-28	Resultados Edafológicos de Suelos (EIA 2022)	3-68
Tabla 3-29	Concentraciones Utilizadas para RAS y Resultados del Índice de RAS (índice de absorción de sodio)-EIA 2013.....	3-68
Tabla 3-30	Estratos de Bosque Presentes en el Área Geográfica del Proyecto	3-70
Tabla 3-31	Matriz de Interpretación del Conflicto de Uso del Suelo.....	3-72
Tabla 3-32	Detalle de Parámetros de Medición, Horas de Monitoreo y Límites Permisibles según el Anexo 4, Acuerdo Ministerial 097 A.....	3-74
Tabla 3-33	Equipos Utilizados para la Medición.....	3-74
Tabla 3-34	Puntos de Medición de Calidad de Aire (EC Eno 2).....	3-75
Tabla 3-35	Puntos de Medición de Calidad de Aire (Monitoreos 2021-2022).....	3-75
Tabla 3-36	Resultados de Medición de Calidad de Aire (EIA 2022).....	3-76
Tabla 3-37	Resultados de Medición de Calidad de Aire (Monitoreos 2021-2022)	3-76
Tabla 3-38	Ubicación de Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire	3-79
Tabla 3-39	Ubicación de Puntos de Partículas Sedimentables	3-80
Tabla 3-40	Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire	3-81
Tabla 3-41	Resultados Partículas Sedimentables	3-81
Tabla 3-42	Unidades Hidrográficas del Proyecto.....	3-83
Tabla 3-43	Características de las Unidades Hidrográficas del Área Geográfica.....	3-83
Tabla 3-44	Rangos Aproximados del Factor de Forma	3-84
Tabla 3-45	Rangos Aproximados de la Densidad del Drenaje	3-85
Tabla 3-46	Coefficientes a partir de los Parámetros Fisiográficos de las Unidades Hidrográficas Analizadas	3-86
Tabla 3-47	Análisis de Resultados del Coeficiente de Forma (kt).....	3-86
Tabla 3-48	Análisis de Resultados del Coeficiente de Compacidad (kc)	3-86
Tabla 3-49	Análisis de Resultados de la Densidad de Drenaje (Dd).....	3-87
Tabla 3-50	Análisis de Resultados de Sinuosidad (Si)	3-87
Tabla 3-51	Cálculo de Caudales de los Cuerpos Hídricos Muestreados	3-89
Tabla 3-52	Precipitación Media Anual Estación Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja)	3-91

Tabla 3-53	Cálculo de Coeficiente de Escurrimiento	3-92
Tabla 3-54	Caudal Medio de las Unidades Hidrográficas del Proyecto	3-93
Tabla 3-55	Caudales Ecológicos de las Unidades Hidrográficas del Proyecto	3-95
Tabla 3-56	Puntos de Muestreo de Agua (EIA 2013)	3-96
Tabla 3-57	Puntos de Muestreo de Agua (EIA 2022)	3-96
Tabla 3-58	Resultados de Muestreo de Agua (EIA 2013)	3-96
Tabla 3-59	Resultados de Muestreo de Agua (EIA 2022)	3-97
Tabla 3-60	Ubicación de Puntos de Muestreo de Calidad de Agua	3-99
Tabla 3-61	Características del Equipo de Medición de Parámetros <i>In Situ</i>	3-101
Tabla 3-62	Parámetros a ser Analizados.....	3-102
Tabla 3-63	Parámetros In Situ de los Cuerpos de Agua Muestreados.....	3-104
Tabla 3-64	Resultados de Calidad de Agua	3-105
Tabla 3-65	Valoración del Paisaje	3-110
Tabla 3-66	Fuentes de Contaminación	3-112
Tabla 3-67	Cobertura y uso de la tierra alrededor en el área geográfica del proyecto.....	3-113

Figuras

Figura 3-1	Rol de los Estudios de Línea Base en los Estudios de Impacto Ambiental	3-1
Figura 3-2	Estaciones Meteorológicas Cercanas al Área Geográfica del Proyecto	3-3
Figura 3-3	Tipos de Clima de las Estaciones Cercanas al Proyecto	3-4
Figura 3-4	Isoyetas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto.....	3-5
Figura 3-5	Isotermas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto	3-6
Figura 3-6	Precipitación Media Estación Meteorológica (1981-2022)	3-11
Figura 3-7	Temperatura Media Estación Meteorológica (1981-2022)	3-12
Figura 3-8	Humedad Relativa Estación Meteorológica EAL (1981-2022)	3-13
Figura 3-9	Nubosidad Estación Meteorológica (1981-2022).....	3-13
Figura 3-10	Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1981-2022).....	3-14
Figura 3-11	Rosa de los Vientos Estación Meteorológica (1981-2022).....	3-15
Figura 3-12	Evapotranspiración Potencial Estación Meteorológica EAL (1981-2022)	3-16
Figura 3-13	Balance Hídrico Estación Meteorológica (1981-2022)	3-16
Figura 3-14	Diagrama Ombrotérmico Estación Meteorológica (1981-2022)	3-17
Figura 3-15	Columna Tectono-Estratigráfica y Eventos Geodinámicos	3-19
Figura 3-16	Fallas Cuaternarias en las Cercanías del Bloque 54.....	3-25
Figura 3-17	Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Diurno (dB).....	3-43
Figura 3-18	Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Nocturno (dB).....	3-44

Figura 3-19	Unidades de Muestreo Plataforma Eno Norte	3-54
Figura 3-20	Unidades de Muestreo Plataforma Eno Sur	3-55
Figura 3-21	Unidades de Muestreo Línea de Flujo y Acceso a Plataformas	3-56
Figura 3-22	Análisis de Resultados de pH	3-62
Figura 3-23	Análisis de Resultados de Bario	3-63
Figura 3-24	Análisis de Resultados de Cobalto	3-64
Figura 3-25	Análisis de Resultados de Cobre	3-65
Figura 3-26	Análisis de Resultados de Zinc	3-66
Figura 3-27	Comparación de la Forma de Unidades Hidrográficas según Kc	3-85
Figura 3-28	Análisis de Resultados de Calidad de Agua [pH]	3-107
Figura 3-29	Análisis de Resultados de Calidad de Agua [Oxígeno de Saturación (%)]	3-108
Figura 3-30	Cobertura y uso de la tierra - Área geográfica del proyecto	3-115

3 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.

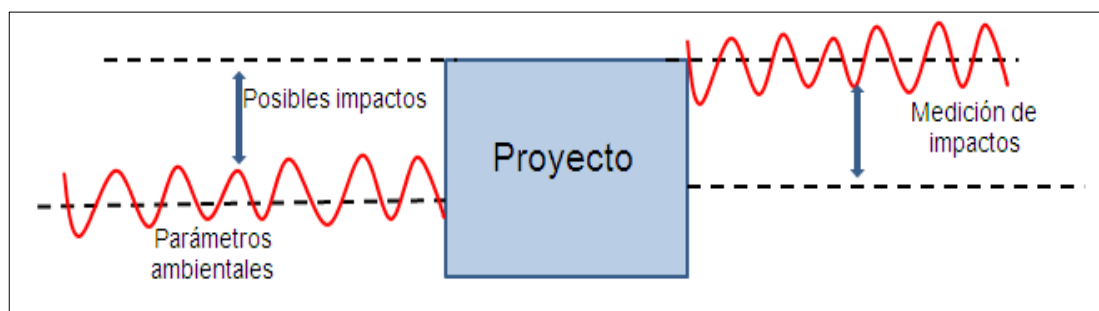


Figura 3-1 Rol de los Estudios de Línea Base en los Estudios de Impacto Ambiental

Fuente: Wathem, 2001

3.1 Componente Físico

3.1.1 Climatología

El clima se suele definir en sentido restringido como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años. En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático en términos tanto clásicos como estadísticos (UC, 2017).

3.1.1.1 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, 3.1-1-A TIPOS CLIMA).

Con base al mapa del INAMHI, isotermas de Ecuador, escala 1:1 000 000 de 2008, el área geográfica se ubica en una temperatura media de 24-26 °C (Anexo D. Cartografía, 3.1-1-C ISOTERMAS) y respecto a

isoyetas el área geográfica se ubica entre 3000-4000 mm conforme el INAMHI, mapa de Isoyetas de Ecuador, escala 1:1 000 000 de 2008 (Anexo D. Cartografía, 3.1-1-D ISOYETAS).

Para seleccionar la estación meteorológica a utilizar 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.
- > Que la estación se va a utilizar se ubique en la misma isoyeta e isoterma identificada en el área geográfica.
- > Disponibilidad de información climatológica en los anuarios meteorológicos, ya que es necesario que se cuente con series continuas de información de al menos 10 años para que sea estadísticamente representativo, así como de los parámetros a ser analizados.

Las estaciones analizadas son operadas por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). A continuación, la Tabla 3-1 y Figura 3-2 muestran las estaciones meteorológicas más cercanas al área geográfica.

Tabla 3-1 Estaciones Meteorológicas Cercanas al Área Geográfica del Proyecto

Nombre de la Estación	Tipo de Estación	Código	Activa/ Inactiva	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 M		Operador	msnm*	Distancia (km)
				Este (m)	Norte (m)			
Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja)	Meteorológica	M061	Activa	290162,34	10010692,03	DGAC	303	20,36
El Coca- Aeropuerto	Meteorológica	M052	Activa	278895,91	9950231,35	DGAC	246	38,35
Loreto	Pluviométrica	M0563	Activa	242563,93	9922688,87	INAMHI	418	80,92

*msnm: metros sobre el nivel del mar

Fuente: Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), noviembre 2023
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

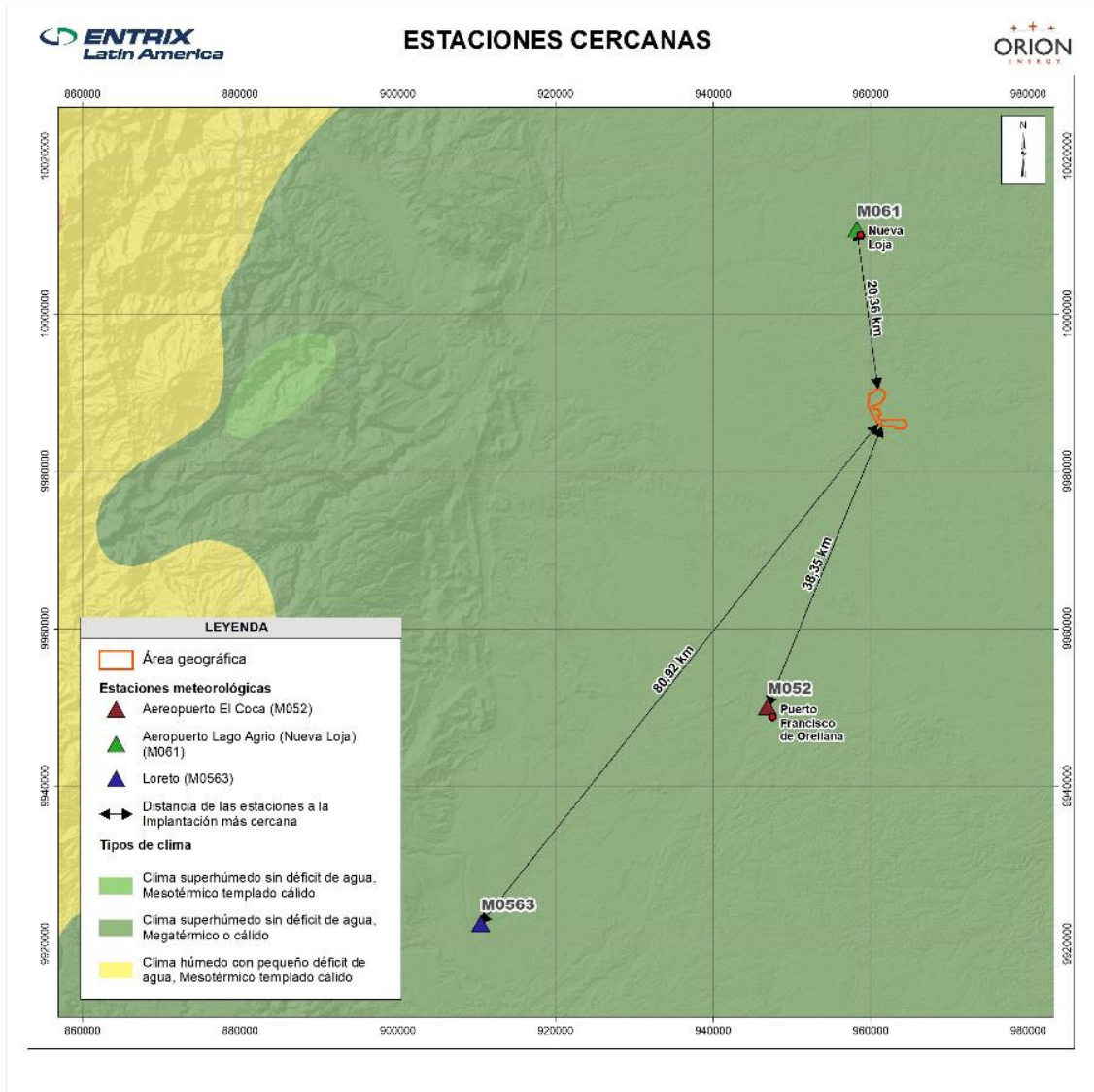


Figura 3-2 Estaciones Meteorológicas Cercanas al Área Geográfica del Proyecto

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017
Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Las estaciones meteorológicas M061 (Aeropuerto Lago Agrio) y estación M052 (El Coca-Aeropuerto), operadas por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), y la estación M0563 (Loreto), operada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, se ubican en el mismo piso climático que el área geográfica del proyecto, correspondiente a superhúmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido, como se puede apreciar en la Figura 3-3.



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

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017
Elaboración: Entrix, noviembre 2023

La estación meteorológica M061 (Aeropuerto Lago Agrio) y la estación M052 (El Coca-Aeropuerto) se ubican en la misma isoyeta (3000-4000 mm); no obstante, la estación M0563 (Loreto) en comparación con el área geográfica del proyecto se ubica en la isoyeta 4000-5000 mm, como se puede apreciar en la Figura 3-4.

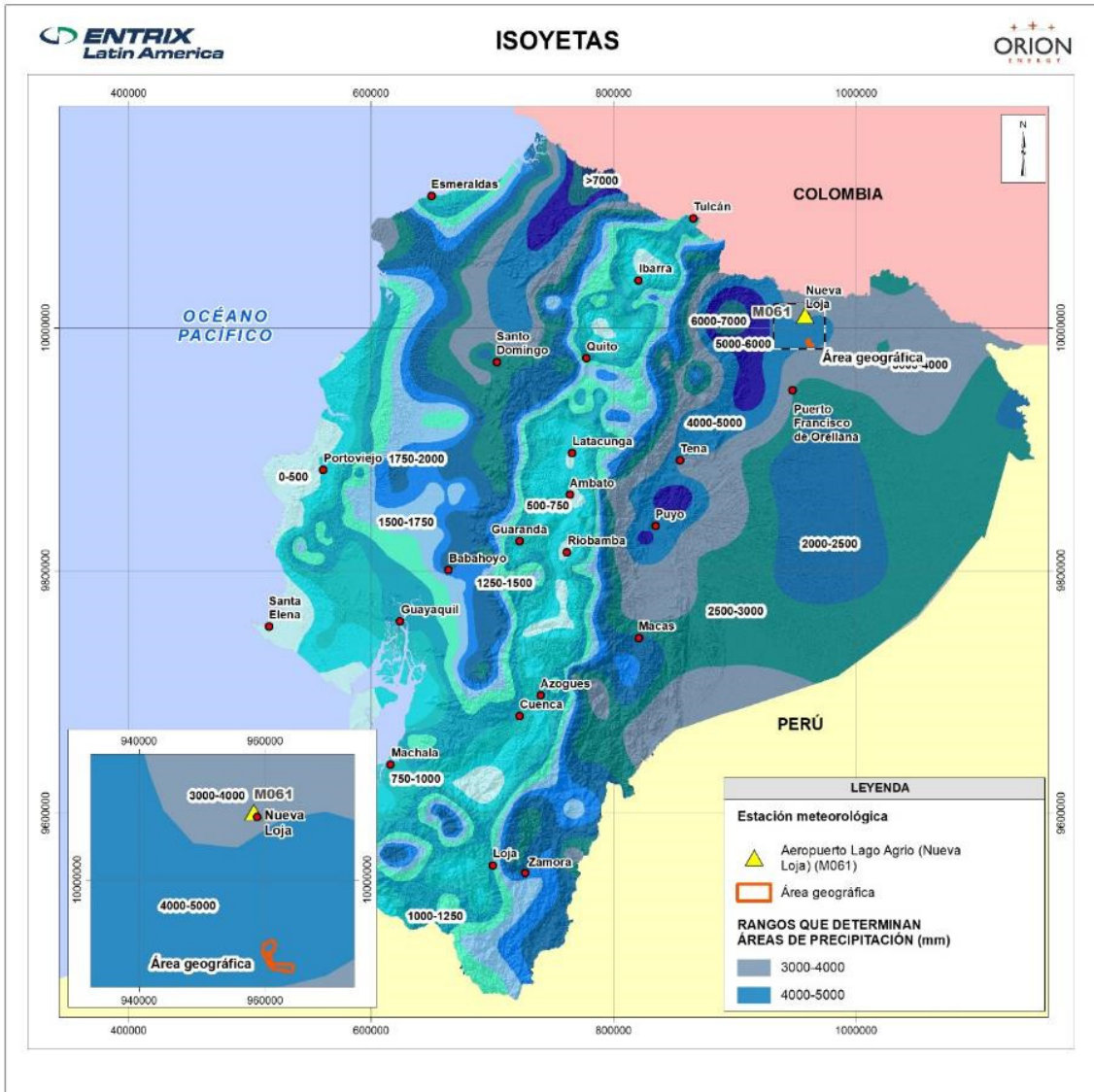


Figura 3-4 Isoyetas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017
Elaboración: Entrix., noviembre 2023

La estación meteorológica M061 (Aeropuerto Lago Agrio) y la estación M052 (El Coca-Aeropuerto) se ubican en la misma isoterma que el área geográfica del proyecto (24-26 °C); no obstante, la estación M0563 (Loreto) en comparación con el área geográfica del proyecto no comparte la misma isoyeta (22-24 °C), como se puede apreciar en la Figura 3-5.

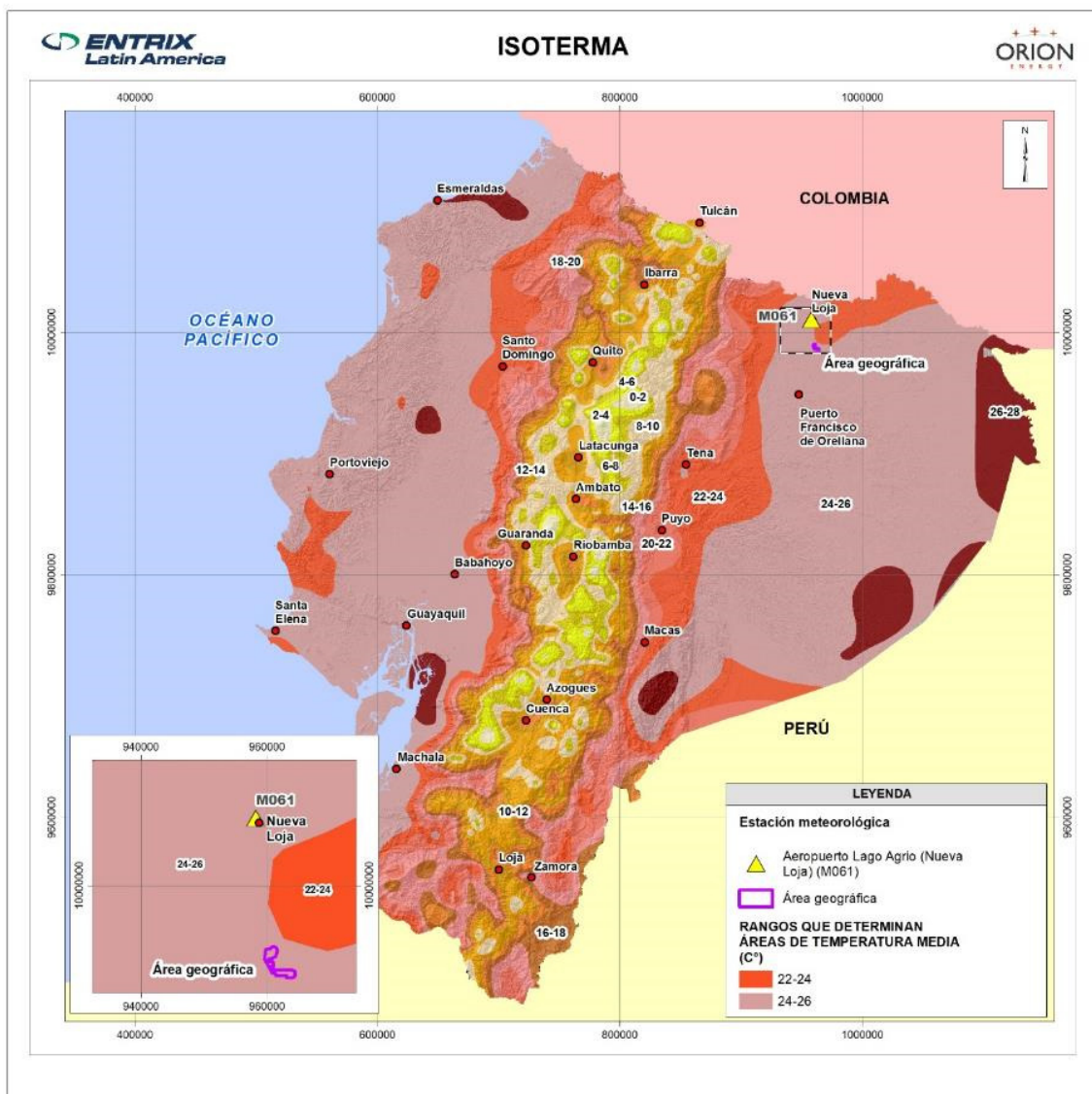


Figura 3-5 Isothermas de las Estaciones más Cercanas al Área Geográfica del Proyecto

Fuente: INAMHI, Escala 1:100 000, 2017
 Elaboración: Entrix., noviembre 2023

Finalmente, la elección de la estación meteorológica se basa en criterios que aseguran similitudes con el área geográfica del proyecto. Es fundamental destacar que dicha área se ubica entre los 290 y 320 msnm, caracterizándose por un clima superhúmedo sin déficit de agua, con condiciones megatérmicas o cálidas, y con una isoyeta entre 4000 y 5000 mm, así como una isoterma de 24-26 °C.

En cuanto a la ubicación de las estaciones en relación con el área del proyecto, según se detalla en la Tabla 3-1, la estación más cercana resulta ser la M061 (Aeropuerto Lago Agrio), situada a aproximadamente 20,55 km. Aunque esta estación comparte el piso climático e isoterma con el área del proyecto, se ubica en una isoyeta diferente. Por otro lado, se analizó la estación pluviométrica M0563

(Loreto), que comparte la misma isoyeta que el área del proyecto, pero difiere en piso climático e isoterma. Además, está ubicada a aproximadamente 80,93 km de distancia y a una altitud de 418 msnm.

Con base en estos aspectos, se optó por utilizar la información de la estación meteorológica del Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja) de la Dirección de Aviación Civil (DAC), que cuenta con datos históricos recopilados durante el período comprendido entre 1981 y 2022, para llevar a cabo el análisis climático requerido (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico, B.1.5. Información Climatología).

Tabla 3-2 Ubicación de la Estación Meteorológica Lago Agrio (Nueva Loja)

Nombre de la Estación	Tipo de Estación	Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Altitud	Operador	Distancia (km)
			Este (m)	Norte (m)			
Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja)	Meteorológica	M061	290162,34	10010692,03	303	DGAC	20,55

Fuente: Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Lago Agrio, Dirección General de Aviación Civil (DGAC), 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

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 3-3 se presentan los valores de los diferentes parámetros climatológicos analizados, con base en la información obtenida de la estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio. El análisis estadístico se realizó sobre la base de los registros mensuales, y el periodo de datos manejados fue de 42 años comprendido entre el 1981 y 2022. Estos datos corresponden a los promedios mensuales multianuales (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico, B.1.5. Información Climatología).

Página en blanco

Tabla 3-3 Caracterización Climática-Estación Meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja) Periodo 1981-2022

Parámetro (valores medios)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media	Total
Precipitación (mm)	210,3	244,2	340,7	374,2	383,3	340,2	287,1	213,5	226,3	298,3	339,1	278,9	294,7	3536,0
Humedad relativa (%)	77	80	82	83	84	84	83	79	76	78	79	79	80	964
Nubosidad (octas)	6	6	7	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	75
Temperatura media (°C)	26,9	26,4	26,1	26,0	25,7	25,1	24,9	25,9	26,7	26,9	26,9	26,9	26,2	314,3
Temperatura máxima (°C)	34,2	34,4	33,3	33,6	32,9	32,5	32,6	33,9	34,6	34,8	34,3	33,8	33,7	404,7
Temperatura mínima (°C)	20,1	20,2	20,2	20,2	19,8	19,2	18,6	18,5	19,1	19,8	19,9	20,2	19,6	235,8
Velocidad del viento (kt)	3,8	3,8	3,9	3,6	3,6	3,7	3,6	3,7	3,6	3,8	3,9	3,8	3,7	44,95
ETP Thornthwaite (mm)	145,4	122,8	130,0	125,5	123,1	113,6	107,4	127,2	137,7	145,7	141,1	145,3	130,4	1564,8
Balance hídrico (mm)	64,9	121,5	210,6	248,7	260,2	226,5	179,7	86,3	88,6	152,5	198,0	133,6	164,3	1971,2

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), Dirección de Aviación Civil (DGAC), 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Página en blanco

3.1.1.2 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 que van de marzo a junio, el primero, y de octubre a diciembre, el segundo, de acuerdo con los registros de la estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico, B.1.5. Información Climatología).

Mayo tiene la pluviosidad media más alta, de 383,3 mm, y enero tiene la pluviosidad media más baja, con 210,3 mm. La precipitación media mensual anual es de 294,7 mm y total anual es 3536,0 mm.

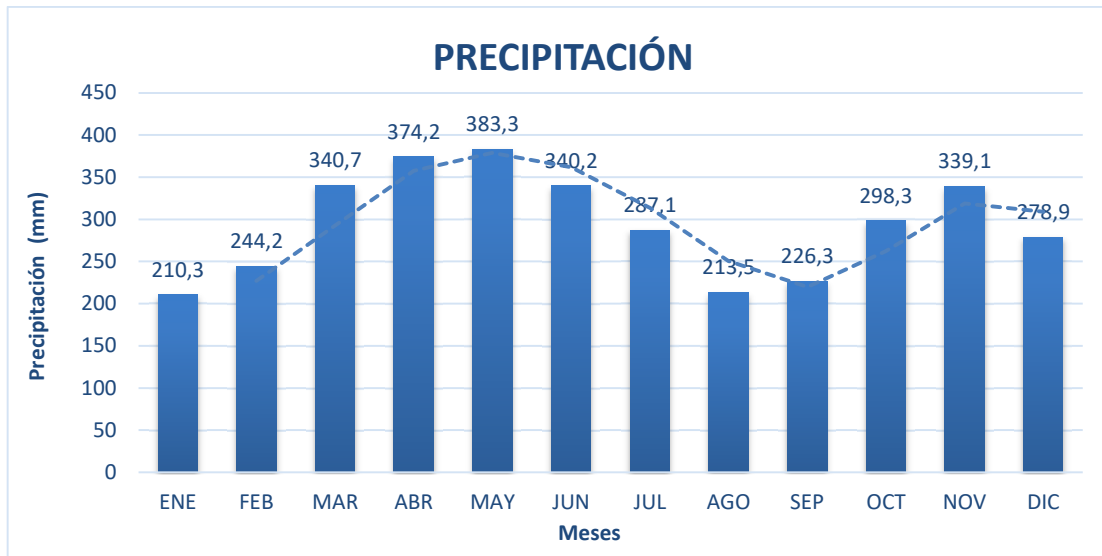


Figura 3-6 Precipitación Media Estación Meteorológica (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), Dirección de Aviación Civil (DAC), noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.1.3 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 26,2 °C, con una oscilación térmica diferenciada entre la temperatura máxima (33,7°C) y mínima registrada (19,6 °C) de 14,1 °C en el período analizado (1981-2022).

La mayor temperatura media se registra en los períodos enero-abril y septiembre-diciembre, con un máximo de 26,9 °C, mientras que julio tiene la temperatura media más baja, con 24,9 °C, de acuerdo con los registros de la estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico, B.1.5. Información Climatología).

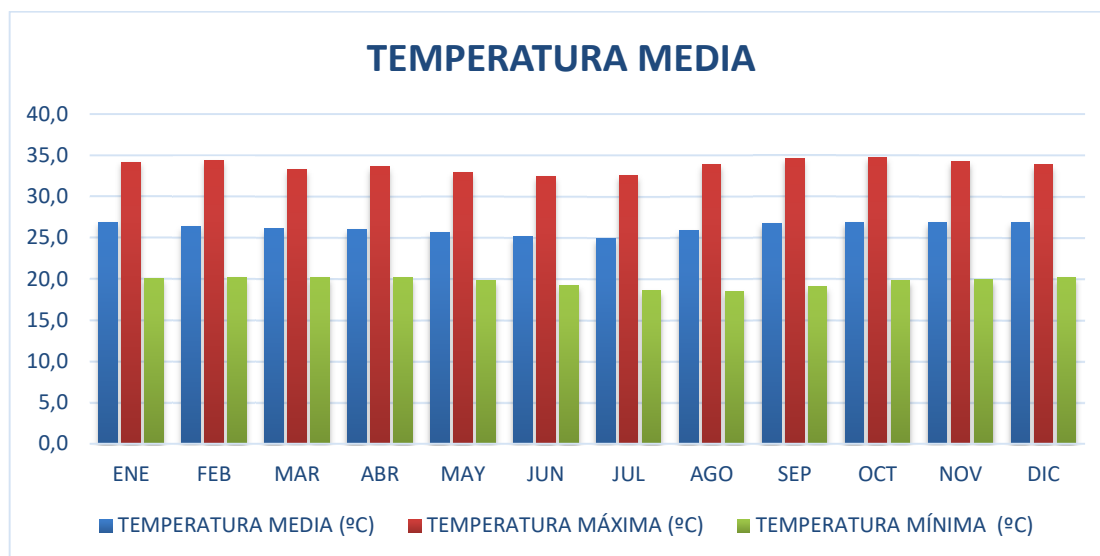


Figura 3-7 Temperatura Media Estación Meteorológica (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio, Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.1.4 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 80 %. Los valores máximos se observan de febrero a julio, 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.

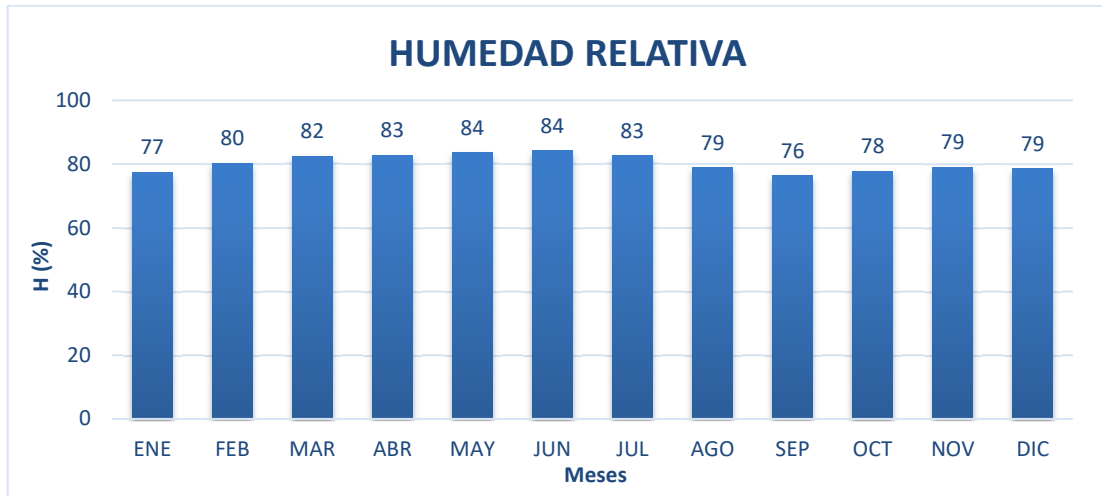


Figura 3-8 Humedad Relativa Estación Meteorológica EAL (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio, Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.1.5 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 3-9 muestra que a lo largo del año la cubierta de nubes se encuentra entre 6 y 7 octas, con un promedio de 6 octas, siendo enero, febrero, abril, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre los meses con menos cobertura nubosa, con un mínimo de 6 octas; mientras que marzo, mayo y junio son los meses más nubosos, con un máximo de 7 octas.

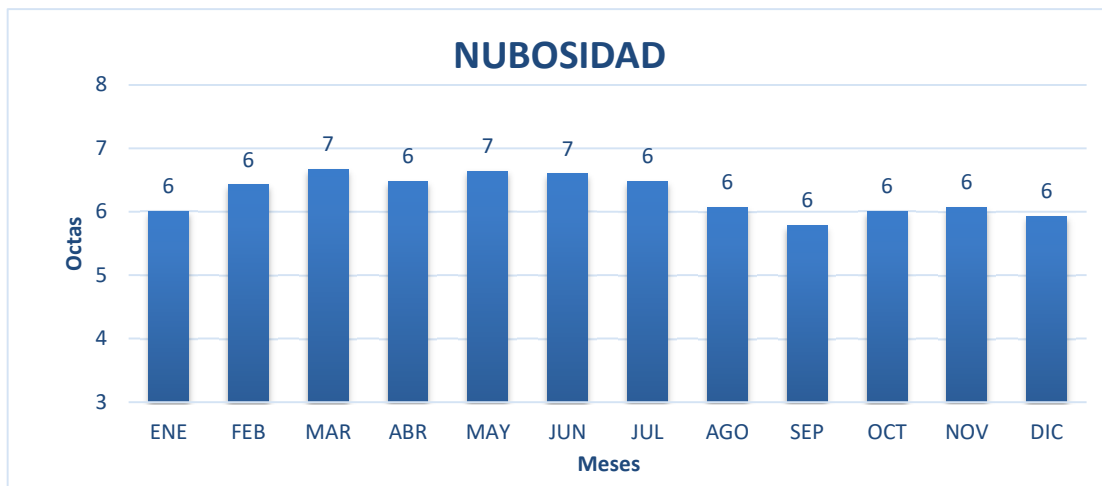


Figura 3-9 Nubosidad Estación Meteorológica (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.1.6 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, al considerarse como el movimiento del aire a la superficie de la Tierra, contempla su velocidad y dirección. Las direcciones se toman de donde viene o 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 6,94 km/h, como se puede observar en la Tabla 3-4 y Figura 3-10.

Tabla 3-4 Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1981-2022)

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Velocidad del viento (kt)	3,8	3,8	3,9	3,6	3,6	3,7	3,6	3,7	3,6	3,8	3,9	3,8	3,7
Velocidad del viento km/h	7,1	7,1	7,2	6,6	6,7	6,8	6,7	6,8	6,7	7,1	7,2	7,1	6,94

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

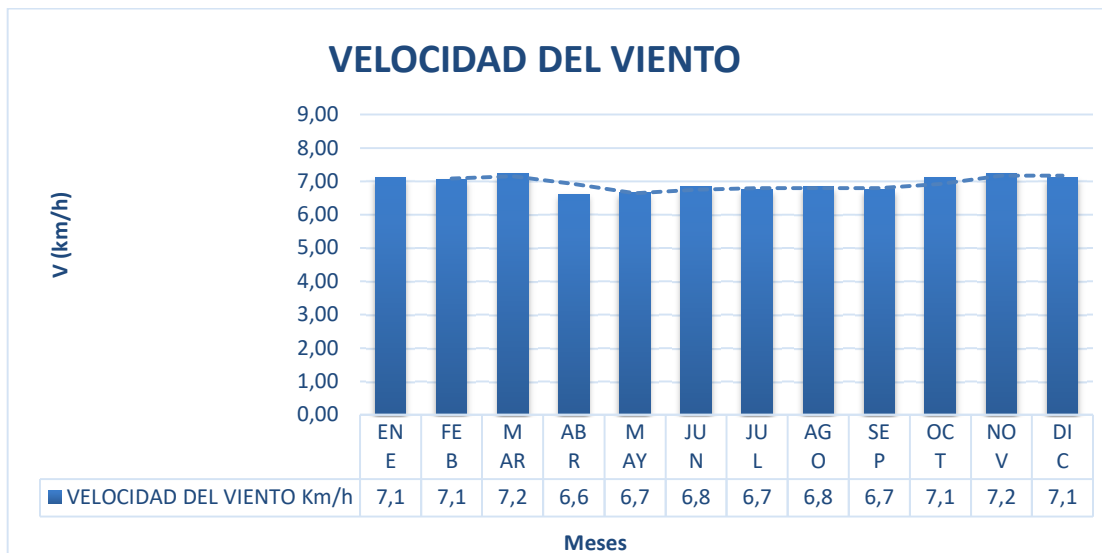


Figura 3-10 Velocidad del Viento Estación Meteorológica (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio, Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

La dirección predominante del viento en rumbos permite el análisis de la dirección del viento en un período determinado de tiempo en relación con la velocidad del viento. Una vez realizado el análisis de velocidad y dirección del viento en un período de tiempo establecido, de manera porcentual se estima la dirección del viento, dando como resultado la denominada rosa de los vientos (Figura 3-11), la cual de manera gráfica permite visualizar el comportamiento del viento en función de su dirección y velocidad, lo cual admite el análisis de dispersión de contaminantes atmosféricos, entre otros análisis de comportamiento climatológico. Es importante mencionar que esta información es proporcionada por la DGAC, que realiza las mediciones de estos parámetros de manera diaria, mensual y anual (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico, B.1.5. Información Climatología).

En la estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), en promedio, se establece como dirección del viento predominante al oeste (W), con un porcentaje de 25,65 %; seguida de la dirección este (E), con un porcentaje de 23,06 %; la dirección sur (S) con un porcentaje de 16,70 % y la dirección norte (N) con un porcentaje de 14,12 %. La siguiente Figura 3-11 detalla gráficamente las direcciones del viento, junto con los porcentajes antes mencionados.

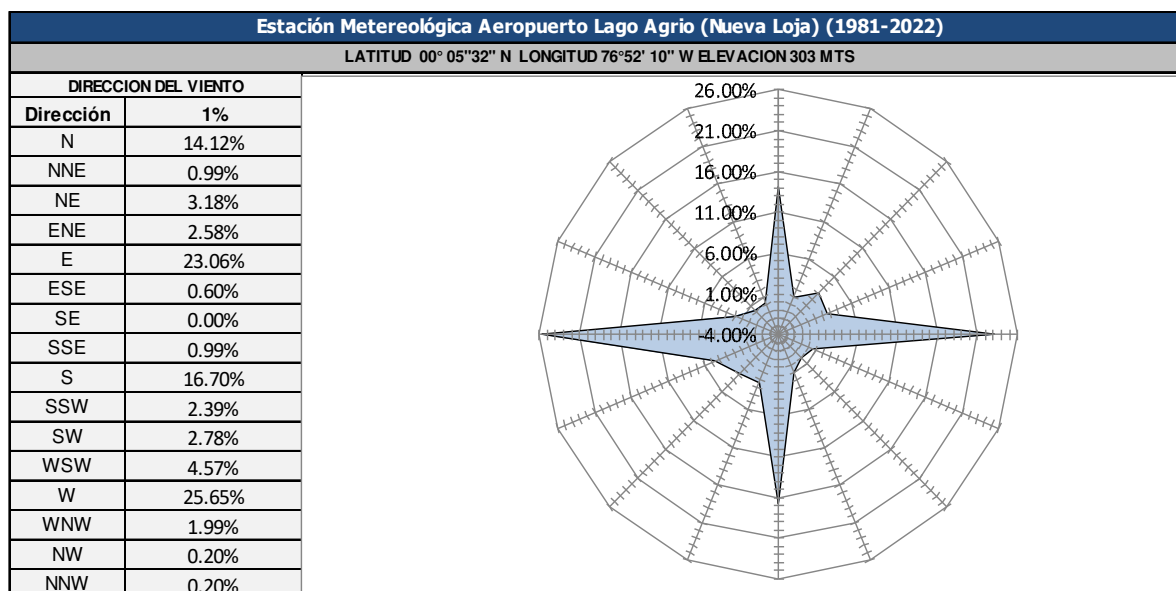


Figura 3-11 Rosa de los Vientos Estación Meteorológica (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.1.7 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 de este 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.

Durante el período de 1981 al 2022, los valores más altos se registran en enero y entre octubre y diciembre, mientras que el valor más bajo se presenta en julio debido a 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 130,4 mm.

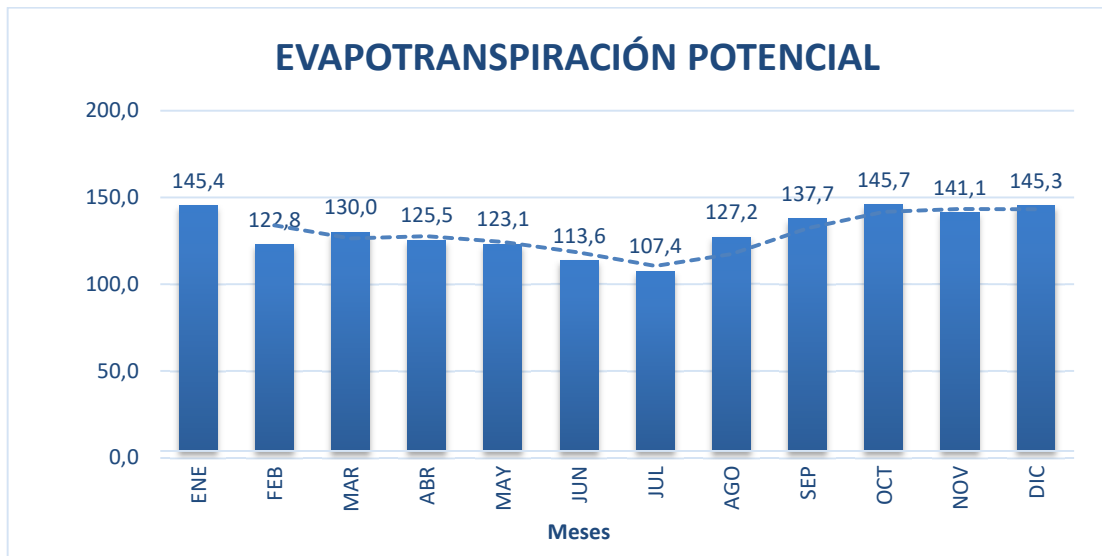


Figura 3-12 Evapotranspiración Potencial Estación Meteorológica EAL (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio, Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.1.8 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 (1981-2022), donde el valor total anual es de 1971,2 mm (la media corresponde a 164,3 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.

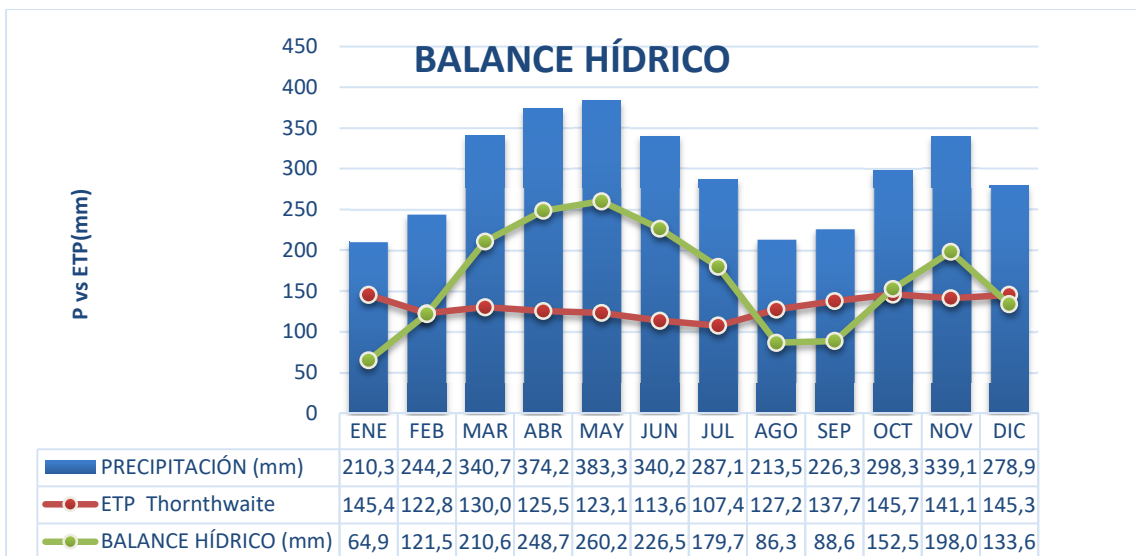


Figura 3-13 Balance Hídrico Estación Meteorológica (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio, Dirección de Aviación Civil (DAC), noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.1.9 Clasificación Climática

La clasificación climática se realiza mediante el método de Gausson (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 Gausson, 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 Gausson, en el que se muestran los datos de temperatura y pluviosidad del período evaluado de la estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja).

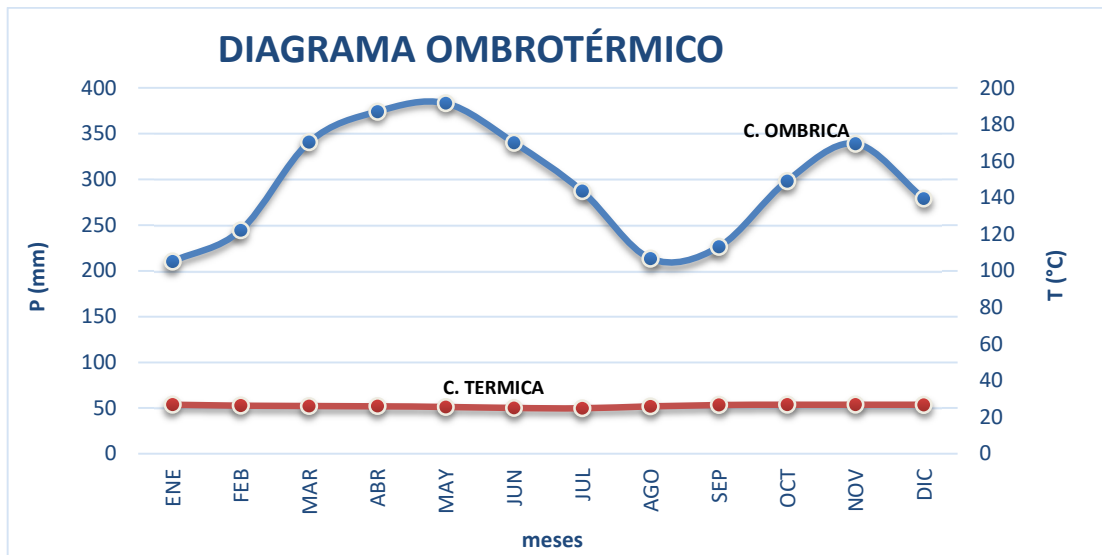


Figura 3-14 Diagrama Ombrotérmico Estación Meteorológica (1981-2022)

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio, Dirección de Aviación Civil (DGAC), noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Como se observa en la Figura 3-14, 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, 3.1-1-A TIPOS CLIMA, 3.1-1-B DEFICIT HIDRICO, 3.1-1-C ISOTERMAS, 3.1-1-D ISOYETAS, 3.1-1-E BIOCLIMAS).

3.1.1.10 Conclusiones

- > El área geográfica del proyecto se ubica en el mismo tipo de clima e isoterma que la estación Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), con una temperatura de 24-26 °C, ubicándose en el tipo de clima

superhúmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido, permitiendo de esta forma caracterizar la climatología existente en el área geográfica.

- > En base al Mapa del INAMHI, Isotermas de Ecuador, escala 1:1 000 000 de 2008, el área geográfica se ubica en una temperatura media de 24-26 °C (Anexo D. Cartografía, 3.1-1-C ISOTERMAS) y respecto a 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, 3.1-1-D ISOYETAS).
- > La estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja) 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 294,7 mm, valor característico de la región amazónica; la temperatura media anual corresponde a 26,2 °C, con una humedad relativa de 80 %. La evapotranspiración calculada es 130,4 mm con un superávit hídrico durante todo el año. La clasificación climática, conforme los datos disponibles, corresponde a superhúmedo sin déficit de agua, megatérmico o cálido (Anexo D.-Cartografía, 3.1-1-A TIPOS CLIMA, 3.1-1-B DEFICIT HIDRICO, 3.1-1-C ISOTERMAS, 3.1-1-D ISOYETAS, 3.1-1-E 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 6 octas, siendo enero, febrero, abril, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre los meses con menos cobertura nubosa, con un mínimo de 6 octas; mientras que marzo, mayo y junio son 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 6,94 km/h; respecto a la dirección del viento en promedio, se establece como dirección predominante al oeste (W), con un porcentaje de 25,65 %; seguida de la dirección este (E), con un porcentaje de 23,06 %; la dirección sur (S) con un porcentaje de 16,70 % y la dirección norte (N) con un porcentaje de 14,12 %.

3.1.2 Geología

Para la caracterización geológica se tomó de base el Mapa Geológico de las Provincias Orientales (INEMIN, 1987), el Mapa Geológico de la Cuenca Oriente, IRD, PETROPRODUCCIÓN, 2001, el Mapa Geológico de la República del Ecuador, Instituto de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico, 2017 y el Reporte de unidades Estratigráficas del Ecuador, reconocidas por el IIGE de diciembre 2022.

3.1.2.1 Geología Regional

El área geográfica del proyecto forma parte de la cuenca oriental ecuatoriana, constituida por una potente serie de rocas sedimentarias marino-continentales. En profundidad, depósitos sedimentarios del Paleozoico-Mesozoico inferior: formaciones Pumbuiza (pizarras arcillosas en capas finas de edad del Devónico, ambiente marino somero), Macuma (en su litología predominan calizas de edad Carbonífero-Pérmico, ambiente marino somero) y Santiago (calizas silíceas en capas delgadas, con areniscas y lutitas, del Triásico, en un ambiente marino somero del Jurásico, ambiente continental) yacen sobre las rocas cristalinas del Escudo guayanés. En el Mesozoico superior los sedimentos continentales de la formación Chapiza (secuencia de sedimentos continentales clásticos, no metamorizadas, de edad Jurásico, ambiente continental marino somero) fueron cubiertos por una transgresión marina cretácica, durante la cual en el sector oeste los sedimentos de las formaciones: Hollín (arenisca de grano medio a grueso, maciza o con estratificación cruzada, con intercalaciones escasas de lutitas arenosas, del Cretáceo inferior, marino somero continental), Napo (subdividido en tres litologías: Napo inferior: areniscas y lutitas con calizas subordinadas, Napo medio: caliza principal, maciza, gris, fosilífera, de espesor constante entre 70 y 90 m y Napo superior: lutitas verde grises hasta negras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas, de un ambiente marino somero, edad que va del Albiano al Santoniano) y Tena (la litología principal corresponde a arcillas abigarradas pardo rojizas, edad Satoniana o Campaniana, ambiente continental) se depositaron sobre una amplia cuenca Pericratónica. Los sedimentos del

Cenozoico alcanzan un espesor de hasta 4000 m en la cuenca alargada transarco con rumbo norte-sur, que se profundiza hacia el norte.

La estratigrafía propuesta para la cuenca oriente se resume en la columna tectono-estratigráfica y eventos geodinámicos, de Baby, Rivadeneira & Barragán (2004).

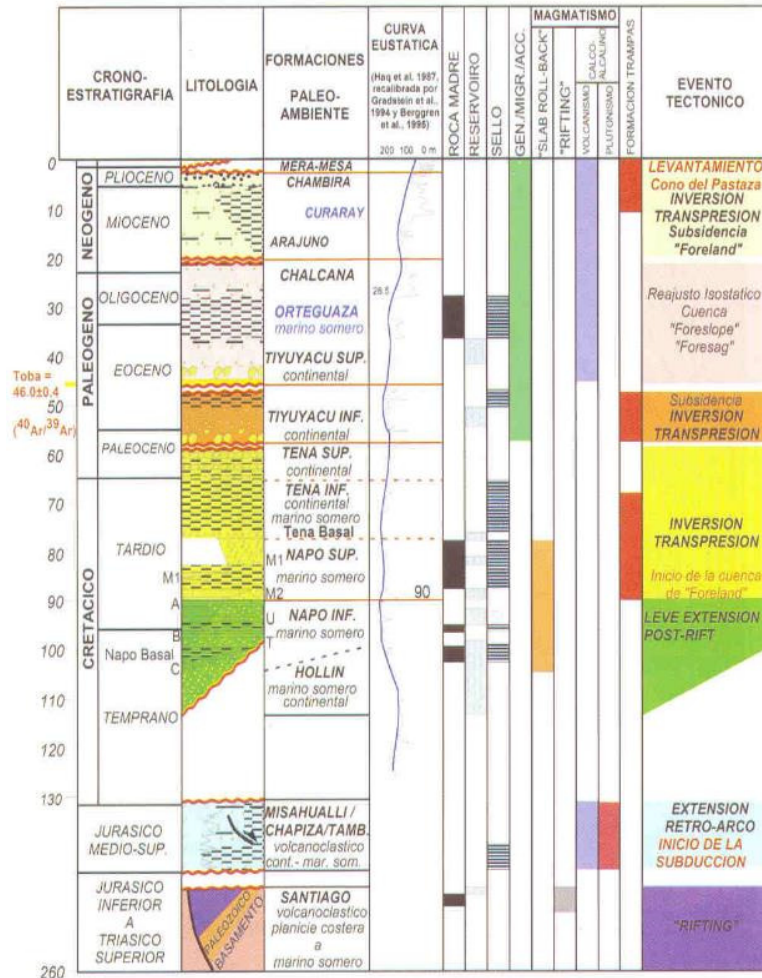


Figura 3-15 Columna Tectono-Estratigráfica y Eventos Geodinámicos

Fuente: P. Baby, M. Rivadeneira, R. Barragán, 2004

3.1.2.2 Geología Local

En el bloque 54, campo Eno-Ron, en el área de estudio afloran las formaciones Chambira y Mera y depósitos aluviales del Reciente (Anexo D. Cartografía, Mapa 3.1-4 GEOLOGICO). A continuación, se realiza la descripción de las formaciones litológicas aflorantes en el sector:

3.1.2.2.1 Formación Chambira-MP1ch (Mioceno superior-Plioceno)

Aflora en el sector norte donde se encuentra el bloque 54, específicamente la plataforma Eno Norte. La formación presenta niveles de areniscas de grano fino a medio y limos, con horizontes de guijarros de arcilla e intercalaciones de arcilla azul-verde con restos de plantas. Localmente, se observan areniscas y

conglomerados y arcillas bentoníticas. Los estratos se presentan horizontales a subhorizontales y están fuertemente meteorizados.

El ambiente de depositación es continental y consiste en un abanico de pie de monte y sedimentos fluviales depositados durante una fuerte erosión de la Cordillera Real, desde el Mioceno superior al Pleistoceno.

Se ha estimado que tiene entre 1000 y 1500 m de espesor. Es una formación no fosilífera y de acuerdo con estudios fotogeológicos se la interpreta como pos-Curaray por descansar sobre la formación Arajuno, se la considera perteneciente al Plioceno (Bristow & Hoffstetter, 1977).

3.1.2.2 Formación Mera (Plioceno-PLM)

Se localiza en el sector sur del bloque 54 y aflora en el área donde se ubicará la plataforma Eno Sur y gran parte de la línea de flujo. Forma una amplia llanura generalmente cubierta por depósitos aluviales recientes. La formación Mera o "Mesa de Mera" (Tschopp, 1953) consiste en un abanico aluvial de pie de monte, compuesto principalmente de clastos volcánicos, graníticos y, en menor proporción, metamórficos, soportados por una matriz arcillo-arenosa de afinidad volcánica. Los clastos en la parte proximal pueden llegar a ser bloques de más de 1,5 m de diámetro. Descansa en discordancia sobre las formaciones más antiguas.

La edad precisa de la formación Mera no ha sido establecida, pero por su posición relativa y gracias a pocos análisis de carbono-14, se la considera del Pleistoceno (Liu & Colinvaux, 1985; Bès de Berc et al., 2005) y, en términos generales, del Cuaternario.

3.1.2.3 Depósitos Aluviales (Holoceno-Qa)

Los drenajes superficiales del área geográfica del proyecto 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 la formación Chambira y Mesa y se presentan en formas de relieves planos.

Los depósitos aluviales de los ríos: Eno y Jivino Verde son autóctonos, es decir, que son producto del arrastre y depositación de materiales de las formaciones de la cuenca sedimentaria oriental, por lo tanto, son de granulometría más fina, donde predominan arenas, limos y arcillas de poca potencia.

3.1.2.3 Conclusiones

- > En el área geográfica del proyecto afloran las formaciones Chambira, Mera y depósitos aluviales.
- > La plataforma Eno Norte se ubica en la unidad litológica Chambira-MPIch (Mioceno superior-Plioceno); no obstante, en su mayoría la plataforma Eno Sur y la línea de flujo se ubican en la unidad litológica Mera (Plioceno-PLM).

3.1.3 Geomorfología

El área de estudio está inmersa dentro de la denominada Región Amazónica u Oriental, dentro de la cual se tiene dos sistemas de paisaje, a saber: el colinado y el bajo aterrazado y/o pantanoso.

En el bloque 54 predominan afloramientos de rocas sedimentarias de edades del Terciario al Cuaternario. Estructuralmente, no presentan importantes perturbaciones tectónicas. El conjunto de rocas forma el sistema de terrazas de diferente elevación, de manera preferente como llanuras onduladas. Las terrazas más altas han sufrido fuerte disección, que en la actualidad les dan una apariencia de colinas muy bajas. Los depósitos aluviales recientes agrupan a un sistema de valles con terrazas activas de diferente altitud.

Las condiciones geomorfológicas del bloque 54 son el resultado de la confluencia entre las características geológicas ya descritas (litología y disposición espacial de las unidades), con los procesos externos denudativos, como la meteorización, ligada a las elevadas precipitaciones y temperaturas; la erosión, generada principalmente por los cursos de agua; y, en menor proporción, por el escurrimiento superficial.

Los principales elementos morfológicos lo constituyen los cursos de los ríos Eno, Conambo y Jivino Verde y sus principales tributarios; el tipo de drenaje es subparalelo de densidad muy baja.

3.1.3.1 Sistema de Clasificación Geomorfológico

En el Mapa 3.1-8 SUELO, Muestreo de Suelos (Anexo D. Cartografía) se presenta la información cartográfica obtenida en el presente estudio. Este mapa incluye todas las unidades y geoformas identificadas en el bloque 54. Las unidades del mapa se clasificaron en tres jerarquías, que se definen como:

- > Regiones
- > Sistemas
- > Paisajes geomorfológicos

En la Tabla 3-5 se presenta una breve descripción de las unidades geomorfológicas identificadas y su jerarquía.

Tabla 3-5 Unidades del Paisaje Morfológico

Unidades Geomorfológicas			Símbolo en el Mapa	Pendiente del Terreno	Descripción
Región	Sistemas	Unidades del Paisaje			
Región Oriental	Llanuras aluviales, terrazas y pantanos	Terrazas aluviales	T	0-5 %	Depósitos aluviales, barras de arena y depósitos coluviales.
		Llanuras ligeramente onduladas	LL	0-10 %	Terrazas altas antiguas poco disectadas.
	Colinas	Colinas muy bajas a bajas	C1	5-25 %	Colinas muy bajas y bajas disectadas, redondeadas, simétricas.

Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.3.2 Paisajes Geomorfológico

Se ha identificado los siguientes paisajes: Paisajes de Colinas Muy Bajas y Bajas (C1), Paisajes de Llanura (LL) y Paisajes de Terraza (T).

3.1.3.2.1 Paisajes de Colinas Muy Bajas a Bajas (C1)

Son colinas agradacionales no plegadas, modeladas en un ambiente de disección y erosión en rocas sedimentarias en posición subhorizontal de las terrazas altas de la formación Chambira, distribuidas en altitudes entre 282 de hasta los 307 msnm, en clima húmedo tropical.

Los paisajes colinados presentan pendientes no mayores al 15 %, formando colinas muy bajas y bajas de cimas redondeadas, con un desnivel relativo dominante, entre 5 y 10 m. Ocupan el mayor porcentaje del sector noreste del bloque 54.

En general, las condiciones de drenaje son buenas. En las áreas elevadas la pendiente permite la adecuada evacuación de las aguas lluvias, mientras que las zonas deprimidas son drenadas por los cursos de agua que existen allí. Hay pocas depresiones en las que las condiciones de drenaje son regulares.

Esta unidad geomorfológica se presenta estable frente a los fenómenos morfodinámicos, la erosión es baja y no se presentan fenómenos de remoción de masa.

3.1.3.2.2 Paisaje de Llanuras Ligeramente Onduladas (LI)

Es un ambiente constructivo y deposicional reciente, constituido por depósitos de granulometría media a fina, distribuidos en áreas de relieve relativamente plano a ondulado, en pendientes inferiores al 5 %, con un grado de disección ligero a moderado, conservando los interfluvios planos. En este tipo de paisajes domina el sector sur del río Eno.

Esta planicie distal presenta una inclinación regional hacia el sureste, ha sido erosionada y disectada por el escurrimiento superficial concentrado y los cursos de agua que la atraviesan, originando zonas relativamente deprimidas con lo que adquirió la forma ondulada.

3.1.3.2.3 Paisajes de Terrazas Aluviales(T)

Se distribuyen en áreas junto a los ríos Eno, Conambo y Jivino Verde, desarrollados en ambientes agradacionales, de relieve plano a ondulado suave, pendientes inferiores al 5 %, mal drenados y con suelos formados a partir de materiales aluviales recientes de texturas variables.

3.1.4 Estabilidad Geomorfológica

Para el análisis de la estabilidad geomorfológica de la zona estudiada se ha recurrido a la relación existente entre los factores, tales como: textura del suelo, pendiente del terreno, cobertura vegetal y uso actual, precipitación media, tipo de material parental (litología), estructuras y sismicidad, los cuales permiten evaluar el riesgo de inestabilidad de laderas y de los potenciales procesos morfodinámicos, mediante la zonificación de categorías de estabilidad geomorfológica, que se cartografían en el Mapa 3.1-5 GEOMORFOLOGICO(Anexo D. Cartografía).

3.1.4.1 Categorías

3.1.4.1.1 Zonas Estables (E1)

Son zonas de bajo riesgo geomorfológico, presentan mayor equilibrio o estabilidad frente posibles grados de intervención. Ocupan áreas de relieve plano a ondulado suave de los paisajes de llanura, con altitudes no mayores a los 300 msnm, con suelos de texturas finas y medias, con una cobertura de cultivos, pastos y asociado con vegetación arbórea, influenciados por precipitaciones mayores a 3000 mm.

3.1.4.1.2 Zonas Relativamente Estables (E2)

Corresponden a zonas de mediano riesgo, propensas a que el equilibrio de uno o varios factores se rompa por efecto de agentes externos.

Ocupa áreas de colinas muy bajas a bajas con pendientes de hasta el 25 %, de textura arcillosa, con una cobertura de bosque y también cultivos y pastos, influenciados por precipitaciones mayores a los 3000 mm. Esta categoría está en relación con la Zona E1 en diferentes porcentajes.

La categoría se ha identificado en áreas correspondientes a las unidades fisiográficas de colinas medias. Ventajosamente, estos paisajes muestran en su mayor parte una cobertura de vegetación natural poco intervenida y vegetación secundaria, por lo que la gran mayoría de las superficies presentan riesgos potenciales de grado medio a alto.

3.1.4.2 Conclusiones

Los paisajes de pendientes no mayores a 5 % son depósitos aluviales dispuestos en terrazas aluviales y terrazas. Se caracteriza por no tener movimientos superficiales. Localmente, estos terrenos están sobre suelos medianamente profundos a profundos, mal drenados y de texturas arcillosas, limo-arcillosa y limo-arenosa. Por su escasa pendiente, son susceptibles a inundaciones periódicas, como a la erosión de las márgenes de los drenajes principales.

En los paisajes de colinas muy bajas a bajas, en general, las condiciones de drenaje son buenas; en las áreas elevadas, la pendiente permite la adecuada evacuación de las aguas lluvias; mientras que las zonas deprimidas son drenadas por los cursos de agua que allí se ubican, pero pueden sufrir inundaciones en épocas de altas precipitaciones. Esta unidad geomorfológica se presenta medianamente estable frente a los fenómenos morfodinámicos, la erosión es baja y no se presentan fenómenos de remoción de masa.

El área de estudio se ubica en tres zonas de estabilidad geomorfológica. El mayor porcentaje de ocupación es la zona de estabilidad E1, la cual es de bajo riesgo geomorfológico y presenta mayor equilibrio o estabilidad frente a posibles grados de intervención.

3.1.5 Tectónica

La división tectónica del Oriente ecuatoriano se divide en dos dominios: subandino y oriental o de plataforma; se basa originalmente en la expresión topográfica de las estructuras (Tschopp, 1953).

La mayor parte de la zona subandina consiste en cadenas montañosas de dirección norte-sur en las que afloran estratos de rocas del Paleozoico superior y más jóvenes, cortados por fallas inversas de alto grado de buzamiento. En la zona oriental se observa un terreno de bajo relieve, en la cual las estructuras del subsuelo se manifiestan localmente por pendientes superficiales de muy bajo grado y por suaves alineamientos del drenaje.

Los perfiles sísmicos con buena resolución muestran que la mayor parte de las estructuras de la cuenca oriental se enmarcan en un conjunto de fallas dispuestas en un arreglo "en echelón" (Paredes F. 2000, comunicación personal). Las fallas emergen del basamento cortando a varios niveles de la cubierta sedimentaria, afectándola de diversas maneras. Las fallas del basamento ocupan dos subdominios geográficamente distinguibles:

En el primer subdominio, que comprende la parte norte de la cuenca y que se ubica entre el sector del río Curaray (río Indillamayacu) y el río San Miguel, las fallas presentan una dirección preferencial nor-noreste y continúan con esta dirección hacia la cuenca del Putumayo en Colombia.

En el segundo subdominio, que comprende la parte sur de la cuenca y que se ubica desde el sector del río Curaray hasta el río Tigre en el Perú, las fallas presentan una dirección dominante norte-sur.

La dirección de las fallas de los dos subdominios de la cuenca oriental es aproximadamente paralela a las tendencias estructurales de los levantamientos Napo y Cutucú. En general, se puede inferir que las tendencias regionales se disponen de acuerdo con el arreglo del basamento.

La zona de transición entre estos dos subdominios donde las fallas cambian de dirección se extiende desde la depresión del Puyo en la zona subandina, siguiendo de forma paralela al río Curaray hacia el este. En esta zona de transición las estructuras se salen del esquema regional de los dos subdominios presentando una dirección noroeste-sureste.

También se puede notar que algunas fallas han soportado una inversión tectónica de sistemas de esfuerzos de extensión en el basamento a sistemas de esfuerzos de compresión en el paquete sedimentario.

3.1.6 Vulcanismo

La actividad volcánica está relacionada con 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 encuentra entre 170 y 180 km de esta zona (Woodward-Clyde, 1980); este eje se emplaza en el sector subandino.

Los volcanes Reventador y Sumaco son los más cercanos a la zona de estudio. Del primero, se tiene registros de su actividad desde 1541, hasta la última registrada en 2002; 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; 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, 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) y Almeida (1991) lo describen como un complejo de aparatos similar al Reventador que han pasado por varias etapas de reactivación, crecimiento y destrucción. El cono actual representa al Sumaco III.

Por la lejanía de los complejos volcánicos al área del bloque 54, no existen riesgos relacionados a estos fenómenos naturales, eventualmente, a pequeñas caídas de cenizas en dependencia de la dirección del viento en una erupción fortuita.

3.1.7 Sismicidad

Los principales sistemas de fallamiento activo que afectan al Ecuador se describen ampliamente en diferentes trabajos bien conocidos dentro de la literatura especializada. Para evaluar el potencial sísmico que puede afectar al bloque 54, se ha tomado como base al Mapa Sismotectónico del Ecuador (Figura 3-16 Mapa Sísmico Tectónico del Ecuador Defensa Civil, 1992).

Sobre la base de la información consultada, las fallas activas principales que tienen influencia en el área geográfica del proyecto se agrupan de acuerdo con las siguientes estructuras:

- > Sistema de fallas transcurrentes dextrales; es uno de los más importantes del país, localizado a gran distancia del proyecto. Las fallas principales son: Apuela, Nanegalito, Huayrapungo y lineamiento Tandayapa.
- > Sistema de fallas transcurrentes sinistralas, conjugado al sistema anterior.
- > Sistema de fallas inversas del callejón interandino. La falla de Quito es la más importante de este sistema. Esta falla consta por lo menos de tres segmentos que se corresponden morfológicamente con las colinas de Puengasí, Ilumbisí y Batán-La Bota. Las evidencias morfolodinámicas son presentadas por Soulas et al. (1987; 1991) para falla inversa. Otras fallas que se deben mencionar en esta zona incluyen: Carapungo, Catequilla, San Miguel, Tanlagua, Guayllabamba-Río San Pedro. Las principales estructuras que se ubican en la Cordillera Real suponen una configuración en echelón dextral como prolongación de la falla Chingual identificada al norte (Soulas, 1988; Soulas et al., 1991). El echelón más importante se proyecta desde el sur del Cayambe hacia Oyacachi, donde sin alcanzar una expresión morfológica muy clara se bifurca hacia el sur en dos ramales NE-SO, uno hacia la cuenca del río Papallacta y otro hacia el suroeste en dirección de la laguna de Parcacochoa. Más hacia el sur, al este del nevado Antisana, su expresión se manifiesta con la falla de la laguna de Micacochoa. Las fallas principales son: Chingual y Papallacta.
- > Sistema de fallas del Frente Oriental Andino: Así conocido en la literatura geológica del país (Servicio Nacional de Geología y Minería, 1969; Dirección General de Geología y Minas, 1982; EPN-PETROTRANSPORTES, 1991), constituye el frente de empuje de la placa sudamericana. Se ubica al este de las fallas transcurrentes y define una zona alargada en sentido N 20° E (NNE-SSO). Las estribaciones orientales del volcán Reventador marcan el extremo oriental de dicha zona. Presenta una bifurcación en la parte NE hacia la latitud 0° que llega a confundirse con los segmentos de las fallas transcurrentes que vienen del noreste y complican el campo de esfuerzos en la región donde se ubicaron los epicentros del terremoto del 5 de marzo de 1987, y allí se absorbe la mayor parte de la deformación compresiva.

Estudios recientes indican que este sistema ha permanecido activo desde el Eoceno hasta la actualidad (Yépez et al., 1990), por lo que podría suponerse que algunos de los sismos históricos pudieron tener

relación con estas fallas. Se destacan el segmento Baeza-Borja-El Chaco, y el segmento Cosanga-Chonta, los cuales presentan fuertes evidencias de fallamiento activo y microsismicidad asociada (Yépez et al., 1994).

Estructuralmente, el levantamiento del Napo constituye un gran anticlinal de eje paralelo al rumbo general de la cordillera de los Andes, que se halla limitado al occidente por la faja de cabalgamientos de bajo ángulo y fallas inversas ya reconocidas por Tschopp en 1953. Las fallas activas principales asociadas a esta estructura son: Cascales (64), Payamino (65), Sumaco (66) y Puyo (73), de las cuales las más cercanas al bloque 54 son las tres primeras (Figura 3-16).

De acuerdo con el análisis de la sismicidad histórica, se confirma que el bloque 54 se ubica en una de las zonas de menor actividad sísmica del país. Durante el sismo del 6 de marzo de 1987, la región del proyecto experimentó intensidades entre V y VI.

Con relación a los sistemas neotectónicos, se ha estimado que el sistema de fallamiento del Frente Inverso Subandino generaría los valores más altos de aceleraciones máximas probables para la zona y sería de 0,106 g. Valores menores podrían generarse en el sistema transcurrente falla Chingual, con 0,043 g en la zona del bloque 54.

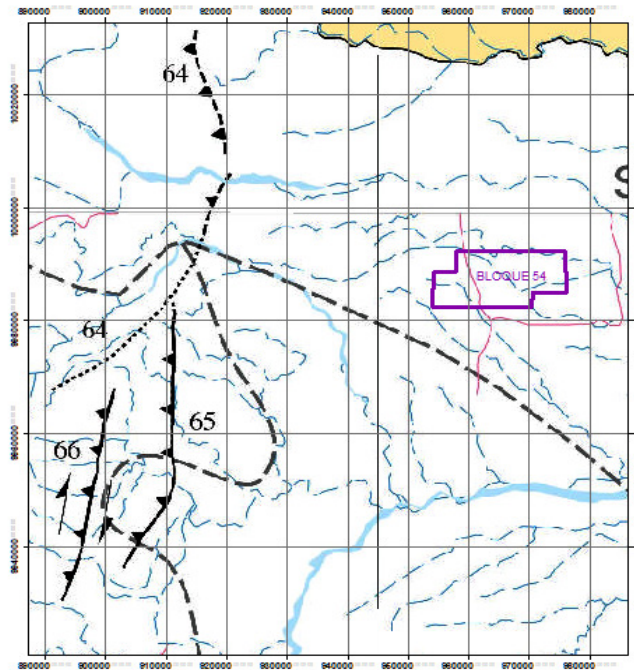


Figura 3-16 Fallas Cuaternarias en las Cercanías del Bloque 54

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

Tabla 3-6 Fallas Cuaternarias en las Cercanías del Bloque 54

Número	Nombre de la Estructura	Sentido de Movimiento	Tasa de Movimiento (mm/año)
EC-64	Falla Cascales	Inversa;	< 1,6
EC-65	Falla Payamino	Inversa	< 1,6
EC-66	Falla Sumaco	Inversa transpresiva (dextral)	< 1,6

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

3.1.8 Hidrogeología

3.1.8.1 Metodología

Las características hidrogeológicas regionales 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, factores que determinan la posibilidad de contener acuíferos de variadas características. Para la elaboración del Mapa Hidrogeológico Regional del proyecto, se empleó como referencia el Mapa Hidrogeológico del Ecuador, SENAGUA, 2015.

3.1.8.2 Unidades Litológicas Permeables por Porosidad Intergranular

3.1.8.2.1 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 Eno, Conambo y Jivino Verde.

Los acuíferos aquí localizados son superficiales, de extensión limitada y de aceptable rendimiento. Los niveles piezométricos generalmente son superficiales, no mayores a los 2 m de profundidad. Normalmente, los cursos de los ríos recargan a los acuíferos. El agua subterránea de estos acuíferos puede ser aprovechada mediante captaciones de pozos someros de gran diámetro.

3.1.8.2.2 Unidades Litológicas de Permeabilidad Media (M)

Buen porcentaje del bloque 54 que comprende esta unidad hidrogeológica son los sedimentos de la formación Mesa, compuestos principalmente de clastos volcánicos, graníticos y, en menor proporción, metamórficos, soportados por una matriz argilo-arenosa (arcillosa arenosa) de afinidad volcánica, que permite asignarle cualitativamente una permeabilidad media, donde se puede localizar acuíferos discontinuos y de bajo rendimiento. Los niveles piezométricos son menores a los 5 m de profundidad y su recarga proviene de la infiltración local y regional.

Es frecuente la presencia de vertientes de caudales importantes. Estas vertientes tienen caudales bajos, no mayores a 1 L/s y su origen se debe al afloramiento de horizontes de arenisca que recogen la infiltración de las aguas meteóricas regionalmente y son la base del escurrimiento subterráneo en los drenajes superficiales.

3.1.8.2.3 Unidades Litológicas de Permeabilidad Media a Baja (M-B)

Corresponde a sedimentos clásticos de granulometría fina, consolidados, de edad micénica-pliocénica de la formación Chambira, constituida por areniscas compactas en bancos gruesos, arcillolitas y limolitas, en posición subhorizontal.

Los niveles piezométricos son mayores a los 10 m de profundidad y corresponden a acuíferos profundos, muy discontinuos, de bajo rendimiento, y su recarga es de tipo regional.

3.1.8.2.4 Conclusiones

El área del bloque 54 presenta un bajo interés hidrogeológico en vista de que las formaciones litológicas aflorantes poseen una permeabilidad intergranular, generalmente media-baja, lo cual no posibilita la presencia de acuíferos que puedan ser aprovechados para su explotación de forma rentable y sustentable.

Los depósitos aluviales de los principales ríos de la región presentan buenas propiedades hidrogeológicas para contener acuíferos de importancia, pero por su potencia y extensión sus potencialidades son reducidas y puntualmente se los explota mediante pozos someros para abastecimientos domésticos.

Los sedimentos de la formación Mera, debido a su constitución litológica, localmente forman sistemas acuíferos de relativo interés hidrogeológico.

En la Tabla 3-7 se presenta un resumen de las características y tipo de acuíferos que pueden contener las unidades litológicas de las diferentes formaciones geológicas que afloran en el bloque 54.

Tabla 3-7 Unidades Litológicas Permeables por Porosidad Intergranular

Unidad Litológica	Permeabilidad	Tipo de Acuíferos	Sensibilidad
Depósitos aluviales	Alta	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 m, son recargados por los cursos de los ríos.	Alta
Formación Mera	Media	Sedimentos clásticos ligeramente consolidados, que contienen acuíferos locales o discontinuos de extensión limitada. Las aguas subterráneas generadas alimentan cursos de agua superficiales.	Media
Formación Chambira	Media-baja	Sedimentos clásticos consolidados constituidos por areniscas, que generan acuíferos locales y discontinuos de bajo rendimiento y difícil explotación.	Baja

Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.9 Geotecnia

La determinación de las características geotécnicas del área se realizó sobre la base de:

- > La recopilación de la información existente en trabajos realizados en el área del bloque 54.
- > Trabajos de campo en los que analizaron las características geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y geotécnicas, considerando parámetros de calificación que se indican en fichas geotécnicas.

Los resultados permitieron elaborar la respectiva cartografía (Anexo D. Cartografía, 3.1-13 GEOTECNICO) y la identificación de las zonas geotécnicas existentes y sus características principales. Es importante citar que este tipo de análisis no es requerido por parte del marco legal vigente; sin embargo, se lo ha incluido como un insumo para la operadora; por lo tanto, no se presenta el certificado de acreditación del laboratorio utilizado, por ello dichos resultados son referenciales y no serán utilizados para futuros monitoreos.

3.1.9.1 Descripción de las Zonas Geotécnicas

Se realizó la diferenciación geotécnica del área influencia directa e indirecta del proyecto, dividiéndola en zonas, cada una de las cuales se describe por separado.

Tabla 3-8 Descripción de las Zonas Geotécnicas

Ficha No.	Formación	Calidad Geotécnica		Morfología	Pendiente	Zona Geotécnica
1	Formación Chambira	II	Buena	Colina	Moderada	II-C.m Colinas muy bajas a bajas, de pendiente moderada (5-15 %). Aceptable estabilidad y drenaje.
2	Formación Chambira	II	Buena	Explanada	Moderada	II-E.m Zona de llanura ligeramente ondulada de pendiente suave (0-10 %). Aceptable drenaje. Buena estabilidad. Suelos residuales profundos de colores rojizos.
3	Formación Mera	II	Buena	Explanada	Moderada	II-E.m

Ficha No.	Formación	Calidad Geotécnica		Morfología	Pendiente	Zona Geotécnica
						Zona de llanura ligeramente ondulada de pendiente suave (0-10 %). Aceptable drenaje. Buena estabilidad. Suelos residuales profundos.
4	Terrazas aluviales	II	Buena	Explanada	Suave	II-E.s Terrazas de pendientes suave (0-5 %). Aceptable estabilidad. Drenaje deficiente, niveles freáticos superficiales. Suelos residuales-aluviales profundos de colores rojizos.

Fuente: Levantamiento de información en campo, Entrix, septiembre 2019
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.9.2 **Análisis Geotécnico**

La clasificación geotécnica del área de influencia del bloque 54 está dentro de una zona de calidad buena.

3.1.9.2.1 **Zona de Calidad Geotécnica Buena (II-E. s; II-C. m; II-E.m)**

Gran parte del bloque 54 corresponde morfológicamente a terrenos de pendiente suave a ondulada, entre 0 y 10 %, de buena estabilidad. En un menor porcentaje son zonas de colinas muy bajas a bajas, de pendientes moderadas, de 5-15 %, de aceptable estabilidad.

El basamento rocoso está constituido por sedimentos de consolidados a medianamente consolidados de las formaciones Chambira y Mera. 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.

En los sectores colinados bajo las condiciones naturales actuales el sector tiene una peligrosidad baja, es decir, existe una baja probabilidad de que espontáneamente se produzcan deslizamientos, y de producirse serán de baja intensidad, esto es, de dimensiones inferiores a pocas decenas de metros cuadrados y serán de carácter superficial, afectando únicamente a la capa suelo orgánico y a la parte superficial del suelo residual.

Si se afecta las condiciones actuales que desequilibren los márgenes de los drenajes, 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 la unidad litológica consolidada varía de impermeable a semipermeable, no poseen acuíferos generalizados. Sus niveles piezométricos se localizan a profundidades entre los 2 y 10 m.

Los depósitos aluviales presentan niveles piezométricos altos, contienen acuíferos superficiales generalizados, por lo que se los considera como sectores de Alta sensibilidad.

Sobre este basamento rocoso se han desarrollado potentes suelos residuales y coluvios-aluviales. De acuerdo con los análisis realizados, en alto porcentaje, hasta la profundidad de 2,50 m, corresponde a limos y arcillas de mediana a alta plasticidad de los tipos MH y ML.

En general, las características geotécnicas de esta unidad son buenas, no existen zonas inestables críticas.

3.1.10 **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.

Al ser el presente documento un Estudio Complementario, para la determinación de los puntos de medición de ruido se analizó la información secundaria base con la que cuenta el bloque 54, como:

- > Estudio de Impacto Ambiental: EIA y PMA para la fase de desarrollo y producción del Bloque Eno-Ron, para la construcción de las plataformas Eno 2 y Ron 2 y perforación de cinco pozos de desarrollo en cada una, instalación y operación de facilidades, aprobado en 2013 mediante oficio Nro. MAE-SCA-2013-0991.
- > Alcance al Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del bloque Eno-Ron para la perforación de pozos reinyectores en Eno, instalación de líneas de flujo, operación de facilidades de producción e instalación de antenas, aprobado en 2015 mediante oficio Nro. MAE-SCA-2015-2283.
- > Estudio Complementario del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del campo Eno-Ron para la ampliación de la plataforma Eno 2, la perforación de 10 pozos de desarrollo, 2 pozos reinyectores, 2 pozos inyectoros y 1 pozo dual productor/reinyector o inyector, así como la ampliación de facilidades en la plataforma Eno 2, aprobado en 2022 mediante resolución Nro. MAATE-SCA-2022-0022-R.
- > Monitoreos internos ruido ambiental realizados por la operadora, correspondientes al 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022.

En este contexto, luego de analizar la información secundaria, se procedió a identificar los puntos específicos de medición de ruido destinados al estudio complementario. Dichos puntos fueron cuidadosamente seleccionados dentro del área de implementación del proyecto. Es relevante señalar que estos lugares no fueron considerados en los estudios previos realizados en 2013, 2015 y 2022, los cuales formaban parte de la línea base, ni en los monitoreos internos efectuados en 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022. Esto se debe a que en esos periodos Orion Energy Ecuador no llevaba a cabo operaciones en la actual área de implementación del proyecto. La elección de estos nuevos puntos tiene como objetivo enriquecer y complementar la información existente sobre la zona en el contexto de este estudio.

3.1.10.1 Puntos de Medición de Ruido Estudios Previos

Tabla 3-9 Resultados de Medición de Ruido (EIA 2013)

Punto de Muestreo	Sitio de Muestreo	Fuente de Emisión de Ruido	Nivel de Presión Sonora (dB)
R1	Plataforma Eno 2	Movimiento de hojas por el viento	63,2
R2	Plataforma Eno 2	Movimiento de hojas por el viento	58,4

Fuente: Abrus, 2012

Fuente y Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-10 Resultados de Medición de Ruido (Alcance 2015)

Punto de Muestreo	Sitio de Muestreo	Fuente de Emisión de Ruido	Nivel de Presión Sonora (dB)
RD2-B54	DDV Ron-Eno	Fauna	55,96
RD3-B54	DDV Ron-Eno	Fauna	63,03
RD4-B54	Plataforma Eno 2	Fauna	65,2

Fuente: Entrix, 2015

Fuente y Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-11 Resultados de Medición de Ruido (EIA 2022)

ID	Fecha	Horario	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		LMP	Ruido Total
				Este (m)	Norte (m)		(dB)
MR-ENO 2	08/09/2019	Diurno (18:30)	Vivienda a 40 m de la garita de Eno 2	292623	9987675	*70	53
MR-ENO 2	08/09/2019	Nocturno (22:20)	Vivienda a 40 m de la garita de Eno 2	292623	9987675	*65	44

Fuente: Reportes de análisis, Gruentec septiembre 2019
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-12 Resultados de Medición de Ruido (EIA 2022)-Ruido de Fondo

Puntos	Identificación	Coordenadas (UTM) 18M		NPS Corregido LKeq-dB	Ruido de Fondo	LMP	
		Este (m)	Norte (m)				
1	P1: Punto ubicado cerca de las canchas deportivas	0292802	9987464	55	55	45*	65**
2	P2: Punto ubicado en la vivienda de la familia Bejarano	0292648	9987666	55	55	45*	65**
3	P3: Punto ubicado cerca del tanque de diésel	0292855	9987651	65	65	45*	65**
4	P4: Punto ubicado cerca del área de mecheros	0292851	9987541	69	69	45*	65**
5	P5: Punto ubicado al oeste de la plataforma	0292675	9987584	53	53	45*	65**

* Agrícola Residencial (AR), Tabla 1, Anexo 5, A. M. 097-A
 **Industrial (ID3/ID4), Tabla 1, Anexo 5, A. M. 097-A

Fuente: Reportes de análisis, Chavez Solutions febrero 2022
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-13 Resultados de Medición de Ruido Monitoreos Internos

Facilidad	Fecha	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Horario	LMP	L(keq)	Horario	LMP	L(keq)
			Este (m)	Norte (m)			(dB)			(dB)
Plataforma Eno 2	21/11/2018	Entrada principal Eno	292661	9987662	Diurno	70	64	Nocturno	65	65
	21/11/2018	Área de cancha	292838	9987457	Diurno	70	62	Nocturno	65	58
	2019	Punto ubicado cerca de la cancha deportiva	292838	9987457	Diurno	70	54	Nocturno	65	54
	2019	Punto ubicado cerca del ingreso principal	292661	9987662	Diurno	70	48	Nocturno	65	48
	11/06/2020	Punto ubicado cerca de la cancha deportiva	292802	9987464	Diurno	70	55	Nocturno	65	58
	11/06/2020	Punto ubicado cerca del ingreso principal	292648	9987666	Diurno	70	50	Nocturno	65	52
	11/06/2020	Punto ubicado cerca del tanque de diésel	292855	9987651	Diurno	70	52	Nocturno	65	50
	17/05/2021	Punto ubicado cerca de la cancha deportiva	292802	9987464	Diurno	70	54	Nocturno	65	56
	17/05/2021	Punto ubicado cerca del ingreso principal	292648	9987666	Diurno	70	49	Nocturno	65	51
	17/05/2021	Punto ubicado cerca del tanque de diésel	292855	9987651	Diurno	70	57	Nocturno	65	59
	02/06/2022	Punto ubicado cerca de la cancha deportiva	292802	9987464	Diurno	70	61	Nocturno	65	61
	02/06/2022	Punto ubicado cerca del ingreso principal	292648	9987666	Diurno	70	59	Nocturno	65	60
	02/06/2022	Punto ubicado cerca del tanque de diésel	292855	9987651	Diurno	70	57	Nocturno	65	59

Fuente: Reportes de análisis Gruentec 2018; Reporte de análisis Chávez Solutions ,2020,2021 y 2022; Reportes de análisis Gruentec, 2023
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Página en blanco

3.1.10.2 Puntos de Medición de Ruido Ambiental Actuales

La ubicación de los puntos de medición de ruido ambiental, así como el número de mediciones realizadas, ha sido determinada conforme la definición de Puntos Críticos de Afectación (PCA) establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 5, que indica:

“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.”

La actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (en adelante PDOT) de la Parroquia Rural El Eno (2019) ha incorporado la zonificación agroecológica, la cual delinea áreas en función de las combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros específicos utilizados en esta definición se centran en los requisitos climáticos y edáficos de los cultivos, así como en los sistemas de manejo bajo los cuales estos prosperan.

Cada zona identificada presenta una combinación única de limitaciones y potencialidades para el uso de la tierra, estableciéndose como un punto de referencia clave para las recomendaciones destinadas a mejorar la actual situación de uso de la tierra. En el territorio de la parroquia El Eno los suelos han sido clasificados en las siguientes categorías:

Tabla 3-14 Capacidad y Uso del Suelo

Clase de Suelo	Área (ha)	Porcentaje
II	12 155,63	27,81 %
III	19,18	0,04 %
IV	4886,81	11,18 %
V	4105,30	9,39 %
VIII	22 295,24	51,00 %
No Aplicable	252,19	0,58 %
Total	43 714,36	100,00 %

Fuente: PDOT Parroquia El Eno (2019), pág. 84
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023




En este contexto, el área geográfica del proyecto se ubica en la clase de suelo catalogada como IV, de acuerdo con la clasificación del PDOT. Estas tierras, de clase agrológica se sitúan en pendientes medias fuertes, oscilando entre el 25 y 40 %. Son propicias para actividades como el aprovechamiento de pastos, actividades forestales, cultivos permanentes y pastoreo, abarcando una extensión de 4888,81 ha, lo que representa el 11,18 % del territorio parroquial.




En última instancia, el área geográfica del proyecto se clasifica como "agrícola residencial", en conformidad con el Acuerdo Ministerial 097-A. La Autoridad Ambiental asumirá la responsabilidad de establecer los límites máximos permisibles de presión sonora. Por consiguiente, los resultados obtenidos se compararán con los límites establecidos por la normativa ambiental vigente para la zona de uso residencial agrícola (AR).




En la Tabla 3-15 se presentan las coordenadas de ubicación de los puntos de medición de ruido (Anexo D. Cartografía, 3.1-2 RUIDO Mapa de ubicación de puntos de medición de ruido).

Página en blanco

Tabla 3-15 Ubicación de Puntos de Medición de Ruido Ambiental Actuales

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)					
R-01	292977	9986349	08/11/2023	Línea de Flujo	Se llevó a cabo la medición de ruido en las proximidades de una vivienda situada en la intersección de la vía La Reforma y la vía Lago Agrío, área donde se tiene prevista la instalación de la línea de flujo, aproximadamente a una distancia de 3 km de la plataforma Eno Sur.	Agrícola residencial	
R-02	291854	9988317	10/11/2023	Línea de Flujo	Se llevó a cabo la medición de ruido en las proximidades de una vivienda situada en la vía Lago Agrío, localidad San José, sitio donde se proyecta la instalación de la línea de flujo, aproximadamente a 2,3 km de la plataforma Eno Norte.	Agrícola residencial	
R-03	292051	9989541	10/11/2023	Línea de Flujo	Se llevó a cabo la medición de ruido en las proximidades de la escuela El Oro, km 22 de la localidad Conambo, sobre la vía Lago Agrío, sitio donde se proyecta la instalación de la línea de flujo, aproximadamente a un kilómetro de la plataforma Eno Norte.	Agrícola residencial	

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)					
R-04	293452	9989606	10/11/2023	Plataforma Eno Norte	Se llevó a cabo la medición de ruido en las proximidades de una vivienda ubicada en la localidad Conambo, aproximadamente a 500 m de la plataforma Eno Norte.	Agrícola residencial	
R-05	292802	9989609	10/11/2023	Plataforma Eno Norte	Se llevó a cabo la medición de ruido en las proximidades de una vivienda ubicada en la localidad Conambo, aproximadamente a 200 m de la plataforma Eno Norte.	Agrícola residencial	
R-06	295429	9985823	08/11/2023	Plataforma Eno Sur	Se llevó a cabo la medición de ruido en las proximidades de una vivienda localizada cerca a la vía de ingreso donde se encontrará la plataforma Eno Sur.	Agrícola residencial	

Código de la Muestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Medición	Uso de Suelo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)					
R-07	295143	9986329	08/11/2023	Plataforma Eno Sur	Medición de ruido realizada en la entrada de la vía donde se ubicará la plataforma Eno Sur, aproximadamente a 30 m de la escuela de la localidad Las Nieves.	Agrícola residencial	
R-08	295384	9986112	08/11/2023	Línea de flujo, Acceso a la plataforma Eno Sur	Medición de ruido realizada en la entrada de la vía principal La Reforma en dirección a la plataforma Eno Sur, a aproximadamente 30 m existe una vivienda.	Agrícola residencial	
R-09	296125	9986370	08/11/2023	Plataforma Eno Sur	Se llevó a cabo la medición de ruido en las proximidades de una vivienda ubicada en la entrada de la vía principal de La Reforma, a aproximadamente 200 m de la plataforma Eno Sur.	Agrícola residencial	

Fuente: Informes de Laboratorio Gruentec, noviembre 2023
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Página en blanco

3.1.10.3 Metodología

El Acuerdo Ministerial 097-A (en adelante, A. M. 097-A) dentro del Anexo V emite los niveles máximos de emisión de ruido y la metodología a aplicarse para la medición para fuentes fijas y móviles; el objetivo del texto es preservar la salud y bienestar de las personas y del medio ambiente estableciendo diferentes directrices y lineamientos que permiten realizar el monitoreo de los niveles de presión sonora, además de establecer niveles máximos permisibles de ruido.

La medición de los niveles de ruido ambiente fue realizada en noviembre de 2023 por el Laboratorio Ambiental Gruentec, acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (en adelante, SAE) (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorios). La metodología utilizada por el laboratorio fue el método interno MM-RU-01, basado en la NTE INEN-ISO 1996-1: 2014-01 y NTE INEN-ISO 1996-2:2014-01 y el Anexo 5 Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Niveles de Vibración y Metodología de Medición del A. M. 097-A.

La medición de los niveles de ruido se efectuó con el sonómetro previamente calibrado (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico; B.1.4. Certificado de Calibración) obteniendo los niveles de presión sonora (NPS) (Anexo B; B.1. Comp Físico; B.1.2. Resultados Laboratorio, B.1.2.3 Ruido).

La metodología utilizada para la toma de muestras de ruido fue el 'Método de 15 segundos' (Leq 15 s), el cual indica que se debe tomar y reportar un mínimo de cinco muestras de 15 segundos cada una.

El sonómetro fue colocado 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.

Tabla 3-16 Características del Equipo de Medición de Ruido

Instrumento	Especificaciones
Sonómetro (SONO-004)	Equipo: sonómetro Marca: 3M Clase: 2 Modelo: SOUNDPRO DE/DL Trazabilidad: Elicrom Certificado No: TC-0022-001-22 Fecha de calibración: Enero, 2022
Calibrador (SOCA-016)	Calibrador acústico Marca: QUEST TECHNOLOGIES Trazabilidad: Elicrom Certificado No: TC-0020-006-23 Fecha de calibración: Enero, 2023
Anemómetro	ANME 012

Fuente: Gruentec Cía. Ltda., noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Para caracterizar el ruido ambiente se realizaron mediciones diurnas y nocturnas en los puntos críticos de afectación (PCA) identificados en el área geográfica del proyecto. Cada medición se documentó en una ficha (Anexo B.- Documentos de Respaldo; Comp Físico; B.1.2. Resultados Laboratorio, B.1.2.3 Ruido) con la metodología utilizada, horario del monitoreo de ruido, condiciones de la medición, marco legal aplicable, parámetros de medición y diagramas (Anexo D.- Cartografía, 3.1-2 RUIDO).

3.1.10.4 Análisis de Resultados

Con la finalidad de validar los niveles de ruido durante las mediciones y facilitar el análisis y comparación de las muestras, se reportó el NPS mínimo (Lamin) y el NPS máximo (Lamax) medidos de cada muestra (Anexo B.- Documentos de Respaldo; Comp Físico; B.1.2. Resultados Laboratorio, B.1.2.3 Ruido).

A continuación, se presentan los resultados de laboratorio de las mediciones realizadas en campo. Los valores que sobrepasan los niveles máximos de ruido se marcan de color rojo:

Tabla 3-17 Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental Actual

Código de la Muestra	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Diurno	Nocturno	Hora	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Leq (dB)	Criterios de Calidad (dB) A. M. 097-A Uso de Suelo AR	Contribuciones al Ruido
	Este (m)	Norte (m)									
R-01	292977	9986349	08/11/2023	X	-	12h20	54	52	53	65	Animales domésticos y tránsito vehicular
R-02	291854	9988317	10/11/2023	X	-	10h45	50	48	49	65	Animales domésticos, fauna silvestre y tránsito vehicular
R-03	292051	9989541	10/11/2023	X	-	14h00	51	48	50	65	Tránsito vehicular
R-04	293452	9989606	10/11/2023	X	-	12h15	36	33	34	65	Viviendas cercanas y animales domésticos
R-05	292802	9989609	10/11/2023	X	-	14h45	36	35	35	65	Animales domésticos y fauna silvestre
R-06	295429	9985823	08/11/2023	X	-	10h15	37	34	36	65	Animales domésticos y fauna silvestre (aves)
R-07	295143	9986329	08/11/2023	X	-	11h30	41	38	39	65	Animales domésticos, fauna silvestre (aves) y tránsito vehicular
R-08	295384	9986112	08/11/2023	X	-	11h00	36	33	34	65	Animales domésticos y fauna silvestre (aves).
R-09	296125	9986370	08/11/2023	X	-	09h10	41	38	39	65	Animales domésticos y tránsito vehicular
R-01	292977	9986349	08/11/2023	-	X	23h10	46	44	45	45	Animales domésticos, fauna silvestre y paso de vehículos
R-02	291854	9988317	10/11/2023	-	X	21h10	55	53	54	45	Animales domésticos, fauna silvestre y tránsito vehicular
R-03	292051	9989541	10/11/2023	-	X	21h35	52	50	51	45	Fauna silvestre y tránsito vehicular
R-04	293452	9989606	10/11/2023	-	X	22h44	46	45	46	45	Animales domésticos y fauna silvestre
R-05	292802	9989609	10/11/2023	-	X	22h16	48	47	47	45	Animales domésticos y fauna silvestre

Código de la Muestra	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha de Medición	Diurno	Nocturno	Hora	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Leq (dB)	Criterios de Calidad (dB) A. M. 097-A Uso de Suelo AR	Contribuciones al Ruido
	Este (m)	Norte (m)									
R-06	295429	9985823	08/11/2023	-	X	22h10	51	49	50	45	Animales domésticos y fauna silvestre (aves)
R-07	295143	9986329	08/11/2023	-	X	22h35	48	47	48	45	Animales domésticos y fauna silvestre (aves).
R-08	295384	9986112	08/11/2023	-	X	21h47	46	45	45	45	Animales domésticos y fauna silvestre (aves).
R-09	296125	9986370	08/11/2023	-	X	21h05	52	49	51	45	Animales domésticos y paso de vehículos

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
 Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

3.1.10.4.1 Análisis de Resultados de Ruido Diurno

Las mediciones de ruido diurno del área geográfica del proyecto fueron comparadas 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 3-17.

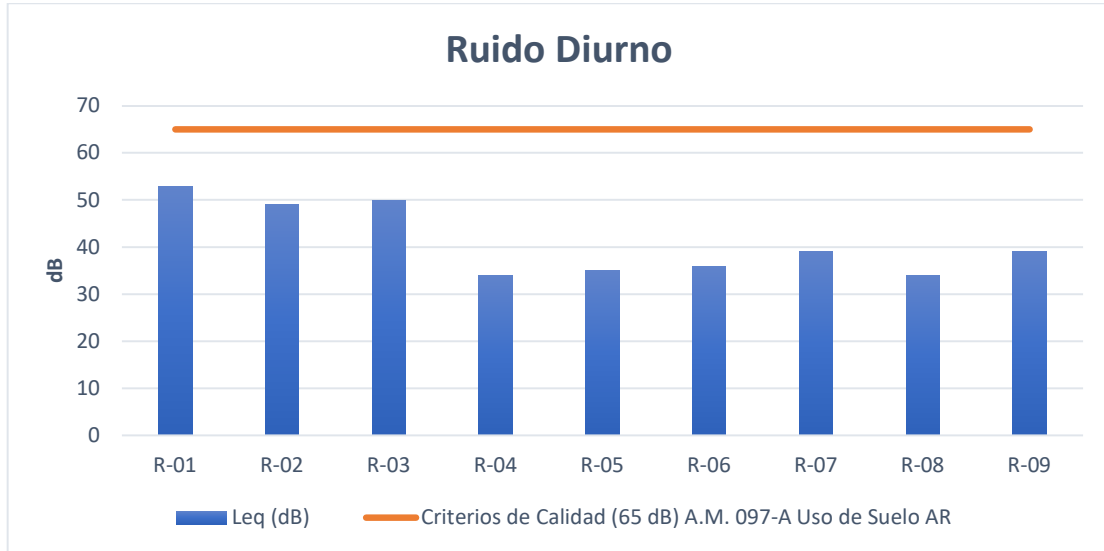


Figura 3-17 Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Diurno (dB)

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

3.1.10.4.2 Análisis de Resultados de Ruido Nocturno

Las mediciones de ruido nocturno del área geográfica fueron comparadas 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).

La mayoría de los puntos de medición de ruido nocturno presentan valores sobre el nivel máximo permisible establecido en la normativa ambiental (45 dB), como se muestra en la Figura 3-17. No obstante, las mediciones R-01 y R-08 están por debajo de los niveles máximos de ruido establecidos en la normativa ambiental.

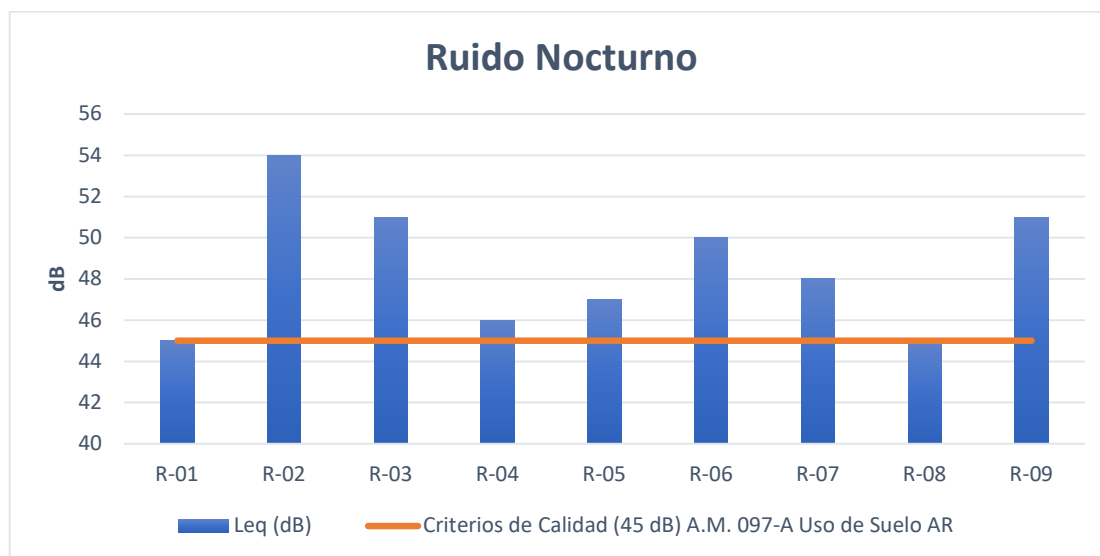


Figura 3-18 Análisis de Resultados de Ruido Ambiental Nocturno (dB)

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

Los resultados de monitoreo nocturnos de los puntos de medición R-02, R-03, R-04, R-05, R-06, R-07 y R-09 corresponden a valores de línea base, dado que se han presentado incrementos en las mediciones debido a la actividad nocturna de animales silvestres, animales domésticos, paso de vehículos, personas e insectos y no se ha identificado fuentes significativas de ruido en estas áreas.

3.1.10.4.3 Conclusiones

- > Se realizó nueve puntos de mediciones de ruido en diferentes horarios diurnos y nocturnos en el área geográfica del proyecto. La metodología utilizada para la toma de muestras de ruido fue el 'Método de 15 segundos' (Leq 15 s), el cual indica que se debe tomar y reportar un mínimo de cinco muestras de 15 segundos cada una, conforme establece el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097 A, Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, publicado en Registro Oficial Nro. 387 del 4 de noviembre de 2015 (Anexo B.- Documentos de Respaldo; Comp Físico; B.1.2. Resultados Laboratorio, B.1.2.3 Ruido), cuya metodología permitió determinar el ruido ambiente natural presente en el área geográfica del proyecto.
- > Los resultados del monitoreo de ruido diurno se encuentran dentro de los niveles máximos permisibles; sin embargo, durante el monitoreo nocturno se evidenció que la mayoría de los puntos de mediciones superan los niveles máximos establecidos en la norma. Los resultados de monitoreos nocturnos de los puntos de medición R-02, R-03, R-04, R-05, R-06, R-07 y R-09 corresponden a valores de línea base, dado que se han presentado incrementos en las mediciones debido a la actividad nocturna de animales silvestres, animales domésticos, paso de vehículos, personas e insectos y no se ha identificado fuentes significativas de ruido en estas áreas.

3.1.11 Suelos

3.1.11.1 Antecedentes Metodológicos Generales

Al ser el presente documento un Estudio Complementario, para la determinación de los puntos de muestreo se analizó la información secundaria base con la que cuenta el bloque 54, como:

- > Estudio de Impacto Ambiental: EIA y PMA para la fase de desarrollo y producción del Bloque Eno-Ron, para la construcción de las plataformas Eno 2 y Ron 2 y perforación de cinco pozos de desarrollo en cada una, instalación y operación de facilidades, aprobado en 2013 mediante oficio Nro. MAE-SCA-2013-0991.
- > Alcance al Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del bloque Eno-Ron para la perforación de pozos reinyectores en Eno, instalación de líneas de flujo, operación de facilidades de producción e instalación de antenas, aprobado en 2015 mediante oficio Nro. MAE-SCA-2015-2283.
- > Estudio Complementario del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del campo Eno-Ron para la ampliación de la plataforma Eno 2, la perforación de 10 pozos de desarrollo, 2 pozos reinyectores, 2 pozos inyectoros y 1 pozo dual productor/reinyector o inyector, así como la ampliación de facilidades en la plataforma Eno 2, aprobado en 2022 mediante resolución Nro. MAATE-SCA-2022-0022-R.

En este contexto, tras el análisis de la información secundaria, se procedió a identificar los puntos de muestreo específicos para el estudio complementario. Estos puntos se seleccionaron en el área de implantación del proyecto. Es importante destacar que estos lugares no fueron contemplados en los estudios previos a 2012, 2015 y 2022 como parte de la línea base. El propósito de esta elección es ampliar y complementar la información existente sobre la zona en el marco de este estudio.

3.1.11.2 Puntos de Muestreo Estudio Previos

Tabla 3-18 Ubicación de los puntos de Muestreo de Suelos (EIA 2013)

Código de la Muestra	Lugar	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Tipo de Muestra
		Este (m)	Norte (m)	
SS-02	Pozo Eno	292820,36	9987578,42	Geotécnica, ambiental, agronómica
SS-03	Pozo Eno	292717,36	9987454,42	Geotécnica, ambiental, agronómica
SS-04	Pozo Eno	292769,36	9987444,42	Geotécnica, ambiental, agronómica

Fuente: Levantamiento de información en campo, ABRUS, 2012

Tabla 3-19 Ubicación de los Puntos de Muestreo de Suelos (Alcance 2015)

Calicata	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur			Tipo de Muestra
	Este (m)	Norte (m)	Fecha de Muestreo	
M-S1-B54	292311	9987666	10/10/2014	Ambiental

Elaborado: Levantamiento de información en campo, Entrix, octubre 2014

Tabla 3-20 Ubicación de los Puntos de Muestreo de Suelos (EIA 2022)



Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur			Tipo de Muestra
	Este (m)	Norte (m)	Fecha de Muestreo	
MS-ENO-1	292694	9987447	07/09/2019	Geotécnica, ambiental, agronómica


Fuente: Levantamiento de información en campo, Entrix, septiembre 2019

Página en blanco

3.1.11.3 Puntos de Muestreos Actuales


Tabla 3-21 Ubicación de los Puntos de Muestreo Compuesto




Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Código de la Submuestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)		
MS-01	Plataforma Eno Norte	MS-01 (01)	292995	9989708	Muestreo compuesto tomado en la plataforma Eno Norte, bosque secundario	
		MS-01 (02)	293027	9989736		
		MS-01 (03)	293001	9989761		
		MS-01 (04)	292968	9989734		
		MS-01 (05)	292942	9989715		
		MS-01 (06)	292914	9989747		
		MS-01 (07)	292951	9989770		
		MS-01 (08)	292986	9989790		
		MS-01 (09)	292963	9989821		
		MS-01 (10)	292927	9989799		
		MS-01 (11)	292900	9989772		
		MS-01 (12)	295858	9985943		
		MS-01 (13)	295902	9985945		
		MS-01 (14)	295826	9985946		
		MS-01 (15)	295826	9985983		
MS-02	Plataforma Eno Sur	MS-02 (01)	295858	9985943	Muestreo compuesto tomado en la plataforma Eno Sur, zona de pastizal con árboles dispersos	
		MS-02 (02)	295902	9985945		
		MS-02 (03)	295826	9985946		
		MS-02 (04)	295826	9985983		
		MS-02 (05)	295902	9985983		
		MS-02 (06)	295902	9986020		
		MS-02 (07)	295864	9986020		

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Código de la Submuestra	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)		
		MS-02 (08)	295826	9986020		
		MS-02 (09)	295827	9986057		
		MS-02 (10)	295865	9986057		
		MS-02 (11)	295903	9986057		
		MS-02 (12)	295903	9986094		
		MS-02 (13)	295865	9986094		
		MS-02 (14)	295827	9986094		
		MS-02 (15)	295864	9985983		

Fuente: Informes de Laboratorio Gruentec, noviembre 2023
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-22 Ubicación de los Puntos de Muestreo Simple

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)		
MS-03	Vía acceso Eno Norte y línea de flujo	292014	9989718	Muestreo simple tomado en la vía de acceso a la plataforma Eno Norte a 900 m aproximadamente de la plataforma, zona de pastizal.	

Código de la Muestra	Infraestructura Asociada	Coordenadas UTM WG84 Zona 18 Sur		Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
		Este (m)	Norte (m)		
					
MS-04	Vía acceso Eno Sur y línea de flujo	293017	9986357	Muestreo simple, tomado en la vía de acceso a la plataforma En- Sur, zona de pastizal y sembrío de maíz	 

Fuente: Informes de Laboratorio Gruentec, noviembre 2023
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Página en blanco

3.1.11.4 Características Físicas del Suelo

Para evaluar las características físico-mecánicas de los suelos, se analizaron las muestras recopiladas por la consultora ambiental Abrus en 2012, la cual llevó a cabo el estudio inicial que sirvió como base para el presente estudio complementario. En cuanto al alcance de la investigación realizada en 2015, cabe destacar que no incluyó muestras de suelo destinadas a la caracterización física. Esto se debió a que su análisis se fundamentó en los resultados obtenidos durante el estudio base llevado a cabo por Abrus, considerando la extensa cobertura de las muestras recolectadas en 2013 y las adicionales recopiladas por la consultora Entrix en 2019, detalladas a continuación:

Tabla 3-23 Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo (EIA 2013)

Parámetros	Unidad	Código de la Muestra		
		SS-02	SS-03	SS-04
Humedad	%	83,82	83,03	65,15
Límite Líquido (LL)	%	107,3	115,6	88,2
Límite Plástico (LP)	%	70,4	68,9	50,2
Índice de Plasticidad (IP)	%	36,9	46,8	38
Arena	%	11	7	14
Limo	%	81	53	58
Arcilla	%	8	40	28
Gravedad específica	%	2,591	2,661	2,635
Clasificación SUCS	%	MH	MH	MH

Fuente: Ecosoil, 2012
 Elaboración: Abrus, 2012

Tabla 3-24 Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo (EIA 2022)

Código	Plataforma	Profundidad (m)	Humedad (%)	Pasa # 4	Pasa # 200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	SUCS	Densidad (T/m3)
MS-ENO-1-G	Plataforma Eno 2	1,00	60,36	100,00	77,35	55,00	44,74	10,26	MH	1,46

LL = Límite líquido; LP = Límite plástico; IP = Índice de plasticidad; SUCS = Sistema unificado de clasificación de suelos; MH = Limo-arcilloso de alta plasticidad; CH = Arcilla franca de alta plasticidad.

Fuente: Laboratorio Geoconsult, septiembre 2019
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Es importante citar que, este tipo de análisis no es requerido por parte del marco legal vigente; sin embargo, se lo ha incluido como un insumo para la operadora, por lo que dichos resultados son referenciales y no serán utilizados para futuros monitoreos.

3.1.11.5 Características Químicas del Suelo

3.1.11.5.1 Levantamientos de Información de Estudios Previos

Los parámetros y límites máximos permisibles examinados en esta sección se ajustan a las disposiciones establecidas tanto en el Reglamento Ambiental para las Operaciones de Hidrocarburos y sus Actividades Conexas (RAOHE), que era la normativa vigente durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de 2013, como en la normativa actual, representada por el A. M. 097-A, aplicable en la elaboración del EIA de 2022.

Tabla 3-25 Características Químicas de los Suelos-Estudios Previos

Parámetro	Unidad	Tabla 6 Uso Industrial RAOHE DE 1215*	Tabla 1 Anexo 2 A. M. 97-A	EIA Base (2012)			Alcance al EIA (2015)	EIA (2022)
				SS-02	SS-03	SS-04	M-S1-B54	MS-ENO-1
Conductividad	uS/cm	NA	200	21,23	9,63	11,71	NM	NM
pH	U de pH	NA	6 a 8	6,12	5,56	5,37	NM	NM
TPH	mg/kg	< 4000	< 150	60	49	49	< 1000	< 50
HAP	mg/kg	< 5	0,1	< 0,027	< 0,027	< 0,027	< 0,580	NM
Bario	mg/kg	NA	200	< 8	< 8	< 8	NM	NM
Cadmio	mg/kg	< 10	0,5	1	1	1	< 0,500	0,5
Cobalto	mg/kg	NA	10	< 8	< 8	< 8	NM	NM
Níquel	mg/kg	< 100	19	11	13	10	13,1	15
Plomo	mg/kg	< 500	19	< 17	< 17	< 17	< 10	10
Vanadio	mg/kg	NA	76	< 8	< 8	< 8	NM	NM
Benzo (a) pireno	mg/kg	< 2	0,1	NM	NM	NM	NM	< 0,1
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg	< 2	0,1	NM	NM	NM	NM	< 0,1
Benzo (g, h, i) perileno	mg/kg	< 2	0,1	NM	NM	NM	NM	< 0,1
Benzo (k) fluoranteno	mg/kg	< 2	0,1	NM	NM	NM	NM	< 0,1
Fluoranteno	mg/kg	< 2	0,1	NM	NM	NM	NM	< 0,1
Indeno (1, 2, 3 c, d) pireno	mg/kg	< 2	0,1	NM	NM	NM	NM	< 0,1

NA = No aplica N/ A= No Aplica; NM = No medido.

Fuente: Abrus, 2012; Enrix, 2015, Enrix 2019
 Elaboración: Enrix, noviembre 2023

Los resultados de los muestreos de suelos realizados en estudios anteriores se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos en la Tabla 6, Anexo 2, RAOHE DE 1215, mientras que al compararlos con la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A se evidencia que las muestras del Estudio Base (2012) incumplen con los límites establecidos para los parámetros pH y cadmio; en este sentido, dichos valores se consideran como valores de fondo tomando en cuenta que corresponden a la línea base del estudio madre.

3.1.11.6 Metodología

El muestreo se llevó a cabo en noviembre de 2023. Las muestras ambientales tomadas fueron recolectadas manualmente del horizonte A, las cuales se embalaron en fundas plásticas que fueron mezcladas para tener una muestra homogénea, y se las transportó hasta el laboratorio Gruentec, acreditado ante el SAE (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorios) en una caja térmica a baja temperatura mediante una cadena de custodia (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1.- Físico; B.1.1. Cadena de Custodia).

Para la caracterización ambiental de suelo en el área de las plataformas Eno Norte y Eno Sur se recolectó muestras compuestas, conforme lo establece el Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, donde señala lo siguiente:

“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.

Para los proyectos, obras o actividades menores a 100 ha, se tomará una muestra compuesta bajo las condiciones detalladas en el párrafo que antecede.

Para ejecutar el muestreo, se trazará una cuadrícula sobre el área del proyecto y dentro de ella se tomarán las submuestras de forma aleatoria, hasta completar el número señalado.

En caso de existir diversidad de tipos de suelo, se tomará una muestra compuesta para cada uno de los tipos presentes en el área de acuerdo con las condiciones antes señaladas.

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.”

Bajo este contexto, para el caso de la línea de flujo y accesos a las plataformas, se tomó una muestra de suelo simple cada 5 km, cumpliendo con lo que establece la normativa ambiental.

La aplicación de este modelo exige que el área geográfica del proyecto se divida en localizaciones o unidades de muestreo; en este caso, se ha considerado como unidades de muestreo las plataformas Eno Norte, Eno Sur, línea de flujo y accesos a las plataformas.

En las figuras que se detallan más adelante, se ilustran las unidades de muestreo con la distribución espacial de las muestras compuestas y simples abarcando toda el área de muestreo y fisiografía identificada en esta. El número de muestras a definir en cada sitio se da básicamente en función de su extensión superficial; cada una de estas unidades de muestreo se asocia a un número, cuya selección está sometida a un listado de números aleatorios. De esta manera, la probabilidad de que cada unidad sea muestreada es igual e independiente a la que presenta el resto de las unidades de muestreo.

Es importante mencionar que dentro de la unidad de muestreo se contempla la caracterización de las distintas unidades fisiográficas con las que se interseca el área que se intervendrá, cumpliendo con lo establecido en el Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Esta información se muestra a continuación:

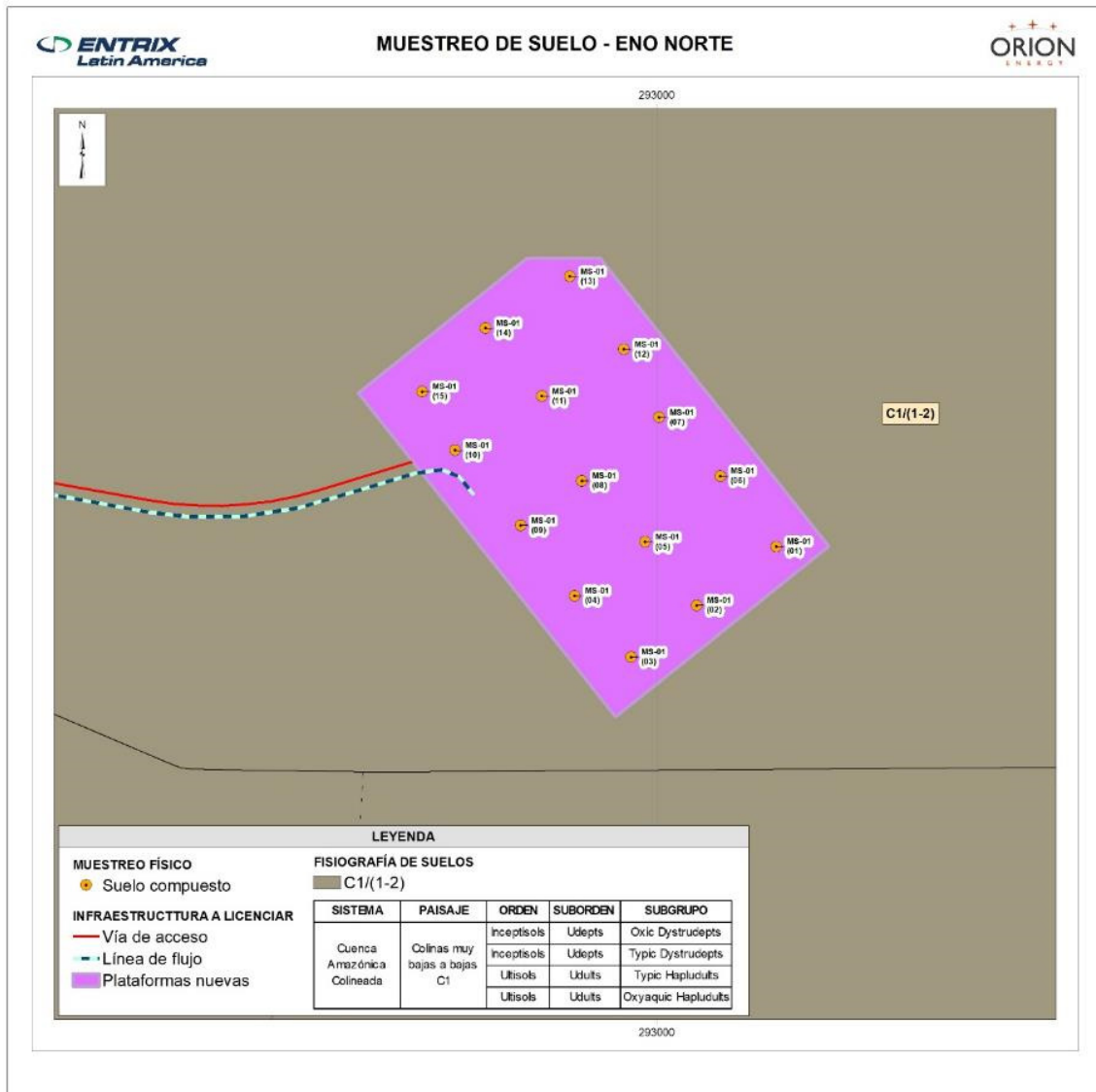


Figura 3-19 Unidades de Muestreo Plataforma Eno Norte

Fuente: Levantamiento en campo, noviembre 2023
 Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

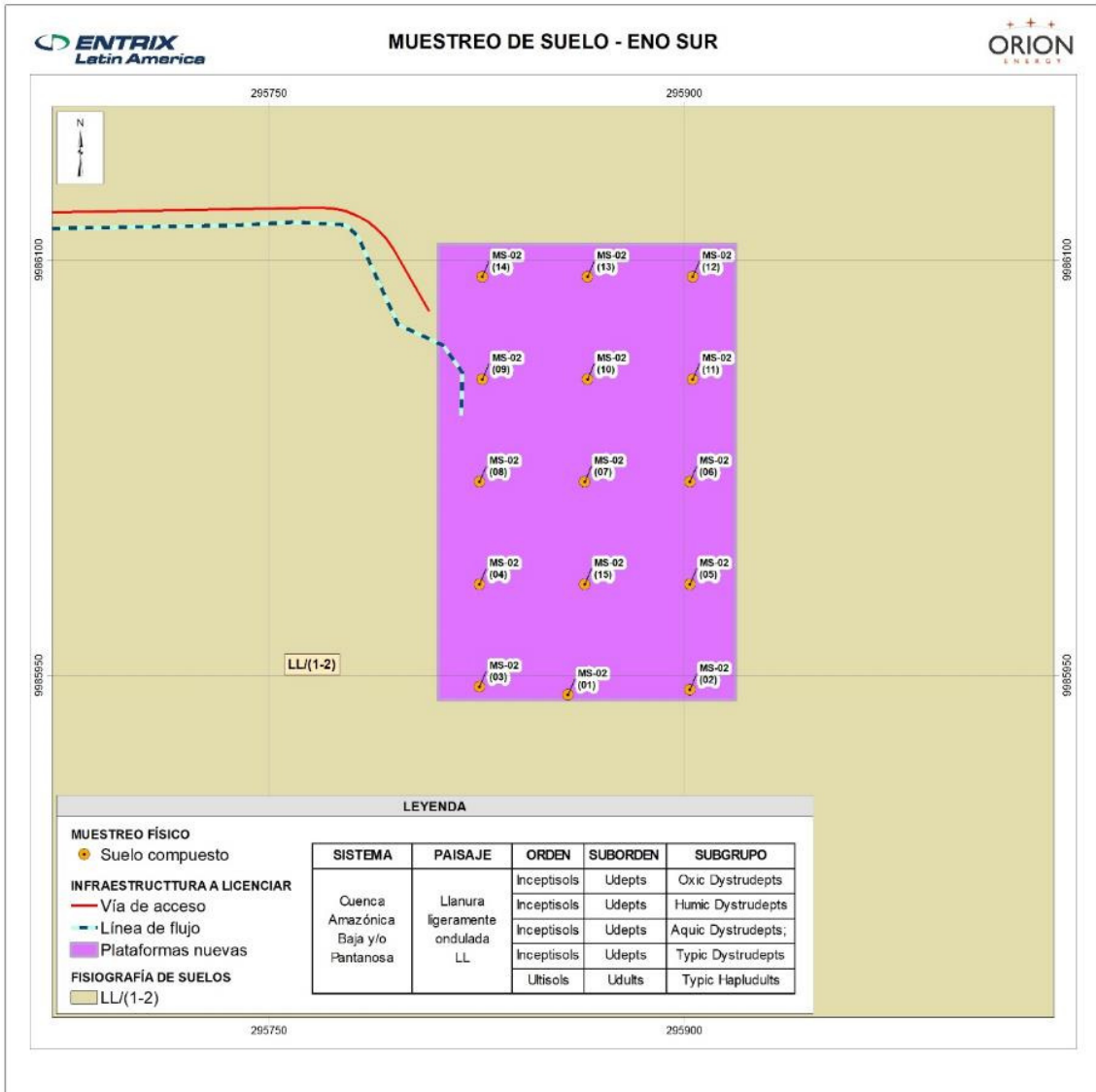


Figura 3-20 Unidades de Muestreo Plataforma Eno Sur

Fuente: Levantamiento en campo, noviembre 2023
 Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

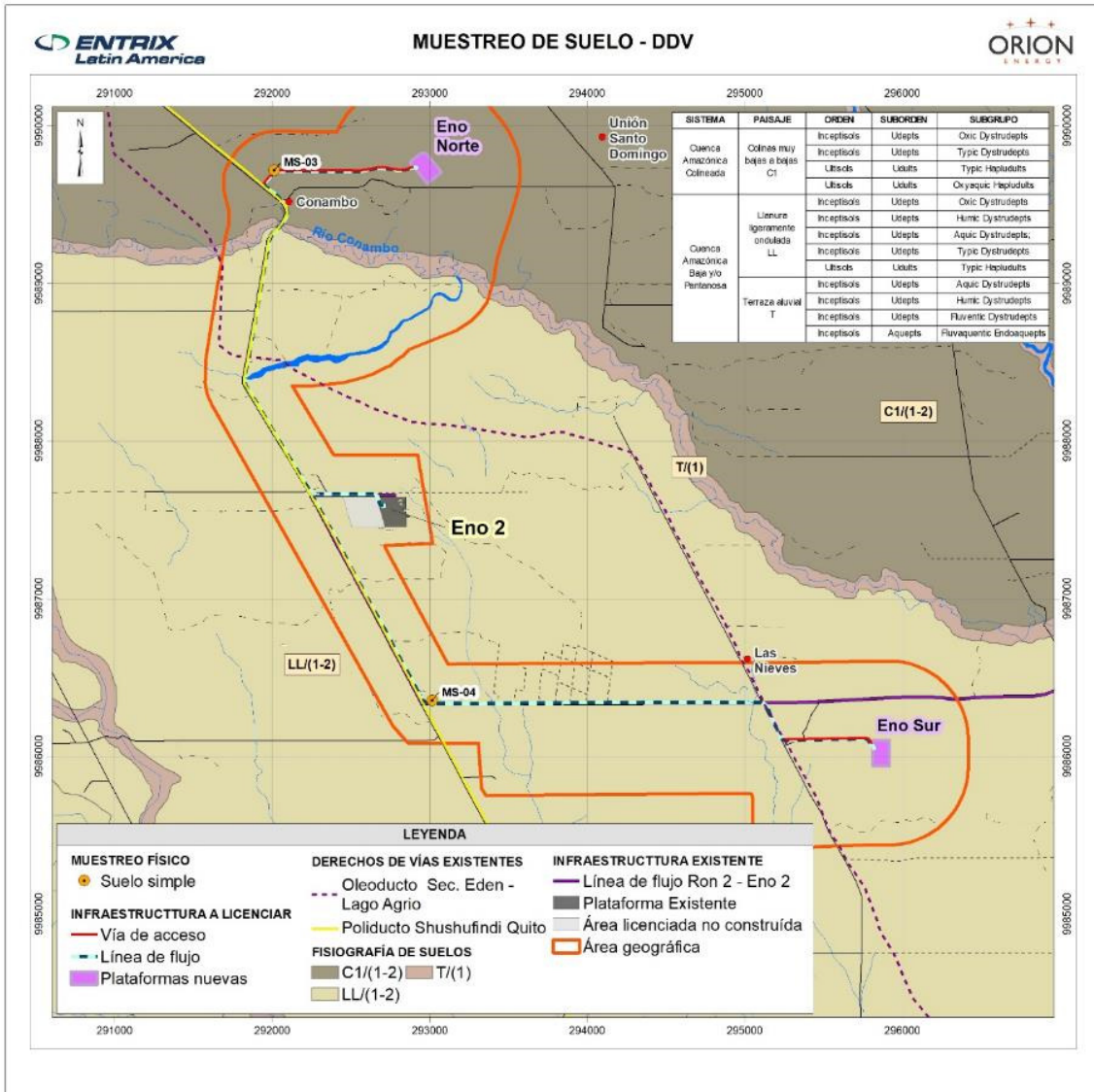


Figura 3-21 Unidades de Muestreo Línea de Flujo y Acceso a Plataformas

Fuente: Levantamiento en campo, noviembre 2023
 Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

A continuación, se presenta una tabla con 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 alcance del levantamiento de línea base de suelo se centró en el análisis e identificación de compuestos que forman parte de la composición de un hidrocarburo, como se muestra a continuación.

Tabla 3-26 Parámetros Analizados para Calidad de Suelo

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M. 097-A
		LMP
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
Indeno (1, 2, 3 c, d) pireno	mg/kg	0,1
Naftaleno	mg/kg	0,1

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

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015
Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.11.7 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras levantadas en campo. Se marca de color rojo los resultados que sobrepasan en criterio de calidad establecido en la normativa ambiental.

En cumplimiento con lo establecido en el A. M. 097-A "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".

- > Plataforma Eno Norte: 1 muestra compuesta de 15 submuestras
- > Plataforma Eno Sur: 1 muestra compuesta de 15 submuestras

Para el trazado de línea de flujo y accesos a la plataforma se tomó una muestra de suelo cada 5 km, conforme lo establecido en el enunciado 4.5.1.2 del A. M. 097-A.

Tabla 3-27 Resultados de Calidad de Suelo

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 1 Anexo 2 A. M., 097A	ID de las Muestras			
			MS-01	MS-02	MS-03	MS-04
			Fecha	09/11/2023	07/11/2023	09/11/2023
pH	Unid, pH	6-8	6,1	6,6	5,7	6,6
Conductividad	us/cm	200	19	29	17	55
Arsénico	mg/kg	12	0,7	0,8	0,7	1,5
*Azufre	mg/kg	250	< 500	< 500	< 500	< 500
Bario	mg/kg	200	218	155	135	263
Cadmio	mg/kg	0,5	0,2	0,3	0,1	0,2
Cobalto	mg/kg	10	11	9,8	7,5	12
Cobre	mg/kg	25	22	28	23	38
Cromo	mg/kg	54	12	12	5,9	15
Estaño	mg/kg	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Mercurio	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdeno	mg/kg	5	0,3	0,4	0,3	0,6
Níquel	mg/kg	19	6	11	5	9
Plomo	mg/kg	19	5,9	4,4	4,7	9,7
Selenio	mg/kg	1	< 1	< 1	< 1	< 1
Vanadio	mg/kg	76	48	57	34	66
Zinc	mg/kg	60	41	50	39	64
*Cromo Hexavalente	mg/kg	0,4	< 1	< 1	< 1	< 1
Acenafteno	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaftileno	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Antraceno	mg/kg	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
Benzo(a)pireno	mg/kg	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			
			MS-01	MS-02	MS-03	MS-04
		Fecha	09/11/2023	07/11/2023	09/11/2023	07/11/2023
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg	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
Benzo(k)fluoranteno	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Criseno	mg/kg	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
Fenantreno	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoranteno	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoreno	mg/kg	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
Naftaleno	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pireno	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Hidrocarburos Totales de petróleo (C8-C40)	mg/kg	150	< 50	< 50	< 50	< 50

*Valor con acreditación del laboratorio (Certificado No. SAE LEN 05-008), pero con un límite de cuantificación mayor al criterio de calidad de la norma, lo cual no permite verificar concordancia.

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Los informes de resultados constan en el Anexo B.- Documentos de Respaldo; B.1. Comp Físico; B.1.2. Resultados Laboratorio - B.1.2.1 Suelo. Todos los puntos de muestreo se presentan en el Anexo D.- Cartografía, 3.1-8 SUELO.

Los parámetros azufre y cromo hexavalente cuentan con acreditación del método (Certificado No. SAE LEN 05-008), pero con un límite de cuantificación mayor al criterio de calidad establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097 A, lo cual no permite verificar el cumplimiento. Al respecto, después de la fase de campo se ha remitido una carta al Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE) en la cual se solicita indique los laboratorios acreditados en dichos parámetros con un rango inferior al límite máximo permisible establecido la normativa ambiental (el Anexo B.- Documentos de Respaldo; B.1. Comp Físico; B.1.10 Acreditación Parámetros); sin embargo, no se ha recibido respuesta hasta la presente fecha.

3.1.11.7.1 Análisis de Resultados

Los resultados del 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. Las muestras analizadas indican que ciertos parámetros analizados se encuentran por encima de los criterios de calidad de suelo, como se puede observar en la Tabla 3-27. El análisis se presenta a continuación:

pH

La acidez del suelo, expresada a través del pH, emerge como una variable de suma importancia en el contexto agrícola. Esta importancia radica en su capacidad para influir en la concentración y fijación de nutrientes esenciales en el suelo, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, entre otros elementos cruciales para el desarrollo de cultivos.

Es fundamental destacar que la muestra MS-03 fue tomada en una zona utilizada para el cultivo de banano y maíz; al respecto, es importante destacar que uso del suelo en la zona de muestreo está catalogada como agrícola residencial, conforme lo establecido en la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (en adelante, PDOT) de la Parroquia Rural El Eno (2019). La disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de estos cultivos se ve condicionada por diversos factores del suelo, entre los cuales se incluyen la cantidad de elementos disponibles, la humedad, la aireación, el contenido de materia orgánica, el pH, el equilibrio de cationes y características físicas como la textura y estructura del suelo, siendo estas dos últimas particularmente relevantes (Vásquez, 2001).

Como se puede apreciar en la Figura 3-22 y la Tabla 3-27, se observa que la muestra MS-03 presenta valores inferiores al rango de calidad establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Esta disminución se atribuye a la ubicación en áreas de cultivo de banano y maíz, lo que subraya la importancia crítica del pH en la eficacia de estos cultivos. Específicamente, la concentración y fijación de nutrientes directamente vinculados al pH juegan un papel central, oscilando este último entre 4 y 6 unidades de pH en el contexto analizado.

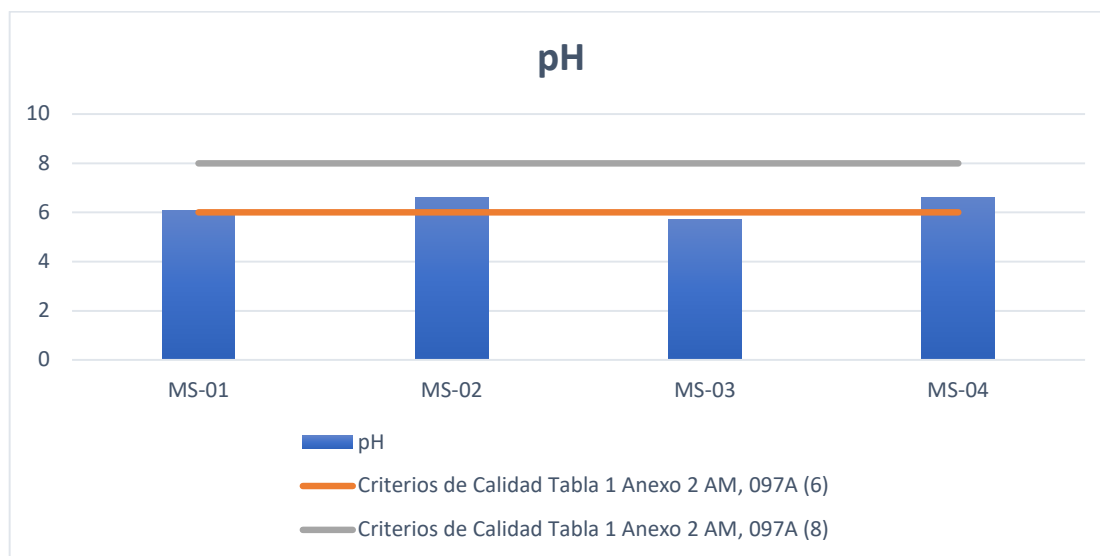


Figura 3-22 Análisis de Resultados de pH

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Bario

El bario es un metal presente en la naturaleza en diversas formas, conocidas como compuestos de bario. Estos compuestos, ya sean en polvo o en forma cristalina, son sólidos que no son fácilmente inflamables. Dos de las formas más comunes de bario, el sulfato de bario y el carbonato de bario, se encuentran con frecuencia en depósitos minerales subterráneos. En ocasiones, el bario se encuentra de manera natural en el agua potable y en alimentos.

El sulfato de bario, un mineral extraído, desempeña un papel crucial en diversas industrias. Es ampliamente utilizado por el sector de gas y petróleo para la producción de lodos de perforación, los cuales facilitan la perforación a través de rocas al mantener lubricada la barrena. Además, el sulfato de bario se emplea en la fabricación de pinturas, ladrillos, baldosas, vidrio, caucho y otros materiales.

Otros compuestos de bario, como el carbonato de bario, el cloruro de bario y el hidróxido de bario, encuentran aplicaciones en la fabricación de cerámicas, veneno para insectos y ratas, así como en sustancias añadidas a aceites y combustibles. La versatilidad de los compuestos de bario destaca su presencia en una variedad de procesos industriales y productos, demostrando su importancia en diversas ramas de la industria (ATSDR, Resumen de Salud Pública Bario, 2007).

En la Figura 3-23 y en la Tabla 3-27 las muestras MS-01 y MS-04 se encuentran por encima de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Los valores registrados se pueden asociar a las actividades antrópicas en cuanto a la utilización de fertilizantes y pesticidas.

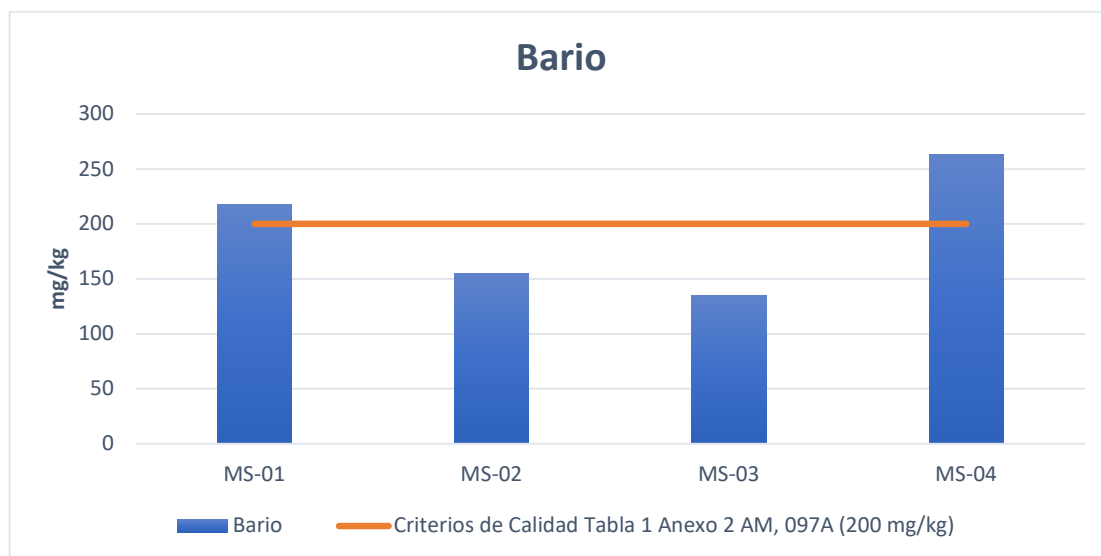


Figura 3-23 Análisis de Resultados de Bario

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Cobalto

El cobalto ha sido empleado para potenciar el crecimiento de ciertas plantas cuando se presenta en bajas concentraciones. Sin embargo, su presencia en altas concentraciones resulta tóxica tanto para humanos como para animales, así como para plantas tanto terrestres como acuáticas. Naturalmente, el cobalto se encuentra en mayor proporción en rocas, suelo, plantas, animales y el aire, constituyendo aproximadamente un 0,0025 % de la corteza terrestre.

Diversas fuentes naturales, como las erupciones volcánicas, el agua de mar y los incendios forestales, contribuyen a la presencia de cobalto en el medio ambiente. No obstante, la escorrentía agrícola se destaca como uno de los principales aportes antrópicos del cobalto al entorno, según lo indicado por el BC MELP en 2004.

En la Figura 3-24 y en la Tabla 3-27 las muestras MS-01 y MS-04 se encuentran por encima de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Los valores registrados se pueden asociar a las actividades antrópicas en cuanto a la utilización de fertilizantes con fosfato, los cuales cuentan con elementos como el cobalto, fijándose y asociándose con otros elementos presentes en el suelo, así como las características físicas (arcilloso), lo que permite una concentración mayor por su capacidad de reacción y movilidad.

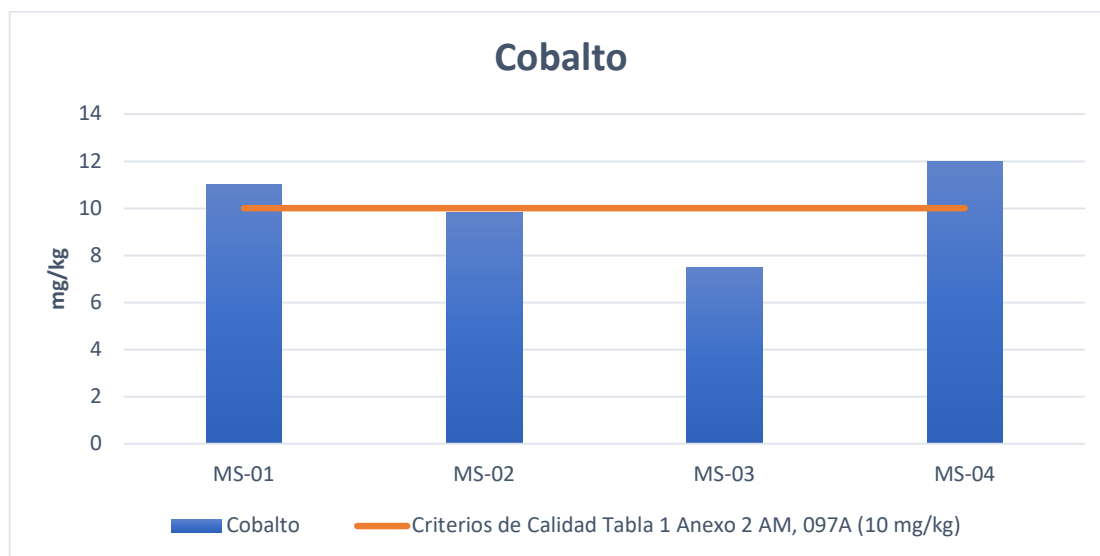


Figura 3-24 Análisis de Resultados de Cobalto

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Cobre

El cobre en el suelo se encuentra principalmente adsorbido a la materia orgánica, a los óxidos de hierro y manganeso, y también está fijado en la red cristalina, que constituye la base estructural directa de los silicatos del suelo. Adicionalmente, puede precipitarse en forma de hidróxido, carbonato o fosfato, según lo señalado por Rodríguez y colaboradores (2005).

La concentración de cobre en la solución del suelo está condicionada por factores como el contenido de materia orgánica, el pH y la disponibilidad de agentes complejantes. Se observa que el porcentaje de cobre intercambiable tiende a aumentar con la disminución del pH. Asimismo, la presencia de otros elementos en el suelo, tales como calcio, fósforo, aluminio, hierro, zinc y molibdeno, puede incidir en la disponibilidad del cobre para las plantas, según lo indicado por Rodríguez y sus colegas en su investigación de 2005.

En la Figura 3-25 y Tabla 3-27, la muestra MS-04 se encuentra por encima de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Los valores registrados se pueden asociar a condiciones naturales del suelo bajo exposición de compuestos químicos como pesticidas en el cultivo de maíz presente en la zona de muestreo; al respecto, es importante destacar que el uso del suelo en la zona de muestreo está catalogado como agrícola residencial conforme lo establecido en la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (en adelante, PDOT) de la Parroquia Rural El Eno (2019).

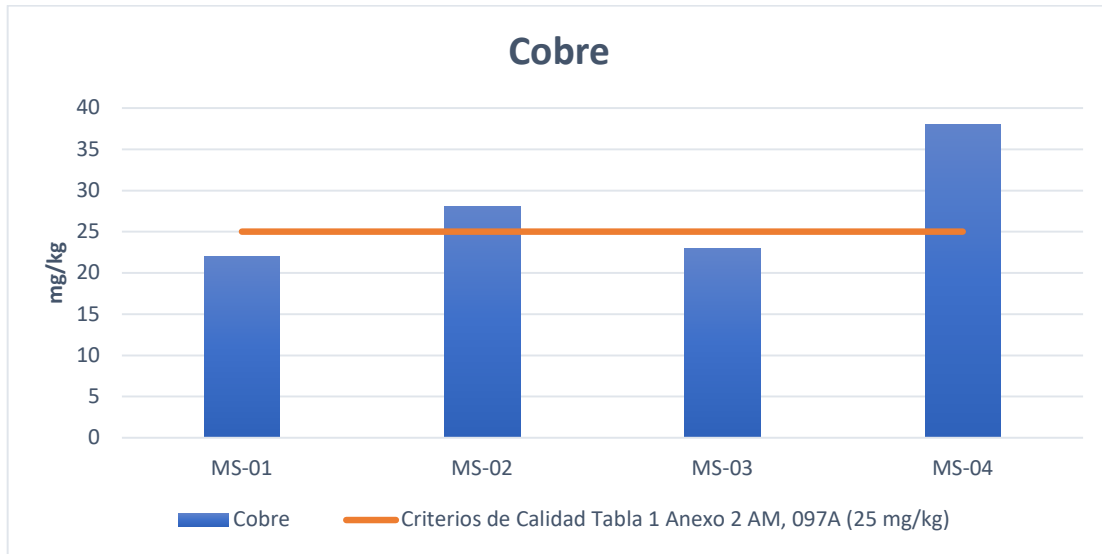


Figura 3-25 Análisis de Resultados de Cobre

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Zinc

La materia orgánica del suelo permite mejorar la disponibilidad del Zn al formar complejos orgánicos móviles. Por el contrario, su disponibilidad disminuye con altos niveles de fósforo y cobre. Otros factores que han contribuido a agravar el problema del Zn son el uso de fertilizantes cada vez más puros, la búsqueda de mayores niveles de rendimiento de los cultivos y el no incluir este micronutriente en los planes de fertilización (INTAGRI, 2015).

En la Figura 3-26 y Tabla 3-27, la muestra MS-04 se encuentra por encima de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097-A. Los valores registrados se pueden asociar a condiciones naturales del suelo, bajo exposición de compuestos químicos, como pesticidas en el cultivo de maíz presente en la zona de muestreo; al respecto, es importante destacar que uso del suelo en la zona de muestreo está catalogada como agrícola residencial conforme lo establecido en la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (en adelante, PDOT) de la Parroquia Rural El Eno (2019).

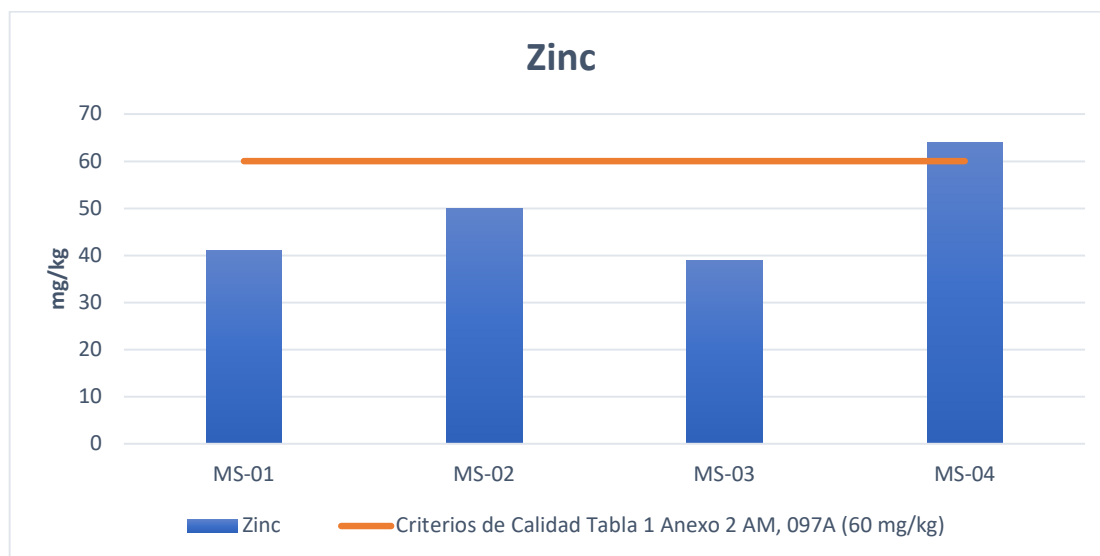


Figura 3-26 Análisis de Resultados de Zinc

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.11.7.2 Conclusiones

- > 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 cuenta con actividades agrícolas.
- > De acuerdo con los resultados analíticos, se observa que el valor de pH en la muestra MS-03 se sitúa 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 esta muestra se tomó de una zona dedicada al cultivo de banano y maíz. Además, es importante señalar que el uso del suelo en la zona de muestreo está clasificado como agrícola residencial de acuerdo con la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Parroquia Rural El Eno en 2019.
- > De acuerdo con los resultados del laboratorio de las muestras MS-1, MS-2 y MS-4, los compuestos metálicos de bario, cobalto, cobre y zinc exhiben niveles que superan los criterios de calidad establecidos en la normativa ambiental vigente, con mayor énfasis en la muestra MS-4 (tomada en zona de pastizal y sembrío de maíz). Estos valores elevados están vinculados principalmente a actividades humanas, especialmente la agricultura, donde estos compuestos se utilizan en aleaciones y actúan como catalizadores y aumentan su concentración en entornos con pH ácido y presencia de materia orgánica, especialmente en suelos con características físicas arcillosas.

La expansión de la producción agrícola, especialmente de cultivos como la papa china, cacao y caña de azúcar, ha vuelto frágil este ecosistema; además, la acumulación de metales pesados en el suelo, provenientes de fertilizantes y plaguicidas, junto con la aplicación de abono orgánico, ha causado aglomeración y aumento de la contaminación del suelo. Conforme investigaciones de la Universidad Estatal Amazónica, el análisis de suelos con actividad agrícola reflejó contaminación por presencia de zinc y cobre (Tomalá De La A, 2018).

La acumulación de metales pesados en suelos son producto del uso continuo de agroquímicos, en particular fertilización fosfatada, así como el uso de glifosato (herbicida ampliamente utilizado en la agricultura), la acumulación de metales pesados (cobalto) se relaciona de igual manera con una mayor concentración de arcillas (Mendoza Escalona, y otros, 2021).

El nitrato de bario es utilizado en la agricultura en forma de fertilizante con el fin de proporcionar nitrógeno y potasio a las plantas. El incremento en la producción agrícola ha generado consecuencias negativas en suelos, evidenciándose la acumulación significativa de nitratos (NO₃-), nitritos (NO₂-), pesticidas y otros agroquímicos. En cuanto a los nitratos, su presencia en el suelo se origina principalmente debido a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, tanto de origen natural como sintético (Sepúlveda, González, & Inostroza, 2011).

Es esencial resaltar que el uso del suelo en el área geográfica del proyecto está clasificado como agrícola residencial según lo estipulado en la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Parroquia Rural El Eno en 2019.

- > Las concentraciones de cromo hexavalente reportadas por el laboratorio Gruentec para todas las muestras indican un valor de < 1 mg/kg, así como la concentración de azufre que reporta un valor de < 500 mg/kg, representando estos valores los límites de cuantificación¹ del laboratorio. Es importante mencionar que el criterio de calidad de suelo establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del A. M. 097-A para el parámetro cromo hexavalente es de 0,4 mg/kg y para azufre corresponde a 250 mg/kg. Por la incertidumbre de la cuantificación de los datos, no se puede aseverar si este parámetro se encuentra o no dentro del criterio de calidad de suelo establecido en la norma. Adicionalmente, previo a la fase de campo se procedió a realizar la consulta de manera formal al Sistema de Acreditación Ecuatoriano (SAE) respecto a si a nivel nacional se cuenta con un laboratorio acreditado que posea un rango de detección para cromo hexavalente de < 0,4 mg/kg y azufre de < 250 mg/kg, cumpliendo con la normativa ambiental vigente (Anexo B.- B.1 Comp Físico, B.1.10 Acreditación Parámetros). Hasta la presente fecha no se ha recibido una respuesta al respecto.

3.1.11.8 Características Edafológicas del Suelo

El análisis de este componente hace referencia a la caracterización de las diferentes unidades fisiográficas y de suelo identificados en el bloque 54, 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 de los suelos y conflictos de uso.

El inventario-diagnóstico en el presente estudio de suelos con fines edafológicos está basado en la generación y preparación de información de carácter primario sobre la base de investigaciones de campo e información secundaria existente para el área (EIA previos y aprobados por la autoridad ambiental).

Durante la fase de gabinete se analizó y evaluó la información secundaria existente que sirvió para la elaboración del mapa preliminar, donde se localizó el sitio de muestreo para la posterior descripción de los perfiles de suelos en campo. El documento base para esta caracterización edafológica fue el "Levantamiento de Cartografía Temática Geopedología a escala 1: 25 000 de los Cantones Lago Agrio y La Joya de los Sacha", realizado por Sigtieras, en 2015. La etapa del trabajo de campo inició con un reconocimiento general del área de estudio. La investigación de los suelos con fines edafológicos consistió en describir perfiles en calcatas abiertas en sitios representativos de las unidades fisiográficas. El resumen de los resultados de laboratorio se indica en la siguiente tabla; la clasificación taxonómica se la realizó basado en el Soil Taxonomy, USDA, 2010.

¹ El límite de cuantificación corresponde al valor mínimo que pudo ser medido por el método de análisis aplicado, con una confianza aceptable del 95 %. El límite de cuantificación es registrado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) como el valor mínimo a reportar como laboratorio acreditado (Anexo B-Documentos de Respaldo, B.1 Comp Físico, B.1.10 Acreditación Parámetros).

Es importante citar que este tipo de análisis no es requerido por parte del marco legal vigente, pero se lo ha incluido como un insumo para la operadora; por lo tanto, no se presenta el certificado de acreditación del laboratorio utilizado, por lo que dichos resultados son referenciales y no serán utilizados para futuros monitoreos.

Tabla 3-28 Resultados Edafológicos de Suelos (EIA 2022)

Código	Horizonte	pH	MO	NH4	P	K	Textura
			(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	
MS-ENO-1	A	6,00	4,10A	27,30B	2,60B	0,07B	Franco-arcilloso
	B1	6,00	1,84b	14,00b	3,60B	0,05B	Franco-arcilloso arenoso
	B2	6,20	1,28B	6,40B	3,90B	0,04B	Franco-arcilloso-arenoso

Fuente: Laboratorio Agrobiolab, octubre 2019
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-29 Concentraciones Utilizadas para RAS y Resultados del Índice de RAS (índice de absorción de sodio)-EIA 2013

Código	Unidad	Calcio	Sodio	Magnesio	Índice RAS
SS-02	mg/kg	36	256	29	17,17
SS-03	mg/kg	37	243	27	16,53
SS-04	mg/kg	33	256	29	17,49

Fuente: Laboratorio Havoc. Elaboración: ABRUS, 2012
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.11.9 Fisiografía

Fisiográficamente, se ha identificado las siguientes unidades de suelos: de colinas muy bajas a bajas, de llanura ligeramente ondulada y de terrazas (Anexo D. Cartografía, 3.1-8 SUELO). A continuación, se describen sus características generales:

3.1.11.9.1 Suelos de Colinas Muy Bajas a Bajas (C1)

Suelos formados en un ambiente de disección y erosión, distribuidos en altitudes sobre el nivel del mar de hasta 310 m, en clima húmedo tropical y régimen de humedad del suelo isohipertérmico údico.

Los suelos se han formado de materiales parentales finos, en relieves colinados y socavados con pendientes menores al 15 %, formados de colinas de muy bajas a bajas, de cimas redondeadas, con un desnivel relativo dominante entre 5 y 10 m. Ocupan el sector noreste del área prospectada.

En la zona donde se ubica la plataforma Eno Norte los suelos que identifican a esta forma de paisaje corresponden a los órdenes Inceptisoles, subgrupos Typic Oxíc Dystrudepts (rojo), Typic Dystrudepts; y Ultisoles, subgrupos: Typic Hapludults y Oxyaquic Hapludults.

3.1.11.9.2 Suelos de Llanura Ligeramente Ondulada (LL)

Son suelos formados en un ambiente constructivo y deposicional, distribuidos en alturas inferiores a 310 msnm, en relieves planos a ligeramente ondulados, con pendientes inferiores al 5 %; ocupan un área ubicada al oeste del bloque 54.

Los suelos que identifican a esta forma de paisaje corresponden a los órdenes Inceptisoles, subgrupos Typic Oxíc Dystrudepts, Typic Dystrudepts, Humic Dystrudepts, Aquic Dystrudepts; y, Ultisoles, subgrupo: Typic Hapludults.

Un suelo Oxyaquic Hapludults se identificó en el sector de la plataforma Eno Sur, perfil MS-Eno-1, con las siguientes características:

- > Exhibe una secuencia de horizontes A/B/B/C; en superficie una capa delgada de *litter* (hojarasca) en diverso estado de descomposición. De colores café grisáceo a café amarillento hasta aproximadamente los 58 cm, café más abajo; presenta textura franco-arcillosa en la superficie y franco-arcillosa-arenosa en los horizontes inferiores; moderadamente profundo; friable y firme; estructura granular fina-media en el horizonte A, para luego pasar a una estructura de bloques medios; de poco plásticos a muy plásticos.
- > Estos suelos presentan reacción ligeramente ácida (pH 6,6-6,2) en todo el perfil; la materia orgánica es de alta a moderada en superficie disminuyendo en profundidad; el nitrógeno, el fósforo, el potasio la conductibilidad eléctrica es baja en todo el perfil; la saturación de aluminio presenta valores elevados, como el hierro; la saturación de bases es alta en todo el perfil. Por las características químicas anotadas, estos suelos presentan aceptable fertilidad natural.

3.1.11.9.3 Suelos de Terrazas (T)

Se distribuyen en áreas junto a los ríos Eno, Conambo y Jivino desarrollados en ambientes de relieve plano a ondulado suave, pendientes inferiores al 5 %, con suelos formados a partir de materiales aluviales recientes, de texturas variables.

Los suelos que identifican a esta forma de paisaje corresponden a los órdenes Inceptisoles, subgrupos Typic Dystrudepts, Humic Dystrudepts, Aquic Dystrudepts, Fluvaquentic Endoaquepts.

El subgrupo Fluvaquentic Endoaquepts se ubica en sectores ligeramente más bajos de las terrazas. Tiene las siguientes características:

- > Son suelos poco desarrollados, con una secuencia de horizontes A/AB/B/C, de color entre café grisáceo a café amarillento; textura franco-arcillosa a arcillosa; estructura granular fina en la superficie y en bloques angulares y subangulares en la parte inferior; ligeramente adherente y no plástica en mojado; moderadamente profundo. El nivel freático es muy somero.
- > Presenta reacción ligeramente neutra a ligeramente ácida (pH 7,74 a 5,36). En términos generales, son suelos de poca fertilidad disponible.

3.1.11.10 Cobertura Vegetal

Para identificar los tipos de cobertura se usa como base el Sistema de Clasificación de Cobertura de la Tierra definido por el IPCC y adaptado para Ecuador por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en su tiempo el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE). Este sistema está dividido por niveles, donde el primer nivel corresponde a las seis clases definidas por el IPCC, y el segundo nivel corresponde a 16 clases que fueron acordadas a través de varios talleres por las entidades encargadas de la generación de información de cobertura de la tierra, como MAATE, IEE y MAG.

3.1.11.10.1 Vegetación Natural Intervenida (Vni)

Este bosque natural presenta especies vegetales con individuos en su máxima madurez, alcanzando alturas y diámetros a la altura del pecho (DAP) representativos; la cobertura vegetal es semicerrada con claros esporádicos. El dosel es un estrato continuo con árboles que oscilan entre 18-25 m; entre las especies representativas están; *Pourouma bicolor* (uva de monte), *Allophylus floribundus*, *Ficus máxima* e *Iriartea deltoidea*. El subdosel, contiene especies que van desde los 10 a 18 m, siendo abundantes en el territorio: *Matisia obliquifolia*, *Urera caracasana*, *Guarea* cf. *macrophylla* y *Jacaratia spinosa*. A nivel de sotobosque, se evidenció algunas especies arbustivas y árboles de regeneración con alturas inferiores a los 10 m como *Virola duckei*, *Pterocarpus* cf. *rohrii* y *Neea* cf. *Divaricata*.

3.1.11.10.2 Bosque Secundario (B2)

Los bosques secundarios presentan una cobertura vegetal abierta, cuya mayor parte ha sido afectada de manera antrópica. Se encuentran principalmente en las zonas cercanas a las casas y fincas. Se considera bosque secundario a aquel que se localiza a los lados de las vías de acceso principal, plataformas y posibles vías nuevas. Se caracterizan principalmente por la ausencia de dosel continuo, siendo esos espacios abiertos generalmente ocupados por especies pioneras de familias características, como *Ochroma pyramidale* (balsa), *Inga* sp. (Fabaceae) y *Cecropia* sp. (Urticaceae).

3.1.11.10.3 Vegetación Arbustiva (Va)

Rastrojo de Bosque (Rb)

En este tipo de cobertura alternan parches de bosque original con pastos o agricultura. Este fenómeno es común en la Amazonía ecuatoriana, donde los agricultores beneficiarios de los programas de colonización fragmentan el bosque estableciendo cultivos, pastos y áreas de extracción maderera (Palacios, 2009).

3.1.11.10.4 Mosaico Agropecuario

Cultivos (C)

Son zonas abiertas, donde las comunidades han reemplazado el bosque natural por el cultivo de especies domésticas comerciales. En las zonas estudiadas se observan cultivos específicamente de *Theobroma cacao* (cacao), *Elaeis guineensis* (palma africana), *Inga edulis* (guaba), *Citrus medica* (limón) *Zea mays*, (maíz), *Coffea arabica* (café) y otras especies vegetales domésticas pertenecientes a los pobladores aledaños, para el autoconsumo o la venta.

Pastizales (P)

Los pastizales se distinguen del bosque como ecosistemas con una cobertura forestal de árboles inferior a un cierto umbral, que varía de una región a otra (Ojima, Denslow & Guzman, 2004). Los pastos corresponden a áreas cubiertas por especies herbáceas, introducidas por el ser humano para el desarrollo de actividades agropecuarias; están conformados por *Echinochloa polytachya* (pasto alemán), el pasto *Paspalum* sp. (Poaceae) y *Cyperus luzulae* (Cyperaceae). Estas especies crecen en sitios que han sido talados para la crianza de animales y siembra de cultivos.

Tabla 3-30 Estratos de Bosque Presentes en el Área Geográfica del Proyecto

No.	Estrato	Área (ha)	Porcentaje
1	Bosque	10,65	1,32 %
2	Vegetación herbácea/arbustiva	96,89	12,05 %
3	Cultivo	212,20	26,39 %
4	Mosaico agropecuario	130,50	16,23 %
5	Pastizal	311,39	38,72 %
6	Erial	42,57	5,29 %
	Total, área geográfica	804,18	100,00 %

Nota: La interpretación de la cobertura se la realizó a partir de la imagen satelital con las siguientes características: Imagen SPOT 7, de resolución espacial 1,5 m/píxel de septiembre de 2022.

Fuente: Interpretación SIG, Entrix, diciembre 2023
Elaborado por: Entrix, diciembre 2023

3.1.11.11 Capacidad de Uso

La cartografía temática sobre las aptitudes agrícolas o capacidad de uso de la tierra es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta la tierra para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos.

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), fertilidad (s4), 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 geográfica se ha identificado los siguientes grupos, clases y subclases de capacidad (Anexo D.- Cartografía; Mapa 3.1-12 CONFLICTO).

3.1.11.1.1 Tierras Generalmente Aptas para Cultivos Permanentes, Pastos y Aprovechamiento Forestal

Dentro de este grupo de capacidad se incluye a las clases IV, V y VI, que por lo general no son adecuadas para cultivos intensivos, aunque lo serían con limitaciones para cultivos de carácter permanente, pastos y uso forestal. A continuación, se las describe con la identificación de sus respectivas subclases.

Clase IV

Corresponden a tierras ubicadas en relieves planos, ligeramente cóncavos, de media a alta permeabilidad y drenaje moderado a imperfecto; texturas finas a medianas que les hace adecuados para vegetación permanente; por consiguiente, las mayores limitaciones radican en el drenaje y la textura. En esta clase se localizan las plataformas Eno Norte y Eno Sur.

Ocupa áreas en terrazas y llanuras, así como también algunos sectores de las colinas muy bajas ubicadas en varias zonas al norte del área de influencia. Las subclases identificadas corresponden a IVs4h1c1, IVs4h2c1 y IVs4e1c1, por limitaciones de suelos, erosión y drenaje.

Clase V

Esta clase de capacidad incluye tierras que presentan limitaciones severas que las hace generalmente inapropiadas para llevar a cabo en forma normal cultivos de carácter intensivo, aunque lo serían con limitaciones para cultivos de carácter permanente, pastoreo o actividad forestal.

Ocupan los paisajes de colinas muy bajas, en relieves fuertemente ondulados a colinados con pendientes de hasta el 15 %.

La capacidad productiva de esta clase de tierras puede ser mantenida y mejorada mediante la fijación de cultivos de carácter exclusivamente permanente o el establecimiento de sistemas agroforestales; caso contrario, deberá mantenerse la vegetación natural del bosque existente.

Las subclases identificadas corresponden a Ve1s2s4c1h2 y Ve1s2s4c1h2, por limitaciones de suelos, erosión y drenaje.

3.1.11.12 Conflicto de Uso

3.1.11.12.1 Metodología

Cuando el equilibrio natural no se ve perturbado, los procesos naturales se desarrollan a un ritmo normal; sin embargo, al ser alterado, el equilibrio se rompe 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, por medio de la matriz de interpretación permitió delimitar áreas de tierras que están en Uso Correcto, en Uso Factible o en Uso Incorrecto (Anexo D.- Cartografía, Mapa 3.1-12 CONFLICTO).

Tabla 3-31 Matriz de Interpretación del Conflicto de Uso del Suelo

Cobertura Vegetal Capacidad de Uso	Bosque	Vegetación Arbustiva (Va)	Cultivo (C)	Mosaico Agropecuario (Ma)	Pastizal (P)	Erial (E)	Cuerpo de Agua	Misceláneo
IV	Correcto	Correcto	Correcto-factible	Correcto-factible	Correcto-factible	No aplica	No aplica	No aplica
V	Correcto	Correcto	Factible-correcto	Factible-correcto	Factible-correcto	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
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

En el área geográfica se ha identificado las siguientes categorías:

3.1.11.12.2 Uso Correcto (C)

Se determina cuando el uso actual coincide con la aptitud de la tierra propuesta, por lo tanto, no se observan procesos que tiendan a degradar a los suelos; sin embargo, cuando estas tierras estén bajo actividades agropecuarias requerirán prácticas de manejo.

Esta categoría está asociada a la categoría de Uso Factible (F), normalmente, en los paisajes de zonas de llanura y colinas, de pendientes moderadas, donde la capacidad del uso del suelo lo hace apropiado para mantener la vegetación natural.

3.1.11.12.3 Uso Factible (F)

Corresponde a áreas en las cuales sus tierras están siendo utilizadas con menor intensidad que su aptitud, por lo tanto, 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 de usos.

3.1.12 Calidad de Aire

La línea base, desde el punto de vista de calidad de aire, denota el estado de un sistema alterado 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.

Al ser este documento un Estudio Complementario, para la determinación de los puntos de medición de calidad de aire se analizó la información secundaria base con la que cuenta el bloque 54, como:

- > Estudio Complementario del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del campo Eno-Ron para la ampliación de la plataforma Eno 2, la perforación de 10 pozos de desarrollo, 2 pozos reinyectores, 2 pozos inyectores y 1 pozo dual productor/reinyector o inyector, así como la ampliación de facilidades en la plataforma Eno 2, aprobado en 2022 mediante resolución Nro. MAATE-SCA-2022-0022-R.
- > Informes de Monitoreo de Calidad de Aire, Fase de Operación, Producción, Plataformas: Eno 2021 y 2022.

En este contexto, tras el análisis de la información secundaria, se procedió a identificar los puntos de medición de calidad de aire específicos para este estudio complementario. Estos puntos se seleccionaron en el área de implantación del proyecto. Es importante destacar que estos lugares no fueron contemplados en los estudios previos de 2013, 2015 y 2022 como parte de la línea base y los monitoreos internos de calidad de aire de 2021 y 2022. El propósito de esta elección es ampliar y complementar la información existente sobre la zona en el marco de este estudio.

Los monitoreos de calidad de aire fueron realizados por el laboratorio Gruentec Cía. Ltda., acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorios).

3.1.12.1 Metodología

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" 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 para Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente MM-AIR-02, acorde al manual EPA: *Quality Assurance, Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume I* 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 PM_{2,5}), SO₂, CO, NO₂, O₃, mientras que el tiempo de medición de partículas sedimentables corresponde a 30 días, cuyo detalle se presenta a continuación:

Tabla 3-32 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 (SO2): medición durante 24 horas.	125 µg/m ³
Dióxido de azufre (SO2): 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
Monóxido de carbono (CO): máxima concentración de la medición durante una hora.	30 000 µg/m ³
Ozono (O3): máxima concentración de la medición continua en un periodo de ocho horas.	100 µg/m ³
Dióxido de nitrógeno (NO2): máxima concentración en una hora de medición continua.	200 µg/m ³
Partículas sedimentables: La máxima concentración de una muestra colectada durante 30 días de forma continua será de un miligramo por centímetro cuadrado (1 mg/cm ² x 30 días)	1,0 mg/cm ² x 30 días

Fuente: Anexo 4, Acuerdo Ministerial 097-A
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.12.1.1 Equipos Utilizados

La descripción de los equipos utilizados, el método de análisis y el límite de cuantificación se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3-33 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

Equipo	Parámetro	Técnica de Análisis	Método	Límite de Cuantificación
ANMP-002	Material particulado 2.5	Atenuación de radiación beta	US EPA EQPM-0912-204	5 µg/m ³
	Material particulado 10	Atenuación de radiación beta	US EPA EQPM-0912-205	5 µg/m ³

Fuente: Gruentec, Informe de Resultados, noviembre 2023
 Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

3.1.12.1.2 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:

$$Cc = Co * \frac{760 \text{ mmHg}}{Pbl \text{ mmHg}} * \frac{(273 + t \text{ } ^\circ\text{C}) K}{298 K}$$

Donde:

- Cc = Concentración corregida
- Co = Concentración observada
- Pbl = Presión atmosférica local
- t °C = Temperatura local expresada en grados Celsius
- K = Temperatura en grados Kelvin

3.1.12.2 Ubicación de Puntos de Muestreo

3.1.12.2.1 Puntos de Medición de Calidad de Aire Estudios Previos

Tabla 3-34 Puntos de Medición de Calidad de Aire (EC Eno 2)

Código	Lugar	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha	
		Este (m)	Norte (m)	Inicio	Fin
CA-ENO-campamento	Campamento Eno	292737	9987478	30/11/2018	01/12/2018
CA-Eno-planta de procesos	Plataforma Eno	292843	9987570	22/11/2018	23/11/2018

Fuente: Informe de Monitoreo de Calidad del Aire, Gruentec 2018 en el Estudio Complementario del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del campo Eno-Ron para la ampliación de la plataforma Eno 2, la perforación de 10 pozos de desarrollo, 2 pozos reinyectores, 2 pozos inyectoros y 1 pozo dual productor/reinyector o inyector, así como la ampliación de facilidades en la plataforma Eno 2, Entrix 2022
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-35 Puntos de Medición de Calidad de Aire (Monitoreos 2021-2022)

Código	Lugar	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha	
		Este (m)	Norte (m)	Inicio	Fin
P1	Área de oficina de campamento	292730	9987487	16/6/2022	16/7/2022

Código	Lugar	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Fecha	
		Este (m)	Norte (m)	Inicio	Fin
P2	Área de planta de producción	292795	9987606	15/6/2022	15/7/2022
P1	Área de oficina de campamento	292730	9987487	16/5/2021	15/6/2021
P2	Área de planta de producción	292795	9987606	17/5/2021	16/6/2021

Fuente: Informe de Monitoreo de Calidad del Aire, Chávez Solutions 2021 - 2022
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-36 Resultados de Medición de Calidad de Aire (EIA 2022)

Parámetro Medido	Tiempo de Medición	Valor Límite Permisible Anexo 4 TULSMA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CA_Eno Campamento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CA_Eno Planta de Procesos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gases				
Monóxido de carbono (CO)	Promedio en 8 horas	10 000	6673	< 114
Monóxido de carbono (CO)	Máxima en 1 hora	30 000	13 522	< 114
Óxidos de nitrógeno (NO)	Máxima en 1 hora	N/A	< 94	< 94
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Máxima en 1 hora	200	< 94	< 94
Dióxido de azufre (SO ₂)	Promedio 24 horas	125	< 125	< 125
Dióxido de azufre (SO ₂)	Promedio 10 minutos	500	< 125	< 125
Ozono (O ₃)	Promedio en 8 horas	100	< 98	< 98
Partículas Contaminantes del Aire Ambiente				
Partículas menores a 10 micras-PM10	Promedio 24 horas	100	12	20
Partículas menores a 2,5 micras-PM2.5	Promedio 24 horas	50	8	8

Fuente: Informe de Monitoreo de Calidad del Aire, Gruentec 2018
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-37 Resultados de Medición de Calidad de Aire (Monitoreos 2021-2022)

Parámetro Medido	Tiempo de Medición	Valor Límite Permisible Anexo 4 TULSMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2021		2022	
			P1	P2	P1	P2
Gases						
Monóxido de carbono (CO)	Promedio en 8 horas	10 000	2625	2846	3376	3838
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Máxima en 1 hora	200	10	13	14	22
Dióxido de azufre (SO ₂)	Promedio 24 horas	125	36	37	41	47
Ozono (O ₃)	Promedio en 8 horas	100	46	40	36	43
Partículas contaminantes del aire ambiente						
Partículas menores a 10 micras-PM10	Promedio 24 horas	100	42	43	38	48
Partículas menores a 2,5 micras-PM2.5	Promedio 24 horas	50	14	14	15	14
Partículas sedimentables	30 días	1	0,27	0,23	0,22	0,24

Fuente: Informe de Monitoreo de Calidad del Aire, Chávez Solutions 2021-2022
Elaboración: Entrix, noviembre 2023

En estudios previos, todos los parámetros evaluados dentro del grupo de gases se encuentran por debajo del límite máximo permisible; en el material particulado, si bien se presentan valores cuantificables, estos son bajos y se encuentran muy por debajo del límite permisible de la norma, tanto para 2,5 como para 10 micras.



3.1.12.2.2 Puntos de Medición de Calidad de Aire Actual

Para el presente análisis se realizaron dos puntos de monitoreo 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. Comp Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorios). La cantidad y ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aire se establecieron en función de la ubicación de la infraestructura en proceso de licenciamiento, la dirección del viento e infraestructura existente y receptores sensibles cercanos, razón por la que los sitios de muestreo seleccionados sirven para determinar la línea base con respecto a calidad del aire (Anexo D.- Cartografía, 3.1-3 AIRE).

El monitoreo fue realizado entre noviembre-diciembre de 2023 para los parámetros: material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$), SO_2 , CO , NO_x , O_3 y partículas sedimentables (TSP), de acuerdo con los procedimientos y metodología que se señala en el A. M. 097-A.



Página en blanco

Tabla 3-38 Ubicación de Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire

Código de la Muestra	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur		Inicio de Medición		Fin de Medición		Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)	Fecha	Hora	Fecha	Hora			
CA-01	292135	9989577	20/11/2023	8:00	21/11/2023	14:00	Plataforma Eno Norte	<p>Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda de la señora Mariana Vaca, comunidad Conambo.</p> <p>El punto de monitoreo está cercano al sitio donde se construirá la plataforma Eno Norte</p>	
CA-02	295249	9986353	19/11/2023	8:00	20/11/2023	8:00	Plataforma Eno - Sur	<p>Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda del señor Ángel Bone, comunidad Las Nieves.</p> <p>El punto de monitoreo está cercano al sitio donde se construirá la plataforma Eno Sur.</p>	

Fuente: Gruentec, diciembre 2023
 Elaboración por: Entrix, diciembre 2023

Tabla 3-39 Ubicación de Puntos de Partículas Sedimentables

Código de la Muestra	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur		Inicio de Medición		Fin de Medición		Infraestructura Asociada	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
	Este (m)	Norte (m)	Fecha	Hora	Fecha	Hora			
CA-1	292155	9989587	21/11/2023	15:00	21/12/2023	10:20	Plataforma Eno Norte	<p>Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda de la señora Mariana Vaca, comunidad Conambo.</p> <p>El punto de monitoreo se encuentra en el área de influencia directa de la zona donde se construirá la plataforma Eno Norte de la empresa Orión Energy</p>	
CA-2	295232	9986361	21/11/2023	12:00	21/12/2023	9:30	Plataforma Eno Sur	<p>Punto de monitoreo localizado en la parte externa de la vivienda del señor Ángel Bone, comunidad Las Nieves.</p> <p>El punto de monitoreo se encuentra en el área de influencia directa de la zona donde se construirá la plataforma Eno Sur, de la empresa Orión Energy.</p>	

Fuente: Gruentec, diciembre 2023
 Elaboración por: Entrix, diciembre 2023

3.1.12.3 Análisis de Resultados

En la Tabla 3-40 se muestra el resumen de los valores obtenidos en los puntos de monitoreo considerados para el presente proyecto.

Tabla 3-40 Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire

Parámetros	Unidades	Concentraciones Máximas Permitidas A. M. 097-A	CA-1	CA-2
			20/11/2023	19/11/2023
		21/11/2023	20/11/2023	
		Este (m)	292135	295249
Norte (m)	9989577	9986353		
CO	(ug/m ³)	10 000 (8 horas)	1170	1019
NO2	(ug/m ³)	200 (1 hora)	< 94	< 94
SO2	(ug/m ³)	125 (24 horas)	< 125	< 125
O3	(ug/m ³)	100 (8 horas)	< 98	< 98
PM10	(ug/m ³)	100 (24 horas)	30	23
PM 2,5	(ug/m ³)	50 (24 horas)	17	10

Fuente: Gruentec, noviembre 2023
 Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-41 Resultados Partículas Sedimentables

Parámetros	Unidades	Concentraciones Máximas Permitidas A. M. 097-A	CA-1	CA-2
			21/11/2023	21/11/2023
		21/12/2023	21/12/2023	
		Este (m)	292155	295232
Norte (m)	9989587	9986361		
Partículas sedimentables	mg/cm 2 x 30 días	1 (30 días)	<0.1	<0.1

Fuente: Gruentec, noviembre 2023
 Elaboración por: Entrix, noviembre 2023

Los informes de resultados constan en el Anexo B.- Documentos de Respaldo; B.1. Comp Físico; B.1.2. Resultados Laboratorio, B.1.2.4 Calidad de Aire. Los puntos de monitoreo se presentan en el Anexo D.- Cartografía, 3.1-3 AIRE.

Los resultados del trabajo de campo fueron comparados con las concentraciones máximas establecidas en el Anexo 4 del Acuerdo Ministerial 097-A, conforme lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 100-A. Los puntos monitoreados indican el cumplimiento de todos los parámetros analizados, como se puede observar en la Tabla 3-40 y Tabla 3-41.

3.1.12.4 Conclusión

Durante el monitoreo realizado para el presente estudio, todos los parámetros analizados, como monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO2), óxidos de azufre (SO2), ozono (O3), material particulado (PM10 y PM2,5) y partículas sedimentables se encuentran por debajo de los criterios de calidad establecidos en el A. M. 097-A.

3.1.13 Hidrología y Calidad de Agua

3.1.13.1 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 las actividades de implementación y el posterior monitoreo durante la ejecución del proyecto.

3.1.13.1.1 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 Pfafstetter²; 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 SENAGUA³, 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 fue desarrollado 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

² 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 fue desarrollado 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.

³ 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 3-42 Unidades Hidrográficas del Proyecto

Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Código	Nivel	Nombre del Drenaje
Unidad hidrográfica 49787892	49787892	8	Río Contrasa
Unidad hidrográfica 49787899	49787899	8	Río S/N
Unidad hidrográfica 49786528	49786528	8	Río Conambo

Fuente: Pfasftetter Metodología, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

A pesar de que la autoridad competente ha establecido el uso del método Pfasftetter, que no realiza una clasificación en unidad, subunidad y microunidad hidrográfica, a continuación, se presenta una clasificación de los niveles superiores en los que se encuentran las unidades del proyecto.

Tabla 3-43 Características de las Unidades Hidrográficas del Área Geográfica

Nombre del Drenaje	Pfasftetter			Características Principales					
	Unidad Hidrográfica Pfasftetter	Codificación	Nivel	Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud del Cauce Principal (km)	Longitud Media del Cauce Principal (km)	Longitud de los Cauces Secundarios (km)	Dirección del Drenaje
Río Contrasa	Unidad hidrográfica 49787892	49787892	8	29,53	32,18	13,48	11,89	7,95	NO-SE
Río S/N	Unidad hidrográfica 49787899	49787899	8	4,62	12,56	3,11	2,83	1,78	NO-SE
Río Conambo	Unidad hidrográfica 49786528	49786528	8	35,41	50,16	24,25	19,52	16	O-E

Fuente: Metodología Pfasftetter, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Con estas características se puede determinar la configuración de las unidades hidrográficas dentro del área geográfica por medio de 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:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde⁴:

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 o 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 3-44 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, agosto 2022

Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

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:

$$K_c = \frac{0,28 P}{A^{0,5}}$$

Donde⁵:

A: área de la unidad hidrográfica, km²

P: perímetro de la unidad hidrográfica, km

Cuando el valor de kc 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

⁴ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfafstetter, SENAGUA 2009

⁵ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfafstetter, SENAGUA 2009

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:

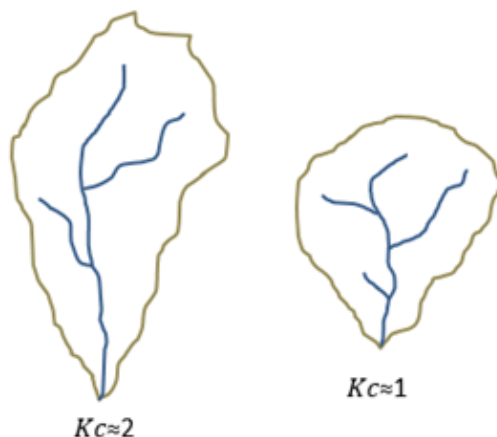


Figura 3-27 Comparación de la Forma de Unidades Hidrográficas según K_c

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Densidad de Drenaje (Dd)

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:

$$D_d = \frac{L_T}{A}$$

Donde⁶:

A: área de la unidad hidrográfica, km^2

LT: longitud total de los cauces, km

Tabla 3-45 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
3,7 a 5,6	Alta

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, agosto 2022
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

⁶ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador; Metodología Pfafstetter, SENAGUA 2009

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 3-46 Coeficientes a partir de los Parámetros Fisiográficos de las Unidades Hidrográficas Analizadas

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Código	Nivel	Coficiente de Forma (kf)	Coficiente de Compacidad (kc)	Densidad de Drenaje (Dd) (km/km ²)	Sinuosidad (Si)
Unidad hidrográfica 49787892	Río Contrasa	49787892	8	0,16	1,66	0,27	1,13
Unidad hidrográfica 49787899	Río S/N	49787899	8	0,48	1,64	0,39	1,10
Unidad hidrográfica 49786528	Río Conambo	49786528	8	0,06	2,36	0,45	1,24

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Coficiente de Forma (kf)

Tabla 3-47 Análisis de Resultados del Coficiente de Forma (kt)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coficiente de Forma (kf)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 49787892	Río Contrasa	8	0,16	Muy alargada
Unidad hidrográfica 49787899	Río S/N	8	0,48	Ligeramente ensanchada
Unidad hidrográfica 49786528	Río Conambo	8	0,06	Muy alargada

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Coficiente de Compacidad (kc)

Tabla 3-48 Análisis de Resultados del Coficiente de Compacidad (kc)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coficiente de Compacidad (kc)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 49787892	Río Contrasa	8	1,66	Circular-alargada
Unidad hidrográfica 49787899	Río S/N	8	1,64	Circular-alargada

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Coefficiente de Compacidad (kc)	Forma de la Unidad Hidrográfica
Unidad hidrográfica 49786528	Río Conambo	8	2,36	Muy alargada

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Densidad de Drenaje (Dd)

Tabla 3-49 Análisis de Resultados de la Densidad de Drenaje (Dd)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Densidad de Drenaje (Dd) (km/km ²)	Rangos Aproximados
Unidad hidrográfica 49787892	Río Contrasa	8	0,27	Baja
Unidad hidrográfica 49787899	Río S/N	8	0,39	Baja
Unidad hidrográfica 49786528	Río Conambo	8	0,45	Baja

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Sinuosidad (Si)

Tabla 3-50 Análisis de Resultados de Sinuosidad (Si)

Unidad Hidrográfica Pfafstetter	Nombre del Drenaje	Nivel	Sinuosidad (Si)	Tipo de Cauce
Unidad hidrográfica 49787892	Río Contrasa	8	1,13	Lineal
Unidad hidrográfica 49787899	Río S/N	8	1,10	Lineal
Unidad hidrográfica 49786528	Río Conambo	8	1,24	Lineal

Fuente: Metodología Pfafstetter, Entrix, agosto 2022
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.13.1.2 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 (m³/s)

A: área de la sección transversal (m²)

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 EIA (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico, B.1.6 Hojas de Campo) (Anexo D.- Cartografía, 3.1-16 MUESTREO AGUA).

Página en blanco

Tabla 3-51 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 (m ³ /s)]		
		Este (m)	Norte (m)	Fecha			Ancho Cuerpo de Agua (m)	Profundidad Cuerpo de Agua (m)	Longitud de Medición (m)	Volumen de la Sección (m ³)	Tiempo (s)	Velocidad de Flujo (m/s)	Caudal (m ³ /s)
Línea de flujo y plataforma Eno Sur	MA-01	295067	9986373	07/11/2023	Estero S/N	Lótico	1	0,2	3	0,6	8,4	0,36	0,07
Línea de flujo	MA-02	293515	9985846	07/11/2023	Estero S/N	Lótico	2	0,3	4	2,4	23,6	0,17	0,102
Línea de flujo	MA-03	292049	9989385	09/11/2023	Río Conambo	Lótico	10	0,4	7	28	5,8	1,21	4,828
Plataforma Eno Norte	MA-04	293258	9989072	09/11/2023	Brazo del río Conambo	Lótico	6	1,3	2	15,6	13,4	0,15	1,16
Plataforma Eno Norte	MA-05	292759	9989328	09/11/2023	Estero S/N	Lótico	2	0,3	2	1,2	13,2	0,15	0,1
Plataforma Eno Sur	MA-06	295372	9985835	07/11/2023	Estero S/N	Lótico	1	0,2	2	0,4	33,8	0,06	0,012

Fuente: Levantamiento de Información de campo, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

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 meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja).

Tabla 3-52 Precipitación Media Anual Estación Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja)

Precipitación (mm)														
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media	Total
Estación Lago Agrio	210,3	244,2	340,7	374,2	383,3	340,2	287,1	213,5	226,3	298,3	339,1	278,9	294,7	3536

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Lago Agrio (Nueva Loja), Dirección de Aviación Civil (DGAC), 2023
 Elaboración: Entrix, septiembre 2023

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

Resultados

Del análisis de factores se obtuvo los siguientes resultados para las diferentes cuencas:

Tabla 3-53 Cálculo de Coeficiente de Escurrimiento

Unidad Hidrográfica	Área (km ²)	K1	Precipitación (mm)	K2	K3	C
Unidad hidrográfica 49787892	29,53	2,23	294,7	0,54	0,50	0,15
Unidad hidrográfica 49787899	4,62	2,95	294,7	0,54	0,50	0,20
Unidad hidrográfica 49786528	35,41	2,17	294,7	0,54	0,50	0,15

Elaboración: Entrix, noviembre 2023

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.

Tabla 3-54 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 49787892	Q medio (m3/s)	0,10	0,12	0,16	0,18	0,18	0,16	0,14	0,14	0,11	0,14	0,16	0,13	0,14
Unidad hidrográfica 49787899	Q medio (m3/s)	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Unidad hidrográfica 49786528	Q medio (m3/s)	0,12	0,14	0,19	0,21	0,21	0,19	0,16	0,16	0,13	0,17	0,19	0,16	0,16

Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Página en blanco

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 ecológico⁷.

$$Q_{\text{ecológico}} = Q_{\text{medio}} * 10 \%$$

Resultados

A continuación, se presentan los valores estimados:

Tabla 3-55 Caudales Ecológicos de las Unidades Hidrográficas del Proyecto

Unidad Hidrográfica	Área (km ²)	Q Medio (m3/s)	Q Ecológico (m3/s)
Unidad hidrográfica 49787892	29,53	0,14	0,014
Unidad hidrográfica 49787899	4,62	0,03	0,003
Unidad hidrográfica 49786528	35,41	0,16	0,016

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, noviembre 2023

3.1.13.1.3 Uso del Recurso

Conforme a la recopilación de información en área del proyecto, el recurso hídrico de los principales ríos y esteros es utilizado para preservación de flora y fauna, agrícola, actividades de pesca, y en ocasiones las comunidades aledañas utilizan el agua para actividades de aseo y lavandería. Mayor detalle de esta información se presenta en la sección 3 Diagnóstico Ambiental Línea Base, 3.3 Componente Socioeconómico.

3.1.13.2 Calidad de Agua

Al ser el presente estudio un Estudio Complementario, para la determinación de los puntos de muestreo se analizó la información secundaria base con la que cuenta el bloque 54, como:

- > Estudio de Impacto Ambiental: EIA y PMA para la fase de desarrollo y producción del Bloque Eno-Ron, para la construcción de las plataformas Eno 2 y Ron 2 y perforación de cinco pozos de desarrollo en cada una, instalación y operación de facilidades, aprobado en 2013 mediante oficio Nro. MAE-SCA-2013-0991.
- > Alcance al Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del bloque Eno-Ron para la perforación de pozos reinyectores en Eno, instalación de líneas

⁷ 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".

de flujo, operación de facilidades de producción e instalación de antenas, aprobado en 2015 mediante oficio MAE-SCA-2015-2283.

- > Estudio Complementario del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la fase de desarrollo y producción del campo Eno-Ron para la ampliación de la plataforma Eno 2, la perforación de 10 pozos de desarrollo, 2 pozos reinyectores, 2 pozos inyectores y 1 pozo dual productor/reinyector o inyector, así como la ampliación de facilidades en la plataforma Eno 2, aprobado en 2022 mediante resolución Nro. MAATE-SCA-2022-0022-R.

En este contexto, tras el análisis de la información secundaria, se procedió a identificar los puntos de muestreo específicos para el estudio complementario. Estos puntos se seleccionaron en el área de implantación del proyecto. Es importante destacar que estos lugares no fueron contemplados en los estudios previos de 2012, 2015 y 2022. Esto se debe a que en esos periodos Orion Energy Ecuador no llevaba a cabo operaciones en la actual área de implementación del proyecto. La elección de estos nuevos puntos tiene como objetivo enriquecer y complementar la información existente sobre la zona en el contexto de este estudio.

3.1.13.2.1 Puntos de Muestreo Estudios Previos

Tabla 3-56 Puntos de Muestreo de Agua (EIA 2013)

Estudio	Código	Cuerpo Hídrico	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
EsIA 2013 (ABRUS)	WS-01	Río Eno	299320	9986695
	WS-02	Río Eno	301994	9985749
	WS-03	Estero s/n	292878	9987686
	WS-04	Río Conambo	294330	9988384

Fuente: Levantamiento de información en campo Abrus, 2012
 Elaboración: Entrix, octubre, 2019

Tabla 3-57 Puntos de Muestreo de Agua (EIA 2022)

Plataforma	Código	Nombre del Cuerpo Hídrico	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur		Descripción
			Norte (m)	Este (m)	
Plataforma Eno 2	MA-ENO-1	Estero s/n	9987683	292853	Aguas arriba de la plataforma
	MA-ENO-2	Estero s/n	9986297	293409	Aguas abajo de la plataforma

Fuente: Levantamiento de información en campo, Entrix, septiembre 2019
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-58 Resultados de Muestreo de Agua (EIA 2013)

Parámetros	Unidad	Anexo 1-Tabla 2, A. M. 097-A	WS-01	WS-02	WS-03	WS-04
Potencial Hidrógeno	---	6,5-9	7,28	7,35	6,35	7,23
Conductividad Eléctrica	µS/cm	---	149	122,3	166,5	152,7
Oxígeno Disuelto	mg/L	---	6,85	5,87	3,30	5,64
Amonio	mg/L	---	0,19	0,21	0,19	0,13
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	---	290	110	5100	< 1

Parámetros	Unidad	Anexo 1-Tabla 2, A. M. 097-A	WS-01	WS-02	WS-03	WS-04
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	20	11	9	13	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	< 20	< 20	< 20	< 20
Fenoles	mg/L	0,001	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
HAP	mg/L	---	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027	< 0,00027
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	0,5	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Sustancias tensoactivas	mg/L	0,5	< 0,024	< 0,024	< 0,024	< 0,024
Bario	mg/L	1	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12
Cadmio	mg/L	0,001	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cromo Total	mg/L	0,032	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Níquel	mg/L	0,025	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Plomo	mg/L	0,001	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Vanadio	mg/L	-	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08

Fuente: Levantamiento en campo Abrus, 2012 y Laboratorio Anncy, 2014
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

Tabla 3-59 Resultados de Muestreo de Agua (EIA 2022)





Parámetro	Unidad	LMP AM 097	Código	
		Anexo 1-Tabla 2	MA-ENO-1	MA-ENO-2
Potencial hidrógeno	Unid. pH	6,5-9	6,7	7,4
Conductividad eléctrica	µS/cm	-	173	166
Coliformes fecales	NMP/100 ml	-	40	40
Oxígeno disuelto	mg/L	-	2,3	5,4
Oxígeno de saturación	% de saturación	> 80	32,2	75,9
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	20	< 2	< 2
Demanda química de oxígeno	mg/L	40	< 5	< 5
Amonio	mg/L	-	< 0,02	0,03
Bario	mg/L	1	0,018	0,014
Cadmio	mg/L	0,001	< 0,0002	< 0,0001
Cromo	mg/L	0,032	< 0,0004	< 0,0002
Níquel	mg/L	0,025	< 0,002	< 0,001
Plomo	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,0005
Vanadio	mg/L	-	0,0016	0,0003
Sustancias tensoactivas (azul de metileno)	mg/L	0,5	< 0,02	< 0,02
Fenoles	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001
Hidrocarburos totales	mg/L	0,5	< 0,3	< 0,3



Fuente: Levantamiento de información en campo, Entrix, septiembre 2019
 Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.13.2.2 Puntos de Muestreo Actuales

A continuación, en Tabla 3-60 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo caracterizados en la fase de campo (Anexo D.- Cartografía, 3.1-16 MUESTREO AGUA):

Tabla 3-60 Ubicación de Puntos de Muestreo de Calidad de Agua

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura Asociada	Coordenadas WGS 84 Zona 17 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
MA-01	Estero S/N	Plataforma Eno Sur	295067	9986373	07/11/2023	Estero sin nombre ubicado al noreste de la vía La Reforma, a aproximadamente 30 m de la escuela de la localidad Las Nieves. Estero que cruza una plantación de palma y recibe descargas provenientes de la escuela colindante.	
MA-02	Estero S/N	Línea de flujo	293515	9985846	07/11/2023	Estero sin nombre ubicado 300 m al este de la vía a Lago Agrio.	
MA-03	Río Conambo	Línea de flujo	292049	9989385	09/11/2023	Ubicado en el río Conambo, intersección con vía Lago Agrio.	
MA-04	Brazo de río Conambo	Plataforma Eno Norte	293258	9989072	09/11/2023	Sureste de la plataforma Eno Norte, a 600 m de distancia existe una aportación de un estero y a 50 m existen piscinas de tilapia.	

Código de la Muestra	Cuerpo de Agua	Infraestructura Asociada	Coordenadas WGS 84 Zona 17 Sur		Fecha de Muestreo	Descripción del Sitio de Muestreo	Fotografía
			Este (m)	Norte (m)			
MA-05	Estero S/N	Plataforma Eno Norte	292759	9989328	09/11/2023	Estero sin nombre ubicado aproximadamente 300 m al sur de la plataforma Eno Norte.	
MA-06	Estero S/N	Plataforma Eno Sur	295372	9985835	07/11/2023	Estero sin nombre diagonal, aproximadamente a 550 m de la plataforma Eno Sur.	

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

3.1.13.2.3 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.

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 previa aprobación por parte de la autoridad respectiva.

La ubicación de los puntos de muestreo se definió en función de lo antes mencionado, con el objeto de 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 noviembre de 2023.

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 (Gruentec) (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1. Comp Físico; B.1.3. Acreditación Laboratorios), acompañado de las cadenas de custodia correspondientes (Anexo B.- Documentos de Respaldo, B.1.- Físico; B.1.1. Cadena de Custodia).

Se realizaron mediciones *in situ* de agua superficial en cada punto de muestreo previo a la toma de muestras con el fin de medir los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto, mediante el uso de un multiparámetro previamente calibrado (Anexo B. Documentos de Respaldo, B.1 Comp Físico, B.1.4. Certificado de Calibración).

Tabla 3-61 Características del Equipo de Medición de Parámetros *In Situ*

Instrumento	Especificaciones			
	Parámetro	Tipo de Sonda	Rango de Trabajo	T. ^a Operación
Multiparámetros (MULP-045) Marca HANNA Modelo HI98194	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 conductímetro 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, noviembre 2023

A continuación, se presenta una tabla con los parámetros analizados y los criterios de calidad establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A correspondiente, que fueron comparados con los resultados de laboratorio con base en lo establecido en el Acuerdo Ministerial 100-A. El alcance del levantamiento de información se centró en el análisis e identificación de compuestos que forman parte de la composición de un hidrocarburo, como son los metales pesados y TPH.

Tabla 3-62 Parámetros a ser 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
Oxígeno saturación	%	>80
Parámetros medidos en el laboratorio		
Sólidos disueltos gravimétricos	mg/l	N/A
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	20
Demanda química de oxígeno	mg/l	40
Fenoles	mg/l	0,001
TPH	mg/l	0,5
Coliformes totales	NMP/100 ml	N/A
Bario	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0,001
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, noviembre 2023

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, bifenilos policlorados, boro, cianuros, clorofenoles, cobalto, cobre, estaño, manganeso, mercurio, piretroides, plaguicidas organoclorados totales, plaguicidas organofosforados (pesticidas), plata y selenio.

- > **Aluminio:** El aluminio es un elemento muy reactivo y nunca se encuentra en forma de metal libre en la naturaleza. Se encuentra 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 a realizarse no requiere aplicación de este tipo de elementos ni los 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.
- > **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 los suelos, los arseniatos son rápidamente absorbidos en forma de hierro o de hidróxido de aluminio, lo que reduce su capacidad y velocidad de percolación, así como 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 debido a que es liberado al aire, suelo y agua a través de los procesos de 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 tipos de industrias como por ejemplo en la minera para la extracción de 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.
- > **Clorofenoles:** Los clorofenoles 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 en 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 la existencia de concentraciones anómalas de estos parámetros.
- > **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 a partir de la combustión del carbón y la minería, mediante el procesamiento de minerales que contiene cobalto, así como a causa de 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, Selenio:** Estos elementos están asociados a las actividades mineras e industrias metalúrgicas que producen los utilizan. Estos parámetros no están asociados a 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 que 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 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 tipo de producto sintético no se encuentran de forma natural en el ambiente; asimismo, la actividad del proyecto a realizarse no requiere aplicación de este tipo de químico ni lo genera por lo que no tiene incidencia sobre su presencia o ausencia, con lo cual no se requiere su análisis ni posterior monitoreo.
- > **Pesticidas organoclorados:** Los insecticidas organoclorados comprenden los derivados clorados del etano, 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.

3.1.13.2.4 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.Comp Físico, B.1.6 Hojas de Campo, Hojas de campo_Agua) y los resultados del análisis fisicoquímico realizado en el laboratorio acreditado Gruentec.

Tabla 3-63 Parámetros In Situ de los Cuerpos de Agua Muestreados

Punto de Muestreo	Cuerpo de Agua	Fecha	pH (unid. pH)	Conductividad (µS/cm)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (%)	Oxígeno Disuelto (mg/LDO)
MA-01	Estero S/N	07/11/2023	6,16	617	26,53	52	4,05
MA-02	Estero S/N	07/11/2023	6,72	349	26,52	78,4	6,21
MA-03	Río Conambo	09/11/2023	7,41	136	25,59	86	6,78
MA-04	Brazo de río Conambo	09/11/2023	7,02	198	25,59	71,2	5,62
MA-05	Estero S/N	09/11/2023	6,96	287	26,34	74,2	5,77
MA-06	Estero S/N	07/11/2023	6,27	182	27,96	50,2	3,81

Fuente: Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Los informes de resultados constan en el Anexo B.- Documentos de Respaldo; B.1. Comp Físico; B.1.2. Resultados Laboratorio, B.1.2.2 Agua. Todos los puntos de muestreo se presentan en el Anexo D.- Cartografía, 3.1-16 MUESTREO AGUA.

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:

Tabla 3-64 Resultados de Calidad de Agua

Parámetro	Unidades	Criterios de Calidad Tabla 2 Anexo 1, AM 097A	ID de las Muestras					
			MA-01	MA-02	MA-03	MA-04	MA-05	MA-06
			07/11/2023	07/11/2023	09/11/2023	09/11/2023	09/11/2023	07/11/2023
pH	Unid, pH	6,5 - 9	6,1	6,7	7,4	7	6,9	6,2
Conductividad	us/cm	N/A	617	349	136	198	287	182
Temperatura	°C	N/A	26,7	25,7	25,8	25,8	26,5	28,2
Oxígeno Disuelto	mg/l	8	4,1	6,2	6,8	5,6	5,8	3,8
Oxígeno Saturación	%	> 80	52	78,4	86	71,2	74,2	50,2
Sólidos Disueltos Gravimétricos	mg/l	N/A	65	75	82	25	46	63
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	20	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40	39	8	7	< 5	< 5	20
Fenoles	mg/l	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
Coliformes Totales	NMP/100 ml	N/A	130	270	790	700	700	230
Bario	mg/l	1	0,029	0,027	0,015	0,023	0,02	0,032
Cadmio	mg/l	0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel	mg/l	0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Plomo	mg/l	0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0013	< 0,0005	< 0,0005
Vanadio	mg/l	N/A	0,0014	0,0032	0,0043	0,0046	0,0015	0,0026

Fuente: Reportes de resultados GRUENTEC, noviembre 2023
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

Página en blanco

3.1.13.2.5 Análisis de Resultados

Los resultados del trabajo de campo fueron comparados 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” Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A, conforme lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 100-A. Las muestras analizadas se encuentran bajo los criterios de calidad en algunos de los parámetros, como se puede observar en la Tabla 3-64; sin embargo, se han evidenciado parámetros que se encuentran fuera de los criterios de calidad establecidos por la legislación ambiental vigente, que se analizan 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 feldespatos, 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).

Se evidencia que las muestras MA-01 y MA-06 presentan valores de pH menores al rango de calidad establecido en la Tabla 2 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A, reflejan condiciones ligeramente ácidas que pueden estar asociadas al tipo de suelo y a condiciones naturales del área geográfica.

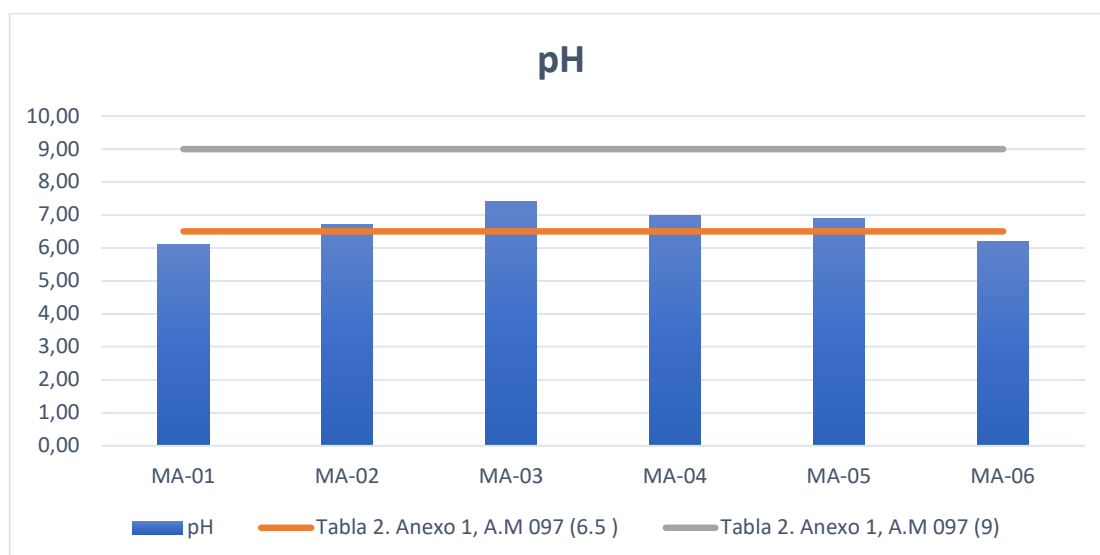


Figura 3-28 Análisis de Resultados de Calidad de Agua [pH]

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023; Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023

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 particularmente sensibles a la hipoxia, es decir, a bajas concentraciones de oxígeno (Peña, 2007).

A diferencia de los demás parámetros analizados, la Tabla 2, Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A establece como criterio de calidad el valor mínimo en el que un cuerpo de agua debe contar con oxígeno saturado (%) para determinar la calidad de agua, que representa su poder de autodepuración. Con base en lo antes mencionado, las muestras MA-01, MA-02, MA-04, MA-05 y MA-06 (Tabla 3-64, y Figura 3-29) presentan un valor que se encuentra por debajo del criterio de calidad establecido en la norma ambiental vigente.

Respecto a los puntos de muestreo MA-01 y MA-06 (esteros S/N), durante la fase de campo se identificó que estos cuerpos de agua reciben descargas provenientes de pantanos secos artificiales de aguas servidas provenientes de los asentamientos humanos de Las Nieves. Estos pantanos cumplen con el papel de plantas de tratamiento de aguas servidas mediante fitorremediación o utilización de vegetación para descomposición de sustancias contenidas en el agua, para luego depositar el agua tratada en los cuerpos hídricos naturales”, cuyo resultados de calidad de agua presenta un valor de 42,5 % de oxígeno de saturación, por lo que la baja concentración de oxígeno está relacionada con las mencionadas actividades antrópicas, lo cual tiene congruencia con la presencia de coliformes totales (> 160 000).

Finalmente, 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.

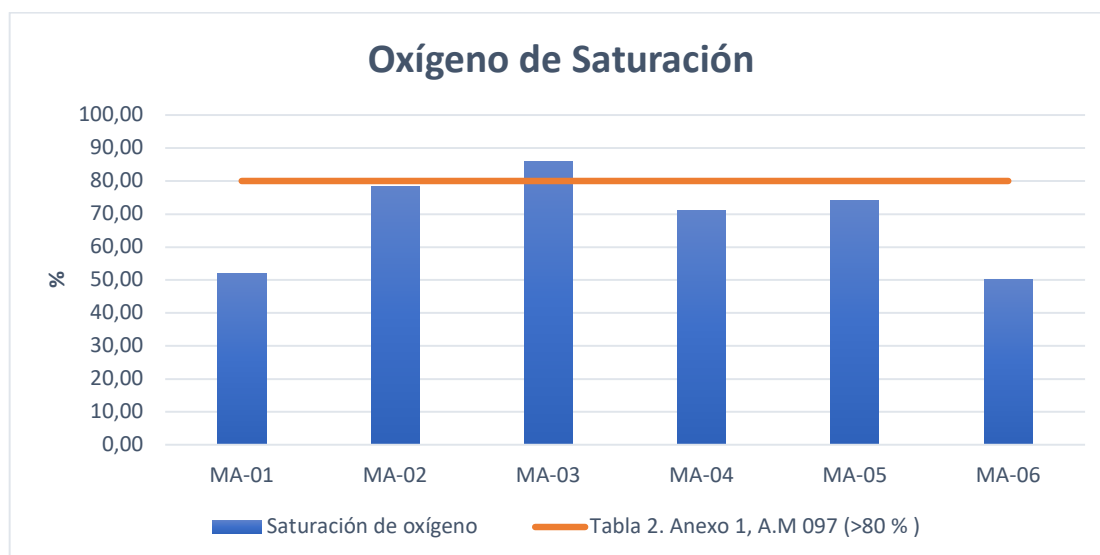


Figura 3-29 Análisis de Resultados de Calidad de Agua [Oxígeno de Saturación (%)]

Fuente: GRUENTEC, noviembre 2023; Levantamiento de campo, Entrix, noviembre 2023
Elaborado por: Entrix, noviembre 2023 Conclusiones

3.1.13.3 Conclusiones

- > Las muestras fueron analizadas conforme 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 el criterio de calidad en algunos de los parámetros analizados, como se puede observar en la Tabla 3-64; sin embargo, los valores obtenidos del análisis para los parámetros pH y oxígeno por saturación están por fuera de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 2, Anexo 1 del A. M. 097-A.
- > La concentración de pH refleja condiciones ligeramente ácidas, que pueden estar asociadas al tipo de suelo y condiciones naturales del área geográfica.

- > En cuanto al parámetro oxígeno de saturación, que se encuentra fuera de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 2 del Anexo 1 del A. M. 097-A (> 80 %), es influenciada por actividades antrópicas como descargas de aguas residuales, así como por estacionalidad o bajo caudal, lo cual disminuye la capacidad de autodepuración.

3.1.14 Paisaje Natural

3.1.14.1 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 en el 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:

3.1.14.1.1 Estado Natural

Esta es una medida que evalúa la cercanía de cada componente al estado natural sin cambios antrópicos. 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.

3.1.14.1.2 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.

3.1.14.1.3 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.

3.1.14.1.4 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.

3.1.14.2 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 3-65 Valoración del Paisaje

Factores	Componentes					
	Geología y Geomorfología	Hidrología	Flora	Fauna	Arqueología	Resumen de Componentes
Estado Natural	1	1	1	1	1	1
Escasez	1	1	1	1	1	1
Estética	1	1	1	1	1	1
Importancia para la conservación	1	1	0	1	0	0,6
General	1	1	0,75	1	0,75	0,9

Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.14.2.1 Análisis de la Valoración del Paisaje

Estado Natural

Se ha definido al estado natural del paisaje del área geográfica del proyecto como medio; es decir, que hay evidencia de algunos cambios significativos entre los cuales se analizan los siguientes:

- > En cuanto a los paisajes geomorfológicos, un alto porcentaje ha sido alterado por el cambio del uso del suelo; se evidencia una disminución del bosque natural por actividades antrópicas, especialmente agropecuarias.
- > En cuanto a la hidrología, se considera que se mantiene en estado natural sin cambios, pues no se encuentra algún represamiento o actividades que impidan el curso normal de los ríos y demás cuerpos hídricos de la zona.
- > La flora del sitio ha sido catalogada como baja, ya que este componente ha sido visiblemente alterado por la deforestación causada para la extracción de madera, construcción de infraestructura vial, viviendas y la sustitución de bosque por diferentes clases de cultivos.
- > En cuanto a la fauna, aún existen especies características de sitios poco intervenidos, por lo que se la cataloga como media.
- > No se evidencian restos arqueológicos en estado natural, por lo que ha sido clasificada como baja.

Escasez

Las geoformas o características superficiales presentes en el área geográfica del proyecto son comunes en la Amazonía de este país, por lo cual no es un componente raro, recibiendo una valoración de 1, baja.

Las características de la red hidrológica presente en el área de estudio son típicas de la región amazónica y, por lo tanto, la valoración es baja.

La composición florística de los diferentes tipos de vegetación presentes en el área de estudio incluye especies comunes de amplia distribución en la Amazonía ecuatoriana que son de fácil regeneración natural; asimismo, las especies faunísticas registradas que se encuentran en varias áreas de la región amazónica (nororiente y centro-oriente) corresponden a áreas previamente alteradas que registran especies de características generalistas y de baja sensibilidad, algunas de las especies faunísticas registradas se incluyen en el listado de la UICN y/o CITES, Apéndice II. Si bien las poblaciones registradas de este tipo de especie son mínimas, lo que induce a determinar que estas utilizan la zona como de paso, dadas las características descritas, la valoración del parámetro escasez para el componente biótico es baja.

Estética

Se ha catalogado a la escasez del área geográfica del proyecto como media, ya que algunas áreas tienen un valor visual considerado como atractivo.

- > En cuanto a la estética, la de llanuras ha sido catalogada como media, pues su presencia permite una variación de paisajes en zonas medianamente intervenidas.
- > En el río Eno, los pequeños esteros y riachuelos que cruzan el área del proyecto tienen un valor medio visual porque se los considera como sitios atractivos.
- > En cuanto a las especies faunísticas encontradas, son especies de valor visual medio, ya que por su rareza son atractivas, de ahí que han sido catalogadas como medio.

Importancia para la Conservación

Es crucial preservar los remanentes de bosques maduro poco intervenido y los bosques secundarios que albergan especies de sensibilidad Media-Baja. Esto se hace con el propósito de mantener las poblaciones de especies que podrían enfrentar riesgos de extinción en el futuro. Además, la conservación de estas áreas contribuirá a reducir la alteración de las condiciones fisiográficas e hidrográficas, disminuyendo así los procesos de sedimentación y erosión en los sistemas hídricos del área de influencia del bloque 54 Eno-Ron. Esto, de manera indirecta, protegerá los procesos ecológicos que afectan a la flora y fauna del sector.

Cabe destacar que no se ha identificado fragmentos arqueológicos en la zona, motivo por el cual se le asigna el valor medio de importancia de conservación para todos los componentes evaluados.

3.1.14.3 Conclusiones

La valoración del paisaje (0,9) señala que para los aspectos considerados: estado natural, escasez, estética e importancia de conservación, la puntuación es media. Esta categoría responde al grado de intervención que el bloque 54 Eno-Ron presenta por las actividades hidrocarburíferas, ganadería y sembrío de palma que se han venido desarrollando en el área desde hace varios años.

3.1.15 Análisis de Impactos Previos

3.1.15.1 Introducción

Tomando en cuenta que el área en la que se emplaza el proyecto corresponde a una zona intervenida, se realiza el presente análisis con el fin de describir los impactos existentes ocasionados por otras actividades, es decir los impactos que se identifican como previos a la ejecución del proyecto.

La determinación del alcance de la Línea Base Ambiental contempla la identificación de fuentes de contaminación o pasivos ambientales existentes en el área de estudio, mas no su caracterización.

3.1.15.2 Alcance

El alcance técnico contempla la identificación de sitios contaminados o fuentes de contaminación en el área geográfica del proyecto en caso de existir, con base en el levantamiento de información en campo, observación e informes o inventarios previos realizados por el PRAS (Programa de Reparación Ambiental y Social) del Ministerio del Ambiente.

3.1.15.3 Metodología

En términos generales, la identificación se efectuó mediante la revisión bibliográfica y los recorridos en campo por los lugares donde se prevé la implementación de las nuevas actividades.

3.1.15.3.1 Análisis de Información Existente

En términos generales, se precedió con la revisión de informes previos de diagnóstico ambiental que permitan identificar pasivos ambientales existentes y, de igual manera, se analizó y revisó información proporcionada por el proponente, que aporte sustancialmente de manera bibliográfica a la identificación de pasivos ambientales propios del área geográfica del proyecto.

En lo referente al sector de hidrocarburos, existe un inventario de fuentes de contaminación identificadas por el PRAS para el Bloque 54. Al presente documento se adjunta el listado de las fuentes de contaminación identificadas mediante oficio Nro. MAATE-PRAS-2023-0364-O del 26 de diciembre de 2023, con el que el PRAS da respuesta a la solicitud de la base de datos de fuentes de contaminación registradas en el bloque 54, realizada por Entrix Américas S. A. (Anexo E. Fuentes de Contaminación).

A continuación, se describen las fuentes de contaminación identificadas en el Bloque 54 (Anexo E. Fuentes de Contaminación):

Tabla 3-66 Fuentes de Contaminación

Código	Tipo de Fuente de Contaminación	Provincia	Cantón	Parroquia	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur	
					Este (m)	Norte (m)
ENO_01_PIT_01	Piscina	Sucumbíos	Shushufindi	San Pedro de los Cofanes	292748	9987586
ENO_01_PIT_02	Piscina	Sucumbíos	Shushufindi	San Pedro de los Cofanes	292738	9987556
ENO_01_PIT_03	Piscina	Sucumbíos	Shushufindi	San Pedro de los Cofanes	292773	9987576
ENO_01P	Piscina	Sucumbíos	Shushufindi	San Pedro de los Cofanes	292748	9987589
ENO_02P	Piscina	Sucumbíos	Shushufindi	San Pedro de los Cofanes	292738	9987557
ENO_03P	Piscina	Sucumbíos	Shushufindi	San Pedro de los Cofanes	292773	9987571

Fuente: Oficio Nro. MAATE-PRAS-2023-0188-O del 29 de mayo de 2023
Elaboración: Entrix, noviembre 2023

3.1.15.3.2 Identificación *In situ*

Se realizaron recorridos en el área geográfica del proyecto, con el fin de verificar si existe presencia de algún hallazgo o alguna fuente de contaminación en el área.

Se evidenció en campo que el área geográfica del proyecto corresponde a una zona con alto nivel de intervención antrópica, donde se desarrollan actividades agrícolas, ganaderas, de tránsito vehicular e industriales (hidrocarburos).

Consecuentemente, el área geográfica del proyecto es altamente intervenida debido a la colonización y a actividades agropecuarias. Dichas actividades antrópicas se desarrollan de forma permanente hace algunas décadas, por lo que el área geográfica del proyecto corresponde a una zona intervenida de manera irreversible.

Al respecto, con el fin de evidenciar los impactos existentes hacia la flora y fauna por la ampliación de la frontera agropecuaria en el área geográfica del proyecto, se ha realizado un análisis de la información oficial de cobertura vegetal de los años 2014 y 2022 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. A través de este análisis se pudo evidenciar que en el área geográfica del proyecto el área para uso de la tierra “tierra agropecuaria” incremento al 2022 en un aproximadamente 0,05% con respecto al 2014, mientras que el área de bosque disminuyó un 0,72%.

Tabla 3-67 Cobertura y uso de la tierra alrededor en el área geográfica del proyecto

Cobertura y uso de tierra MAATE	Año 2014	Año 2022	Año 2014	Año 2022
	Superficie (ha)	Superficie (ha)	% de ocupación	% de ocupación
Bosque	17,98	12,22	2,24%	1,52%
Tierra agropecuaria	760,43	764,12	94,56%	95,02%
Zona antrópica	25,78	27,84	3,21%	3,46%
TOTAL ÁREA GEOGRÁFICA	804,18	804,18	100,00%	100,00%

Fuente: (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2014-2022)
 Elaboración: Entrix, octubre 2024

Página en blanco

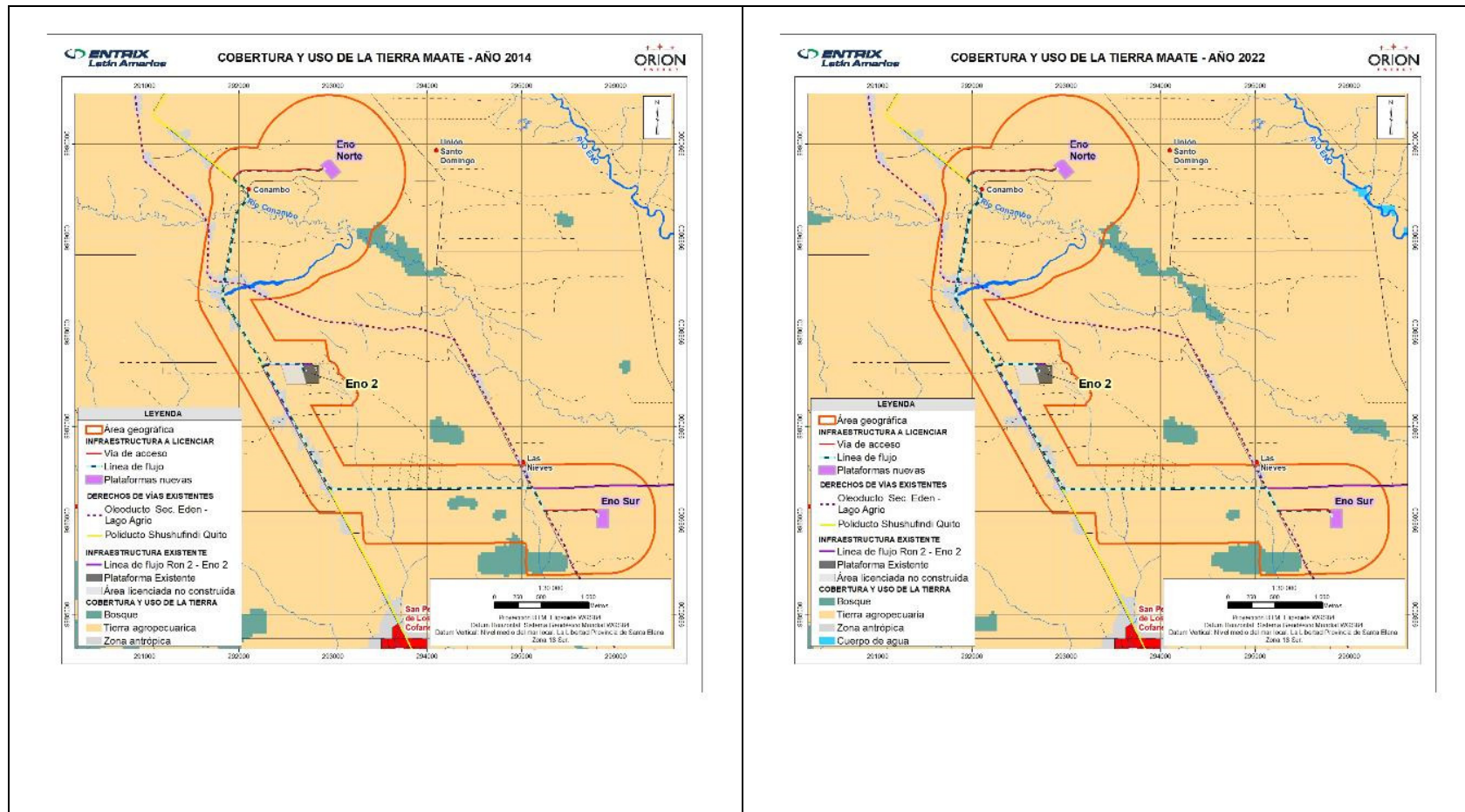


Figura 3-30 Cobertura y uso de la tierra - Área geográfica del proyecto

Fuente: (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2014-2022)
 Elaboración: Entrix, octubre 2024

Página en blanco

Por otro lado, en el levantamiento realizado a nivel de terreno, no se identificaron fuentes de contaminación referentes al sector de hidrocarburos en el área de implantación de las plataformas Eno Norte y Eno Sur. Las fuentes de contaminación citadas en el Anexo E. Fuentes de Contaminación se ubican en la plataforma existente Eno 2, a las cuales se las tiene presentes mediante información secundaria o bibliográfica.

3.1.15.4 Conclusiones

- > El área geográfica del proyecto es altamente intervenida por actividades antrópicas debido a la colonización y actividades hidrocarburíferas y agropecuarias, las cuales se desarrollan de forma permanente.
- > En lo referente a resultados obtenidos de los muestreos realizados de los componentes suelo, agua, aire y ruido, la mayoría de los parámetros analizados se encuentran bajo los límites permisibles establecidos por la legislación ambiental vigente. En los casos puntuales en los que se superó los límites permisibles, estos valores se considerarán como valores de línea base por las características del área geográfica del proyecto.
- > Dentro del área de implantación del proyecto no se identificó pasivos ambientales referentes al sector de hidrocarburos.
- > Las fuentes de contaminación identificadas en el área del Bloque 54 fueron comunicadas mediante el oficio Nro. MAATE-PRAS-2023-0364-O, fechado el 26 de diciembre de 2023, emitido por el PRAS. Este documento responde a la solicitud de la base de datos de fuentes de contaminación registradas en el bloque 54, presentada por Entrix Américas S. A. Los detalles están disponibles en el Anexo E, titulado "Fuentes de Contaminación".

Página en blanco