

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL LÍNEA BASE

6.1 MEDIO FÍSICO

CONTENIDO

6	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL LÍNEA BASE	1
6.1	MEDIO FÍSICO.....	1
6.1.1	Metodología	1
6.1.2	Generalidades.....	1
6.1.3	Recurso Agua	2
6.1.3.1	Hidrografía general	2
6.1.3.2	Hidrología superficial y subterránea.....	3
6.1.3.3	Cuerpos hídricos:.....	4
6.1.3.4	Calidad de agua	6
6.1.3.4.1	Índice de calidad de agua	7
6.1.3.5	Caudal y Régimen de crecidas	10
6.1.3.6	Usos principales del agua que serían afectados.....	11
6.1.4	Clima.....	11
6.1.4.1	Rango Altitudinal	12
6.1.4.2	Clasificación climática.....	12
6.1.4.2.1	Clima Ecuatorial de Alta Montaña	12
6.1.4.3	Índice ombrotérmico anual.....	12
6.1.4.4	Índice de termicidad.....	13
6.1.4.5	Bioclima	14
6.1.4.6	Piso bioclimático	15
6.1.4.7	Meteorología.....	15
6.1.4.7.1	Temperatura	16
6.1.4.7.2	Humedad relativa.....	17
6.1.4.7.3	Radiación solar	18
6.1.4.7.4	Velocidad del viento.....	18
6.1.4.7.5	Presión atmosférica	18
6.1.4.7.6	Precipitación	19
6.1.4.7.7	Evapotranspiración	19
6.1.5	Recurso Suelo.....	20
6.1.5.1	Geología.....	20
6.1.5.1.1	Formación Tarqui.....	21
6.1.5.2	Geomorfología.....	22
6.1.5.2.1	Dominio fisiográfico.....	22
6.1.5.2.2	Génesis	22
6.1.5.2.3	Formación.....	23
6.1.5.2.4	Geoformas	23
6.1.5.2.5	Morfometría	26

6.1.5.2.6	Drenaje	27
6.1.5.3	Estabilidad de suelos (Geotecnia)	28
6.1.5.4	Fuentes de materiales (canteras)	30
6.1.5.5	Tipo de suelo	30
6.1.5.6	Perfil del suelo	30
6.1.5.6.1	Orden andisoles.....	30
6.1.5.7	Uso actual del suelo y conflictos potenciales	31
6.1.5.7.1	Zonas bajo régimen especial de ordenamiento del territorio	32
6.1.5.8	Calidad de suelos	32
6.1.6	Recurso aire.....	33
6.1.6.1	Calidad (Estimación general).....	33
6.1.6.1.1	Calidad de Aire	33
6.1.6.1.2	Material particulado.....	33
6.1.6.1.3	Ruido	34
6.1.7	Conclusiones.....	35
6.1.8	Recomendaciones.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 6-1: Unidades Hidrológicas nivel 5, escala 1:50000.....	3
Figura 6-2: Lagunas, ríos y quebradas AID.	5
Figura 6-3: Concesiones de agua en microcuencas.	11
Figura 6-4: Ombrotipos del AID.	13
Figura 6-5: Termotipos	14
Figura 6-6: Bioclima.....	15
Figura 6-7: Pisos bioclimáticos	15
Figura 6-8: Temperatura máxima, mínima y promedio.....	16
Figura 6-9: Humedad relativa	17
Figura 6-10: Radiación solar.....	18
Figura 6-11: Velocidad del viento.....	18
Figura 6-12: Presión atmosférica.....	18
Figura 6-13: Precipitación.....	19
Figura 6-14: Geología de la zona.....	20
Figura 6-15: Dominio fisiográfico.	22
Figura 6-16: Génesis de las geformas	23
Figura 6-17: Formación	23
Figura 6-18: Forma de las cimas	24
Figura 6-19: Forma de valle.....	24
Figura 6-20: Forma de vertiente	26
Figura 6-21: Pendientes	27
Figura 6-22: Drenaje.....	27
Figura 6-23: Forma drenaje.	28
Figura 6-24: Movimientos de masa y fallas.....	29
Figura 6-25: Uso de suelo y conflictos potenciales.	32
Figura 6-26: Resultados monitoreo ruido.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 6-1: Unidades Hidrológicas.....	3
Tabla 6-2: Ríos y quebradas AID.....	4
Tabla 6-3: Lagunas.....	4
Tabla 6-4: Puntos de calidad agua	6
Tabla 6-5: Resultados monitoreo calidad de agua.....	7
Tabla 6-6: Índice WQI valoración.....	7
Tabla 6-7: Resultados WQI Vía a Patul.	8
Tabla 6-8 Ubicación puntos de muestreo río Pachanlica	9
Tabla 6-9 Resultados de muestreo de agua río Pachanlica, provincia del Tungurahua	9
Tabla 6-10 Resultados Análisis Cuenca	10
Tabla 6-11: Ombrotipos del AID.....	12
Tabla 6-12: Termotipos.....	13
Tabla 6-13: Detalles estación meteorológica Toreadora	16
Tabla 6-14: Temperatura condensado anual	17
Tabla 6-15: Precipitación acumulada anual	19
Tabla 6-16: Cálculo Evapotranspiración Potencial.....	20
Tabla 6-17: Pendientes y equivalencias en grados.....	26
Tabla 6-18: Tipo de drenaje.....	28
Tabla 6-19: Puntos monitoreo de Suelo.....	32
Tabla 6-20: Resultados monitoreo Suelos	32
Tabla 6-21: Resultados de monitoreo calidad aire ambiente.....	33
Tabla 6-22: Resultados de monitoreo PM 2.5.....	34
Tabla 6-23: Resultados monitoreo de ruido	34

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 6-1: Trayecto Vía a Patul.....	2
Fotografía 6-2: Cuerpos de agua.....	6
Fotografía 6-3: Río Baute	10
Fotografía 6-4: Río Baute.....	11
Fotografía 6-5: Geología, Geomorfología y Suelos.....	21
Fotografía 6-6: Formas de valle	25
Fotografía 6-7: Estabilidad de suelos.....	29
Fotografía 6-8: Análisis de suelos.....	31

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL LÍNEA BASE

6.1 MEDIO FÍSICO

6.1.1 Metodología

Para el “Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de una vía de tercer orden desde la vía Cuenca – Molleturo hacia la comunidad de Patul, ubicada en la parroquia Molleturo, cantón Cuenca, provincia del Azuay”, se han establecido las siguientes actividades metodológicas:

Visita de campo y obtención de registro fotográfico

- Se realizaron visitas técnicas el 4 de enero, 7 y 8 de febrero de 2019.
- Se obtuvieron además registros fotográficos del equipo de topografía durante diciembre de 2018.
- Durante la visita se recorrió todo el trayecto y se mantuvieron reuniones con los habitantes del sector para obtener información respecto a su percepción del entorno.

Revisión bibliográfica e información secundaria.

- Se consultó la bibliografía pertinente respecto al área de estudio, la misma que se detalla en el acápite “bibliografía”

Consulta a metadatos cartografía y elaboración de mapas

- Se consultaron las bases de datos cartográficas del SNI (SENPLADES), que a su vez integra la información de varias instituciones del estado entre otras:
 - IGM Instituto Geográfico Militar
 - MAE Ministerio del Ambiente
 - SENAGUA
 - INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
 - MAGAP Ministerio de Agricultura Acuicultura y Pesca.
- Se revisó la información disponible en el PDOT y cartografía anexa.
- Con los datos se pudo realizar la cartografía temática del área de influencia del proyecto.

Obtención de muestras y análisis de parámetros de calidad

- Se diseñó un plan de muestreo en el cual se consideraron parámetros de agua, aire, ruido y suelo.
- Los laboratorios acreditados para los parámetros indicados realizaron la obtención de muestras y el informe de datos obtenidos.
- Con las muestras tomadas se elaboró un informe de estado de los parámetros de calidad antes del proyecto.
- Para el recurso agua se utilizó el índice WQI NSF como metodología para interpretación de los valores obtenidos.

Consulta de bases de datos meteorológicas

- Para la obtención de información respectiva a la estación de monitoreo se realizó una solicitud al departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales de la Universidad de Cuenca, quienes brindaron su apoyo con información de la estación de La Toreadora correspondiente a los últimos 6 años.

6.1.2 Generalidades

El área de estudio del proyecto "Estudios y diseños definitivos para la construcción de una vía de tercer orden desde la vía Cuenca Molleturo hacia la comunidad de Patul, parroquia Molleturo-Sayausi, cantón Cuenca, provincia del Azuay" está dentro de la ecorregión de la cordillera occidental de los Andes, en la cuenca hidrográfica del río Cañar, cuyas vertientes

desembocan en océano Pacífico. Su cobertura vegetal está en gran parte caracterizada por pajonales, por lo que se ubica dentro de la zona de páramos medios y altos. El proyecto está trazado dentro del rango de alturas entre los 3600 y 4200 msnm y ocupa el piso alto andino, de acuerdo con la clasificación de pisos zoogeográficos (Albuja et al, 2012).



a) Ingreso



b) Trayecto inicio



c) Pendientes



d) Movimientos materiales



e) Valle Baute



f) Sector Laguna Patul

Fotografía 6-1: Trayecto Vía a Patul
Fuente: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.3 Recurso Agua

6.1.3.1 Hidrografía general

El proyecto se encuentra cerca de la zona divisoria de aguas entre el océano Atlántico y el océano Pacífico. El área de influencia directa está dentro de la vertiente del Pacífico, en las unidades hidrológicas que se detallan a continuación:

Tabla 6-1: Unidades Hidrológicas

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	ÁREA KM ²
Región hidrográfica Pacífico (1)	Unidad Hidrográfica (13)	Unidad Hidrográfica (139)	Cuenca del río Cañar (1396)	Río Norcay (13966)	388
				Río Patul (13968)	289

Fuente: Shapefiles Unidades Hidrológicas SENAGUA, 2014. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

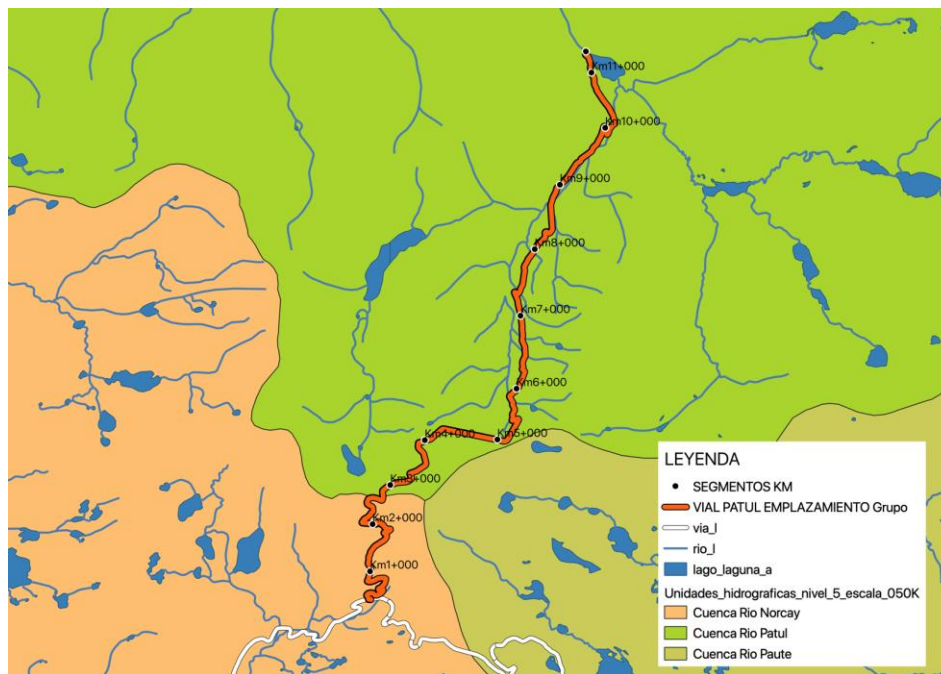


Figura 6-1: Unidades Hidrológicas nivel 5, escala 1:50000.
Fuente: Shapefiles SENAGUA, 2014 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.3.2 Hidrología superficial y subterránea

El área de estudio presenta condiciones hidrológicas con un sistema lacustre, ríos, quebradas y aguas con una amplia cobertura y riqueza. Su origen se remonta a la actividad glacial del período Holoceno. Numerosos valles se han formado a partir del deshielo y a su vez se establecieron lagunas y corrientes hídricas que bañan toda la cuenca hasta desembocar en el océano Pacífico.

Respecto a los cuerpos de agua subterráneos y afloramientos sub superficiales, no se pudo encontrar información secundaria o estudios que demuestren que existen fuentes de este tipo en el área de estudio. Sin embargo, en un estudio sobre simulación hidrológica en el páramo, realizado por Cabrera. J (2017), como parte del proyecto de indicadores hidrológicos funcionales en ecosistemas andinos y realizado en el río Quinuas, Parque Nacional Cajas, se obtienen datos que evidencian que la mayor parte del agua se infiltra al suelo gracias a su gran capacidad de percolación y la baja intensidad de la lluvia, lo cual se ratifica con otros estudios realizados sobre el páramo.

La mayor parte del flujo corresponde a flujo sub-superficial, es decir a flujo base, el cual es retenido en el suelo por aproximadamente 42 días antes de salir a los cauces naturales. Se debe especificar que el estudio en mención fue realizado con datos meteorológicos e hidrológicos de la estación "Toreadora" la misma que se cita en el presente estudio. El río

Quínuas está ubicado a una distancia aproximada de 2 km de el trazado de la vía, hacia el este.

6.1.3.3 Cuerpos hídricos:

Los ríos y quebradas que intersectan o están dentro del AID del trazado son:

Tabla 6-2: Ríos y quebradas AID.

NOMBRE	TEMPORALIDAD	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	INTERSECTA CON TRAZADO
Río Cajas	Perenne durante invierno y verano	Cerca de biscocho Km 1+000	No
Quebrada de la Caja	Perenne durante invierno y verano	Entre el Km 5+000 y 7+000 del trazado en varios puntos	Si
Río Baute	Perenne durante invierno y verano	Entre el km 8+000 a 10+000	Si
Río Curiquingue	Perenne durante invierno y verano	Se une al río Baute en el Km 10+000 aproximadamente	No
Quebrada Chocarhuaicu	Perenne durante invierno y verano	Se une al río Baute en el km. 10+000 aproximadamente	No
Río Patul	Perenne durante invierno y verano	Nace de la laguna Patul	No

Fuente: Cartas Topográficas IGM San Felipe de Molleturo y Chiquintad 1:50000 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Entre las lagunas y cuerpos de agua que están cerca del área del trazado se encuentran:

Tabla 6-3: Lagunas

NOMBRE	TEMPORALIDAD	DISTANCIA AL TRAZADO (EN METROS)	REFERENCIA	ÁREA EN M ²
Laguna Cochuma	Perenne durante invierno y verano	325	Cerca del km 3+000	60556
Cuerpo de agua s/n	Perenne durante invierno y verano	140	Cerca del km 4+100	2983
Laguna Piñancocha	Perenne durante invierno y verano	297	Cerca al km 5+000	33581
Cuerpo de agua s/n	Perenne durante invierno y verano	231	Cerca al km 5+800	5184
Cuerpo de agua s/n	Perenne durante invierno y verano	440	Cerca al km 6+800	5559
Laguna Sisirín	Perenne durante invierno y verano	1400	Cerca al km 7+800	225000
Laguna Patul	Perenne durante invierno y verano	30	A partir del km 11	80811

Fuente: Cartas Topográficas IGM San Felipe de Molleturo y Chiquintad 1:50000 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA. 2019.

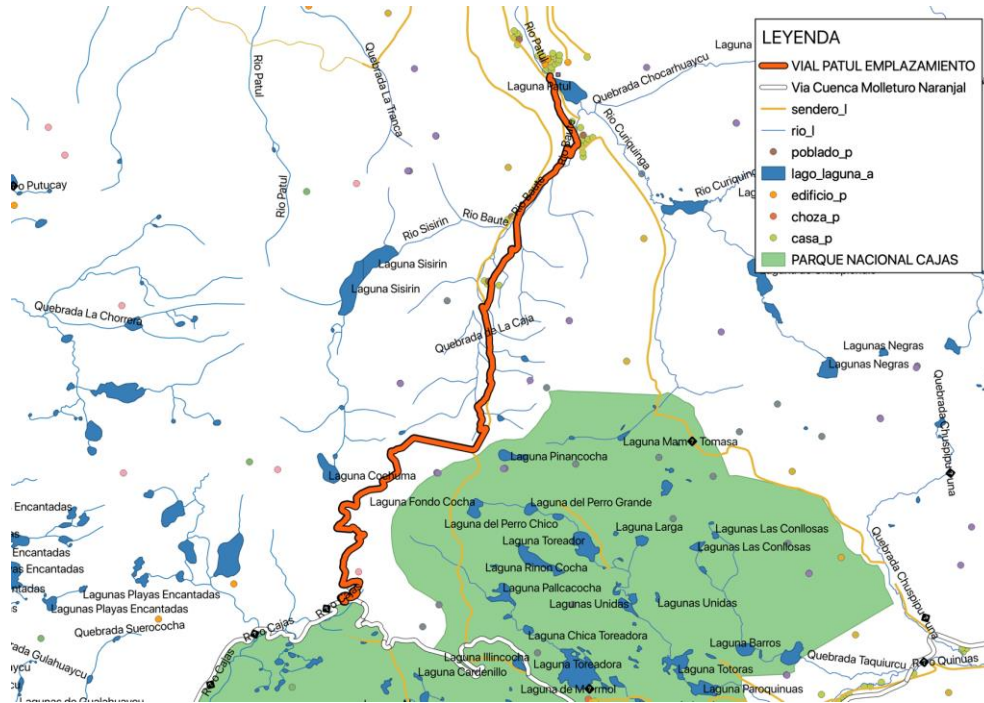


Figura 6-2: Lagunas, ríos y quebradas AID.

Fuente: Cartas Topográficas IGM San Felipe de Molleturo y Chiquitad 1:50000 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Para una mejor visualización de la situación geográfica de ríos, quebradas y lagunas, ver ANEXO MAPAS: HIDROGEOLOGÍA



a) Quebrada



b) Flujo de agua sobre roca



c) Quebrada



d) Cuerpo de agua



e) Laguna Patul



f) Río Baute

Fotografía 6-2: Cuerpos de agua.

Fuente: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.3.4 Calidad de agua

El proyecto “Estudios y diseños definitivos para la construcción de una vía de tercer orden desde la vía Cuenca Molleturo hacia la comunidad de Patul, parroquia Molleturo-Sayausi, cantón Cuenca, provincia del Azuay”, cruza dos microcuencas, y dos cuerpos de agua para consideración de los monitoreos: Una microcuenca menor correspondiente a la quebrada Paragüillas, en donde se estableció un punto de monitoreo de calidad de agua como línea base (Ver Anexo Mapa de monitoreos de calidad). Otra microcuenca es la del río Baute, donde se propusieron 2 monitoreos: uno aguas arriba del poblado de Baute y Patul en la “Quebrada de la Caja” y otro al final del trazado del proyecto vial, en la laguna de “Patul”, ya que esta recoge las aguas de la cuenca del río Baute que es atravesado por la vía aguas arriba.

Por lo tanto, se establecieron tres puntos de monitoreo y toma de muestras, los cuales son especificados en la propuesta de monitoreo y corresponden a los siguientes puntos:

Tabla 6-4: Puntos de calidad agua

Punto	Ubicación	Coord. X	Coord. Y
1	Se localiza en la laguna de Patul, que recibe las aguas del río Baute.	697054	9700553
2	Q. La Caja, junto a Guagua Cajón	696051	9696286
3	En la Q. Paragüillas	694478	9694383

Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Para una mejor visualización de los puntos revisar ANEXOS MAPAS: PUNTOS DE MONITOREO COMPONENTES FÍSICOS

Durante los días 9 y 10 de abril de 2019, se realizó la toma de muestras con el laboratorio acreditado. Los resultados (Anexo: informe de calidad de agua) fueron entregados y se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 6-5: Resultados monitoreo calidad de agua

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS			LIMITE MAXIMO PARA AGUAS PRESERVACIÓN VIDA ACUÁTICA ANEXO TULAS
		RIO PATUL	GUAGUA CAJÓN	QUEBRADA PARAGÜILLAS	
Aceites y grasas	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	mg/L	12	6	13	20
Tensoactivos MBAS	mg/L	< 0,010	0,022	0,030	0,5
Fosfatos	mg/L	1,6	1,2	1,6	N/A
Nitratos	mg/L	< 1,0	< 1,0	< 1,0	13
Oxígeno Disuelto	mg/L	7	6,6	7,1	> 80
pH	unid pH	7,1	6,8	7,1	6,5 - 9
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	< 100	< 100	< 100	N/A
Sólidos Suspendidos	mg/L	< 30	< 30	< 30	N/A
Sólidos Totales	mg/L	< 150	< 150	< 150	N/A
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,5
Turbidez	NTU	2,510	1,340	1,510	N/A
COLIFORMES FECALES NMP	NMP/100mL	7,5	5,1	1,0	N/A

Fuente: Informes 10320-1 10321-2 10320-3 ANAVANLAB y Anexo calidad de agua. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Como se puede observar en la tabla, los parámetros analizados mantienen una calidad de agua conforme con los límites máximos permisibles para aguas de preservación de vida acuática.

6.1.3.4.1 Índice de calidad de agua

“Un índice de calidad de agua, consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que caracterizan la calidad del agua. Su ventaja radica en que puede ser más fácilmente interpretado que una lista de valores numéricos” (Varcacel, et al, 2009).

Se escogieron los parametros de la tabla anterior para determinar el índice de calidad de agua WQI, utilizando la metodología formulada por “The National Sanitation Fundation, NSF” de los Estados Unidos (Torres, P. Cruz, C. Patiño, P. 2009), basada en parámetros que consideran como principales indicadores de calidad, afectados por un peso relativo, expresado normalmente como tanto por uno, en función de su importancia. Determina niveles de calidad del agua que permiten obtener el grado de contaminación y está expresado como porcentaje de pureza; es así que agua de muy mala calidad tendrá un WQI cercano o igual a 0%, en cambio que una agua de excelente calidad su índice será cercano a 100%., tal como lo reflejan los siguientes valores:

Tabla 6-6: Índice WQI valoración

Valor del WQI	Valoración Calidad	Color
<=25	Muy mala	
26 a 50	Mala	
51 a 70	Media	
71 a 90	Buena	
>90	Excelente	

Fuente: The National Sanation Fundation NSF Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Se determina a partir de un índice de calidad (Ii) para cada parámetro considerado, su peso relativo (Wi) y un índice para el conjunto de parámetros (WQI), estableciendo así, una correlación entre éstos y su influencia en el grado de contaminación. De esta manera el WQI

está formulado, a partir de una ecuación aditiva o multiplicativa. Para el presente análisis se utilizó la fórmula multiplicativa, por ser de mayor sensibilidad a la variación en los parámetros, reflejando un mayor cambio en la calidad. La fórmula es la siguiente:

$$WQI = \prod_{i=1}^n I_i^{W_i}$$

Donde:

- El subíndice *i* identifica a cada uno de los parámetros seleccionados para el cálculo
- *W_i* : Factor de Ponderación (Peso) del Parámetro *i* (Mayor peso, implica mayor orden de importancia)
- *I_i* : Evaluación cuantitativa en índice de calidad de los resultados obtenidos para el parámetro *i* WQI: Índice de Calidad de Agua global, para el punto de muestreo.

Los resultados se calcularon y se obtuvieron índices de calidad:

Tabla 6-7: Resultados WQI Vía a Patul.

PATUL		UNIDAD	VALOR	wi	subi	subi^wi
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	mg/L	12	0,1	30	1,41	
Fosfatos	mg/L	1,6	0,1	34	1,42	
Nitratos	mg/L	< 1,0	0,1	100	1,58	
Oxígeno Disuelto	mg/L	7	0,17	90	2,15	
pH	unid pH	7,1	0,12	91	1,72	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	< 100	0,08	87	1,43	
Turbidez	NTU	2,510	0,08	94	1,44	
Coliformes Fecales NMP	NMP/100mL	7,5	0,15	77	1,92	
Temperatura	°C	15	0,1	90	1,57	
RESULTADO					72,37	
GUAGUA		UNIDAD	VALOR	wi	subi	subi^wi
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	mg/L	6	0,1	53	1,49	
Fosfatos	mg/L	1,2	0,1	39	1,44	
Nitratos	mg/L	< 1,0	0,1	100	1,58	
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,6	0,17	85	2,13	
pH	unid pH	6,8	0,12	85	1,70	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	< 100	0,08	87	1,43	
Turbidez	NTU	1,340	0,08	96	1,44	
Coliformes Fecales NMP	NMP/100mL	5,1	0,15	80	1,93	
Temperatura	°C	15	0,1	90	1,57	
RESULTADO					76,86	
PARAGÜILLAS		UNIDAD	VALOR	wi	subi	subi^wi
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	mg/L	13	0,1	30	1,41	
Fosfatos	mg/L	1,6	0,1	34	1,42	
Nitratos	mg/L	< 1,0	0,1	100	1,58	
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,1	0,17	91	2,15	
pH	unid pH	7,1	0,12	91	1,72	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	< 100	0,08	87	1,43	
Turbidez	NTU	1,510	0,08	96	1,44	
Coliformes Fecales NMP	NMP/100mL	1,0	0,15	92	1,97	
Temperatura	°C	15	0,1	90	1,57	
RESULTADO					74,60	

Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.3.4.1.1 Discusión y comparativa de resultados

Para un mejor entendimiento de los resultados, a continuación se citan los resultados de una muestra de agua realizada en el año 2010 sobre aguas de páramo, a una altitud similar al proyecto, en la provincia del Tungurahua:

Tabla 6-8 Ubicación puntos de muestreo río Pachanlica

Nombre	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m.)
Río Pachanlica	17 N 0756700 844901	3.687

Fuente: Estudio de calidad del agua de formación de los humedales del frente Sur Occidental de Tungurahua, Calderón, M, 2010

Elaboración: Equipo Consultor, 2019

Tabla 6-9 Resultados de muestreo de agua río Pachanlica, provincia del Tungurahua

ÍNDICE WQI				
	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	VALOR WQI
1. DO	%	101,70	99	16,83
2. Coliformes fecales	col/100ml	0,00	100	16,00
3. Potencial hidrógeno	pH	6,07	58	6,38
4. DBO	mg/l 5d	0,40	78	8,58
5. Temperatura	°C	1,00	90	9,00
6. Fosfato total	mg/l	0,20	86	8,60
7. Nitrato	mg/l	0,02	97	9,70
8. Turbidez	NTU	1,39	78	6,24
9. Sólidos totales	mg/l	1290,00	20	1,40
ÍNDICE WQI:			0,83	



a) Resultados río Pachanlica WQI

b) Fotografía Río Pachanlica

Fuente: Estudio de calidad del agua de formación de los humedales del frente Sur Occidental de Tungurahua, Calderón, M, 2010

Elaboración: Equipo Consultor, 2019

Como se observa en los resultados, la calidad de agua para las tres muestras se pueden considerar como "Buena". Los parámetros que pese a estar bajo la norma pero que afectan los resultados son los fosfatos y DBO₅. En cuanto a la presencia de fosfatos se puede explicar tanto por factores naturales y antrópicos, siendo su presencia bajo los límites de la normativa. Para DBO₅ se explica su valor al ser agua en estado natural con contenido de materia orgánica en oxidación, con valores igualmente bajo la norma del TULAS.

Los resultados del río Pachanlica, al igual que en las 3 muestras de agua tomadas en el proyecto, mantienen un índice de calidad considerado "bueno". Sin embargo, al comparar los resultados sobre Patul (WQI=72,37), Q. La Caja (WQI=76,86) y Paragüillas (WQI=74,60), se observa que el río Pachanlica (WQI=83), tiene un índice con valor superior. Esto se da particularmente porque los valores del río Pachanlica mantienen mejores resultados sobre los parámetros de DBO₅ y coliformes fecales.

En este sentido, la demanda bioquímica de oxígeno tiene una relación inversa con la cantidad de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua. Por lo tanto, niveles altos de DBO₅ representan bajos niveles de oxígeno disuelto. A pesar de esto, los niveles de este parámetro están bajo los límites máximos permisibles del TULAS para aguas de preservación de la vida acuática.

La presencia de coliformes fecales es un indicador de la calidad de agua para consumo humano, en los medios acuáticos los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales, porque su origen es principalmente fecal. Al presentarse éstos en el agua indican que existe contaminación de tipo microbiológica, lo que puede provocar enfermedades intestinales en personas que la consuman. Los resultados de las tres muestras, sin embargo, están muy por debajo de los límites del TULAS, para agua de consumo humano.

6.1.3.5 Caudal y Régimen de crecidas

Se analizan los resultados obtenidos por medio del método racional aplicado a la microcuenca del río Baute:

Tabla 6-10 Resultados Análisis Cuenca

METODO RACIONAL APLICADO A MICRO-CUENCAS		
AREA:	14555030.4	m ²
LONGITUD:	5467.11	m
Δz :	410	m
C:	0.42	Coef. Esco
I:	24	mm/h
Tc=	39.68	minutos
Q=	40.75	m ³ /seg

Elaboración: Equipo Consultor, 2019

Esta última cuenca analizada es de extensión considerable de manera que se refleja un caudal alto respecto a los otros y como es lógico debido a que recolecta aguas de todas ellas.



Fotografía 6-3: Río Baute

Fuente: Equipo Consultor, 2019. Elaboración: Equipo Consultor,

El río Baute tiene un caudal perenne menor de 0.55 m³/seg, y un caudal pico calculado y evidenciado históricamente (última crecida 2015) de 40.75m³/seg, con resultados negativos para los lugareños.



Fotografía 6-4: Río Baute.

Fuente: Equipo Consultor, 2019. Elaboración: Equipo Consultor,

6.1.3.6 Usos principales del agua que serían afectados

De acuerdo al análisis de impactos realizado por capítulos posteriores, no se determinan afecciones críticas al recurso agua. Los efectos de la construcción son puntuales, mitigables y prevenibles. Los usos principales del agua a ser tomados en cuenta estarían relacionados con el uso recreativo, consumo de la comunidad y para preservación de la vida acuática. De acuerdo a los registros de SENAGUA los usos de agua otorgados para riego no se encuentran dentro del AID.

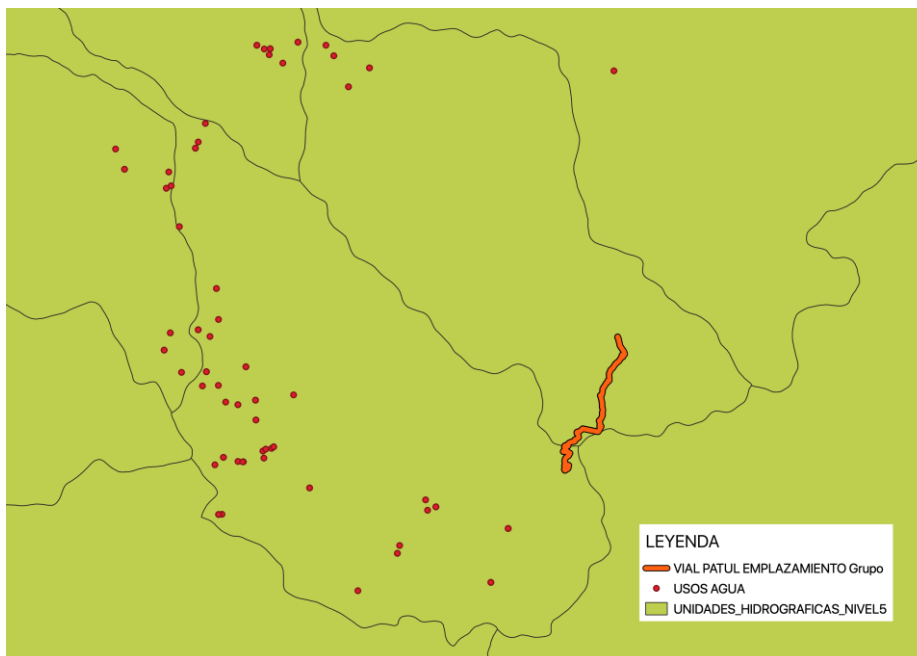


Figura 6-3: Concesiones de agua en microcuencas.

Fuente: SENAGUA concesiones de agua. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.4 Clima

El proyecto se ubica dentro del ecosistema neotropical del páramo, localizado ente el límite del bosque cerrado y las nieves perpetuas (Mena et al, 2011). El clima que caracteriza a la zona de estudio del proyecto es frío y húmedo. La variación de temperatura dentro de los páramos es extrema, con cambios que pueden ir de los 30° a 0° centígrados en un día.

El páramo se caracteriza por estaciones secas y húmedas más o menos diferenciadas, pero con cambios diarios y lloviznas mucho más importantes que los anuales. Por este motivo se dice que en el páramo “es verano todos los días e invierno todas las noches”.

El proyecto, al ser un área cercana al Parque nacional Cajas, presenta un clima muy similar respecto al sector norte. De acuerdo al Estudio de Actualización del Parque Nacional Cajas (INSIGMA, 2018), la precipitación media anual estimada, correspondiente al período 1970 – 2009, fue de 1.250 mm, con un valor mínimo de 750 mm y un máximo de 1.562 (Galeas y Guevara, 2011). Esto concuerda con la información correspondiente al último año (2015) obtenida en las estaciones meteorológicas de la Toreadora y Llaviucu que registraron valores de 1106 mm y 1111 mm, respectivamente.

Este rango se encuentra dentro de lo previsible para los páramos, donde la precipitación, a nivel general, es más bien moderada, variando de los 700 mm hasta los 3000 mm (Luteyn, Cleef y Rangel, 1992). Las condiciones de lluvia son extremadamente variables en espacio y tiempo, donde las intensidades son bajas a manera de llovizna (Buytaert, *et al.* 2006).

6.1.4.1 Rango Altitudinal

El ecosistema del páramo, por lo general se ubica entre los 3000 y 5000 msnm, mientras que el área de estudio donde se propone el emplazamiento de la vía tiene rangos altitudinales que varían de los 4200 msnm en el punto más alto (Loma La Caja) hasta los 3600 msnm al llegar a la comunidad de Patul.

6.1.4.2 Clasificación climática.

Se ha identificado el siguiente tipo de clima dentro del área de estudio:

6.1.4.2.1 Clima Ecuatorial de Alta Montaña

Ubicado sobre los 3000 m de altura. La temperatura fluctúa alrededor de 8°C, con máximos que raras veces rebasan los 20°C y mínimos que pueden ser inferiores a 0°C. La pluviometría anual es variable, comprendida entre 1000 y 2000 mm según la altura y la exposición de las vertientes. Las lluvias diarias son generalmente de larga duración pero con débiles intensidades y la humedad relativa es casi siempre mayor al 80 %. En la zona más baja, la vegetación natural es de tipo matorral y en la superior está compuesta por una espesa manta herbácea frecuentemente saturada de agua, denominada páramo. (Gordillo, 2009).

6.1.4.3 Índice ombrotérmico anual

Este índice mide la disponibilidad relativa y efectiva del monto anual de la precipitación en relación a las temperaturas medias anuales. El índice se calcula como:

$$I_o = P_p / T_p$$

Donde

- P_p = Precipitación positiva anual correspondiente a los meses con temperatura media mensual superior a 0°C,
- T_p = Temperatura positiva anual correspondiente a la suma de los meses de temperatura media mensual superior a 0°C en décimas de grados centígrados.

De acuerdo con los datos proporcionados por el MAE, en el catálogo de metadatos, el trazado intersecta con los ombrotipos siguientes:

Tabla 6-11: Ombrotipos del AID.

OMBROTIPO	I_o
Ultrahúmedo	>28.0
Hiperhúmedo Superior	21.0 - 28.0
Hiperhúmedo Inferior	14.0 21-0

Fuente: Modelo bioclimático para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2013
Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

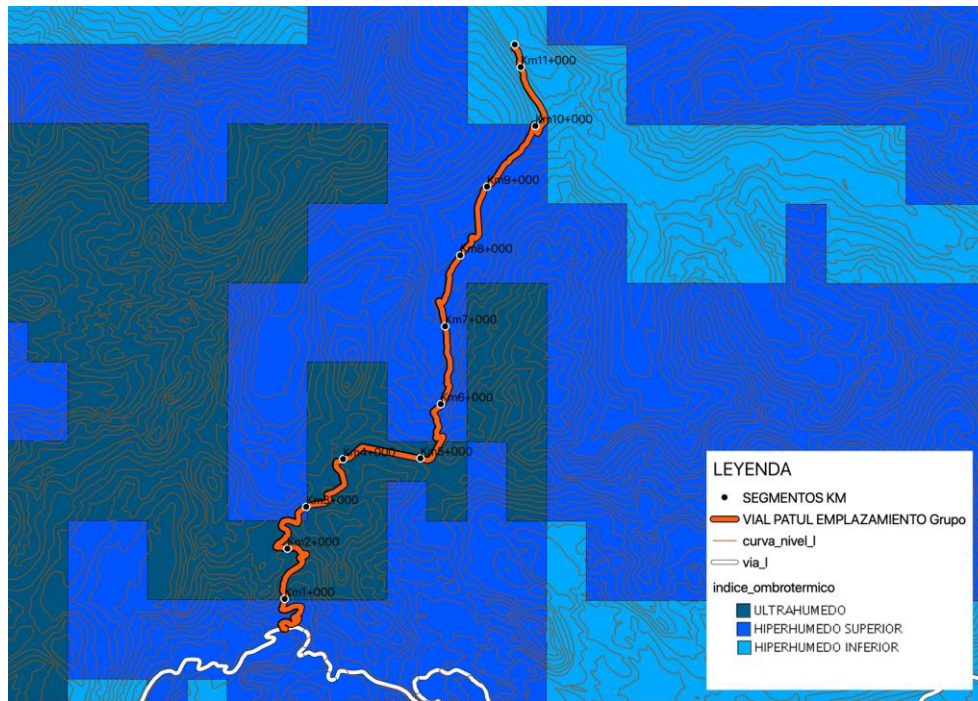


Figura 6-4: Ombrotipos del AID.

Fuente: Metadatos Modelo bioclimático para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2013 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.4.4 Índice de termicidad

Corresponde a la fórmula:

$$I_t = (T+M+m) 10$$

Donde:

- T = Temperatura media anual
- M = Media de las temperaturas máximas del año
- m = media de las temperaturas mínimas del mes más frío del año

Los resultados sobre el área del trazado son:

Tabla 6-12: Termotipos

TERMOTIPO	Lt	Tp
Orotropical Inferior	105 - 160	750 - 1050
Supratropical superior	160 - 240	1050 - 1575

Fuente: Metadatos Modelo bioclimático para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2013. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

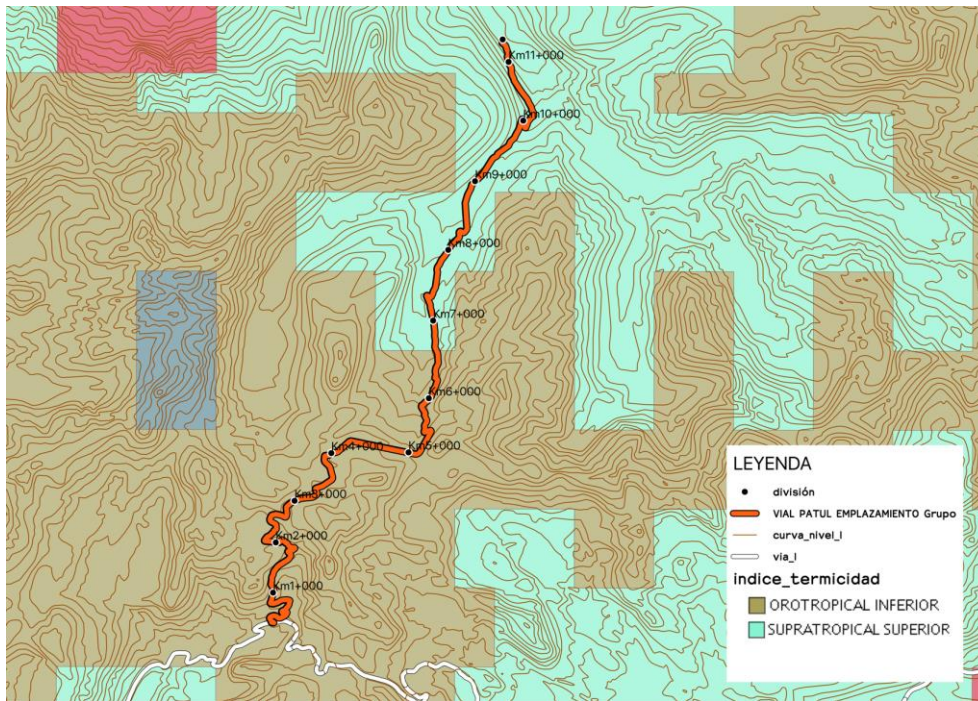


Figura 6-5: Termotipos

Fuente: Metadatos Modelo bioclimático para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2013. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.4.5 Bioclima

Los resultados obtenidos con los índices de termicidad y ombrotérmico dan como resultado un bioclima Pluvial para toda el área de influencia del trazado. En este tipo de bioclima la vegetación no registra meses de estrés hídrico.



Figura 6-6: Bioclima

Fuente: Metadatos Modelo bioclimático para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2013 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.4.6 Piso bioclimático

El área de influencia del proyecto corresponde con los pisos: montano alto superior y subnival.

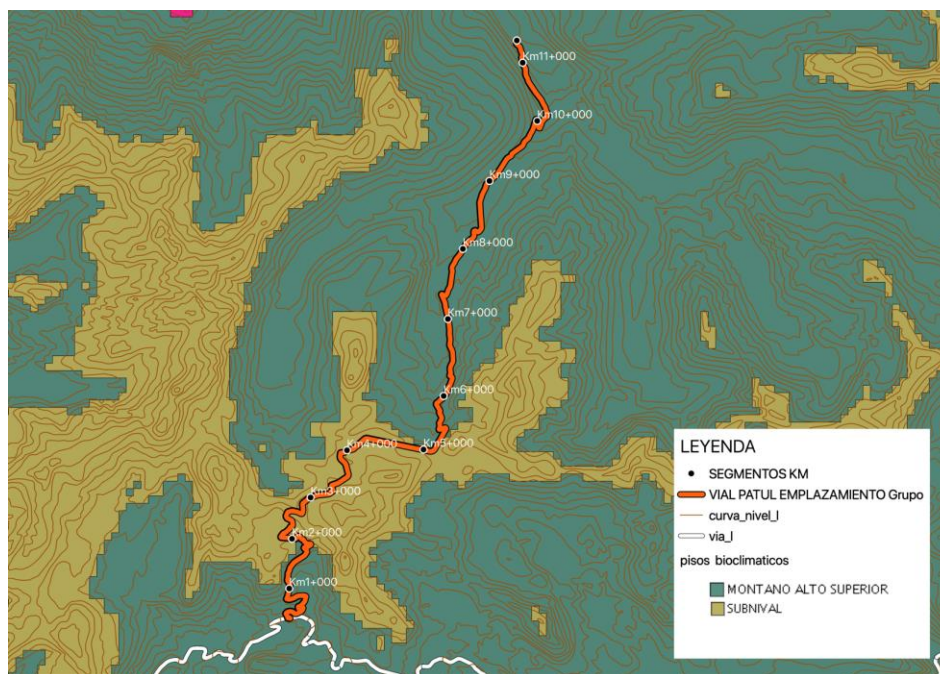


Figura 6-7: Pisos bioclimáticos


Fuente: Metadatos Modelo bioclimático para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental. MAE, 2013 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA. 2019

6.1.4.7 Meteorología

Se obtuvieron datos meteorológicos respecto a parámetros de temperatura promedio, temperatura máxima y mínima, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento, presión y precipitación. Todos los datos se registran con el promedio mensual desde

diciembre de 2012 hasta febrero de 2019. La estación meteorológica presenta el siguiente detalle:

Tabla 6-13: Detalles estación meteorológica Toreadora

	Nombre	Toreadora
	Tipo	Estación climática automática (AWS)
	Coordenadas Geográficas	79.22 W; 2.78 S; 3965 m.s.n.m.
	Coordenadas UTM	17 M 9692227 E; 697618 S; 3965 m.s.n.m.
	Ubicación respecto a la vía (Entrada Biscochos)	3.53 Km, azimut 111°

Fuente: Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca y Google Earth. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.4.7.1 Temperatura

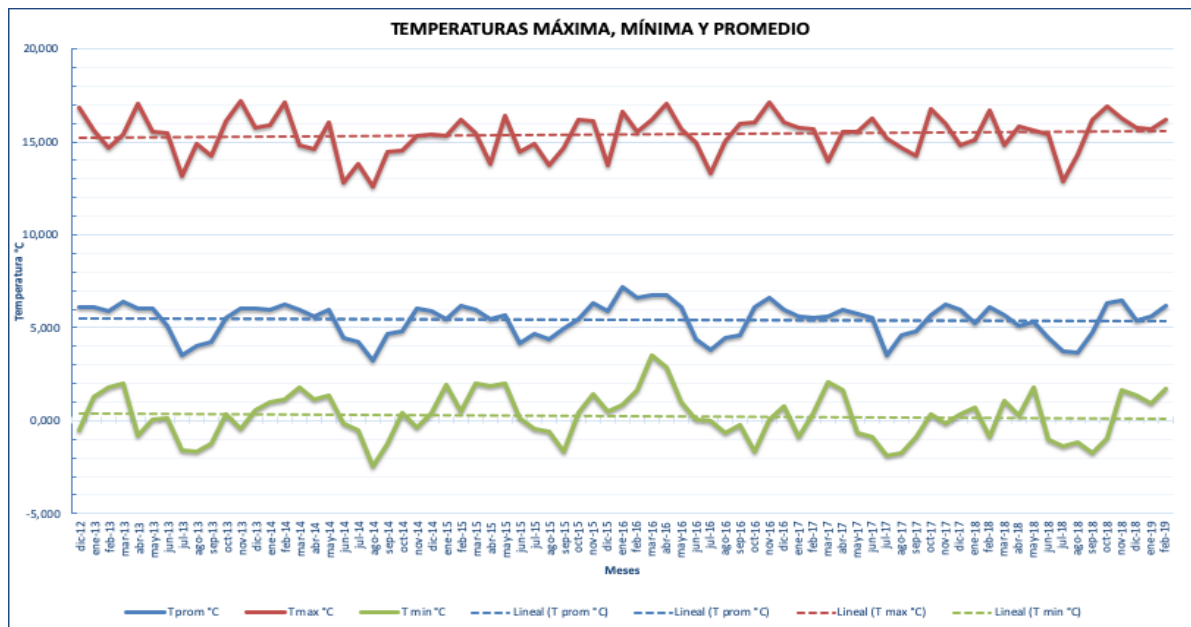


Figura 6-8: Temperatura máxima, mínima y promedio.

Fuente: Estación Toreadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Los registros muestran variaciones de temperaturas que van desde los 17° C a -3° C. El período más caluroso en general es el comprendido por noviembre, diciembre y enero, durante la estación conocida como “Veranillo”. Los meses más fríos son junio, julio y agosto. En promedio anual, los distintos rangos de temperatura se establecen de la siguiente manera:

Tabla 6-14: Temperatura condensado anual

Año	T prom. ° C	T max. ° C	T min. ° C
2013	5.415	15.438	0.040
2014	5.265	14.802	0.221
2015	5.388	15.093	0.678
2016	5.785	15.819	0.683
2017	5.403	15.378	-0.182
2018	5.187	15.489	-0.022
Promedio 6 años	5,407	15,337	0,236

Fuente: Estación Treadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.4.7.2 Humedad relativa

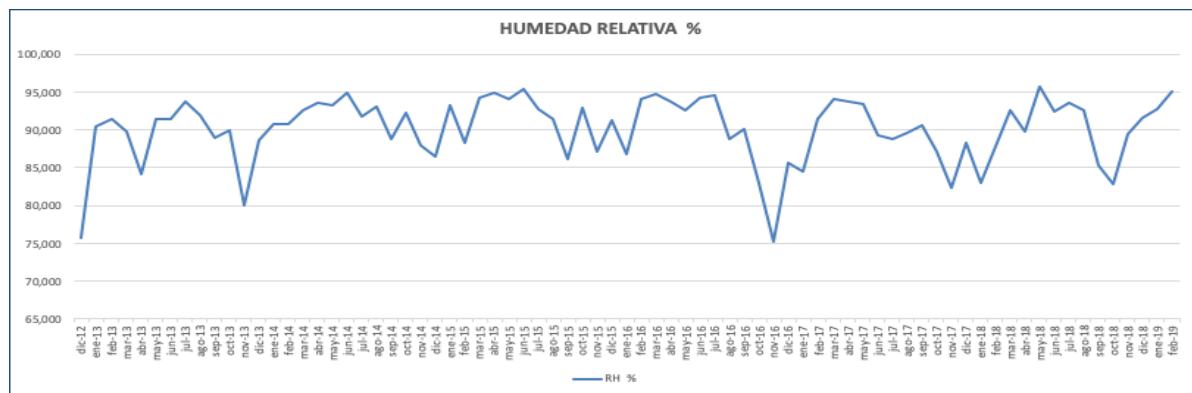


Figura 6-9: Humedad relativa

Fuente: Estación Treadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

La humedad relativa mantiene cierta variación conforme la temperatura, siendo los meses de noviembre, diciembre y enero los de menor humedad relativa, y los meses de abril, mayo y junio los de mayor humedad. El registro más alto alcanzado en los últimos años fue de 96% y el mínimo de 75%. La humedad relativa en promedio de los últimos 6 años alcanza un valor de 90%.

6.1.4.7.3 Radiación solar

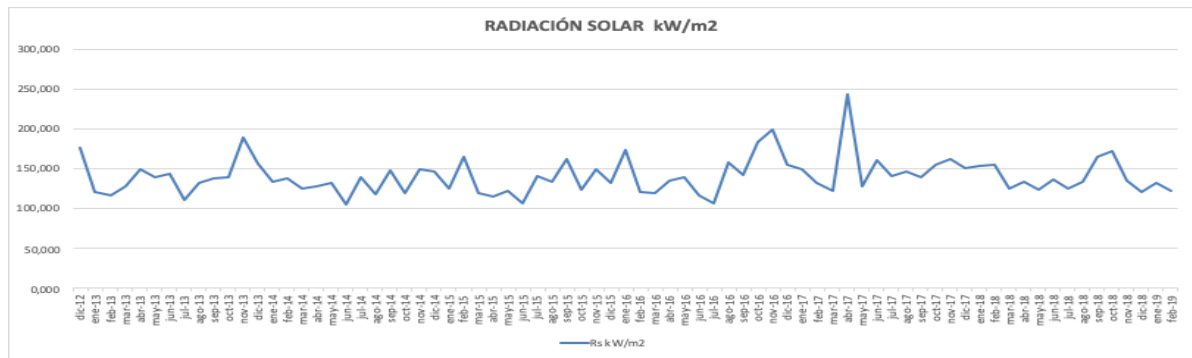


Figura 6-10: Radiación solar

Fuente: Estación Toreadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca
Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

La radiación solar promedio es de 140.47 kw/m². Se mantienen picos de radiación durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. Existe un valor extremo durante abril de 2017 respecto a la radiación.

6.1.4.7.4 Velocidad del viento

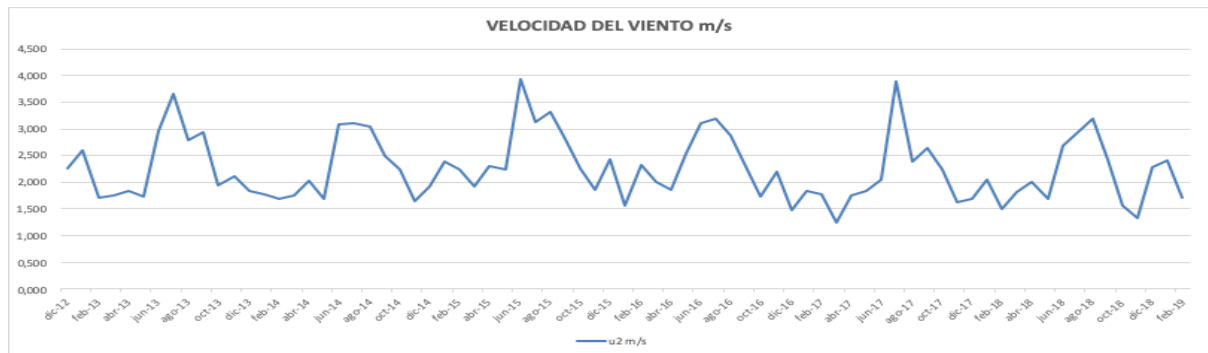


Figura 6-11: Velocidad del viento

Fuente: Estación Toreadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

La velocidad del viento es mayor durante los meses de junio – agosto, donde alcanza un promedio de 4 m/s. El promedio de velocidad del viento mensual es de 2.54 m/s.

6.1.4.7.5 Presión atmosférica

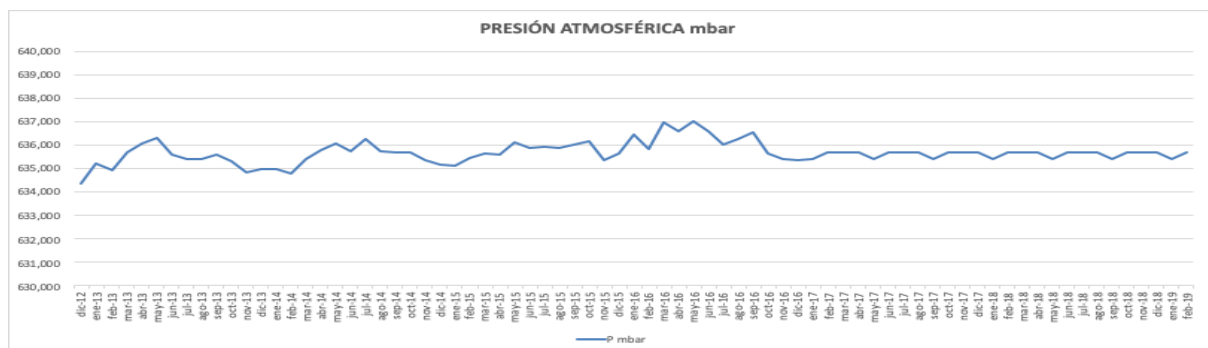


Figura 6-12: Presión atmosférica

Fuente: Estación Toreadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

La presión atmosférica varía de 634 a 637 mbar. A partir de octubre de 2016 se establecen dos valores fijos (635.386 y 635.686 mbar) para la estación por parte de la Universidad de Cuenca. El promedio de presión atmosférica es de 635.674 mbar.

6.1.4.7.6 Precipitación

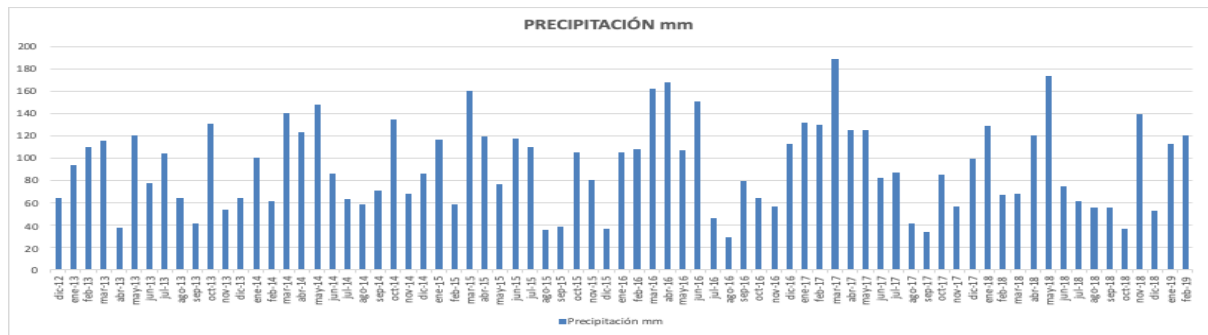


Figura 6-13: Precipitación.

Fuente: Estación Toreadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

La precipitación promedio mensual registrada en los últimos años es de 92.4 mm. Los meses de mayor precipitación son marzo, abril y mayo, donde se alcanzan precipitaciones de hasta 190 mm. Los meses más secos son julio y agosto. La precipitación anual acumulada es la siguiente:

Tabla 6-15: Precipitación acumulada anual

Año	Precipitación acumulada (mm)
2013	1016
2014	1144
2015	1058
2016	1189
2017	1188
2018	1037
Promedio 6 años	1105.5

Fuente: Estación Toreadora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.4.7.7 Evapotranspiración

Para el cálculo de la evapotranspiración (potencial) se utilizaron los datos obtenidos por la estación La Toreadora, respecto a temperatura media, además del número teórico de horas de sol. Se utilizó el método de Thornthwaite el cual consta de los siguientes pasos:

1. Se calcula un índice de calor mensual a partir de la temperatura media mensual (t)

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

2. Se calcula un índice de calor anual (I):

$$I = \sum i$$

3. Se calcula la ETP mensual "sin corregir" mediante la fórmula:

$$ETP_{sin\ corr} = 16 \left(\frac{10t}{I}\right)^a$$

- ETP sin corr = ETP mensual mm/mes, para 30 días y 12 hrs de sol (teóricas)
- t= temperatura media mensual

- l= índice de calor anual
- a=6,75x10⁻⁷.l3-7,71x10⁻⁵.l2+0,01792.l+0,49239

4. Corrección según el número de días del mes y el número de horas de sol:

$$ETP = ETP_{sin\ corr} \frac{N\ d}{12\ 30}$$

- ETP= ETP corregida
- N= número máximo de hrs de sol (tabulada)
- d= número de días del mes

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6-16: Cálculo Evapotranspiración Potencial

Año	ETP thr(mm/mes)/AÑO
2013	44,039
2014	43,921
2015	44,186
2016	44,244
2017	44,165
2018	43,862
Promedio 6 años	44,069

Fuente: Estación Toredora, Dpto. de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5 Recurso Suelo

6.1.5.1 Geología

La zona de influencia del proyecto está representada por formaciones del período Paleogeno. Se ubica en altitudes desde los 3600 msnm hasta los 4200 msnm.

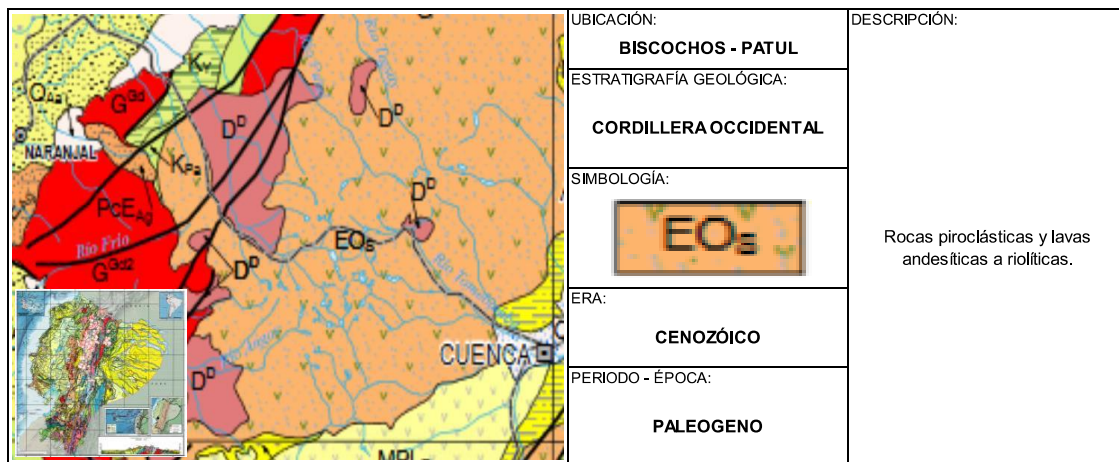
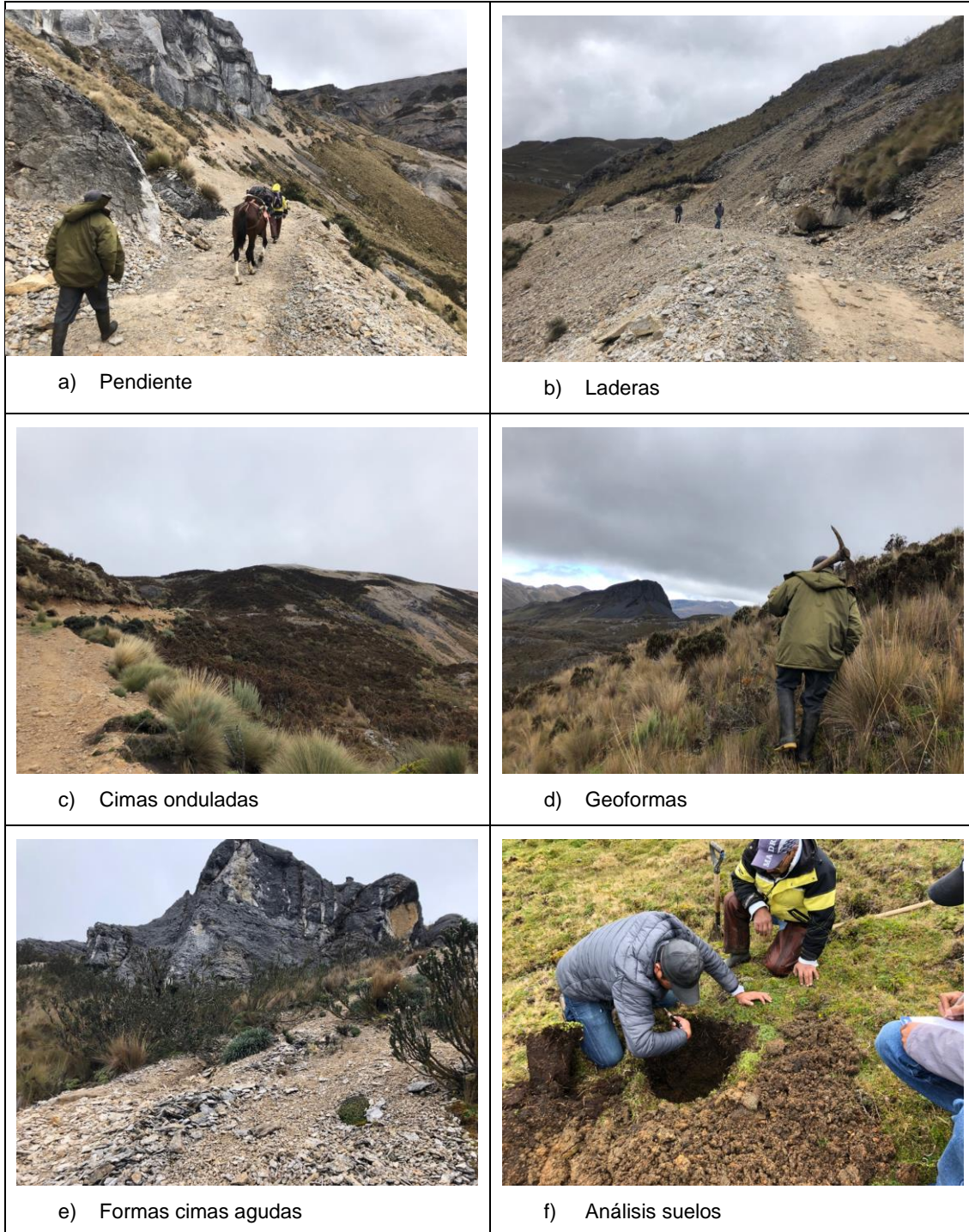


Figura 6-14: Geología de la zona.

Fuente: IGM 2017. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.



Fotografía 6-5: Geología, Geomorfología y Suelos.
Fuente: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.1.1 Formación Tarqui

Es una formación característica dentro de la sierra Sur de Ecuador. Está cubierta por una capa de depósitos volcánicos ligeramente consolidados y alterados. Predominan piroclastos, consistentes en aglomerados riolíticos o andesíticos y tobas. En la parte baja del proyecto, cerca de la laguna de Patul, así como en algunas zonas del AID, se encuentra además tilita del pleistoceno, producto del arrastre glaciar. La mayor parte de las rocas presentan alteraciones como resultado de procesos metasomáticos e hidrotermales.

6.1.5.2 Geomorfología

6.1.5.2.1 Dominio fisiográfico

Corresponde en toda el área del proyecto a “cimas frías de las cordilleras occidental y real”. Este dominio aparece con una notable fragmentación geográfica en toda su extensión. Con una altitud variable y paisajes típicos glaciares, también se incluyen franjas periglaciares que rodean los páramos del callejón interandino.



Figura 6-15: Dominio fisiográfico.

Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.2.2 Génesis

En el área predominan las geoformas cuyo génesis es:

Glaciar y periglaciar.- Son formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo en períodos glaciares, así como en zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno.

Poligénico.- En la parte más alta del trazado. Es una categoría reservada para áreas que tienen más de una forma o grupo y que son de difícil adscripción a uno concreto.

Laderas.- A la llegada a la laguna Patul. Son formas y depósitos relacionados con la evolución de las laderas o vertientes.

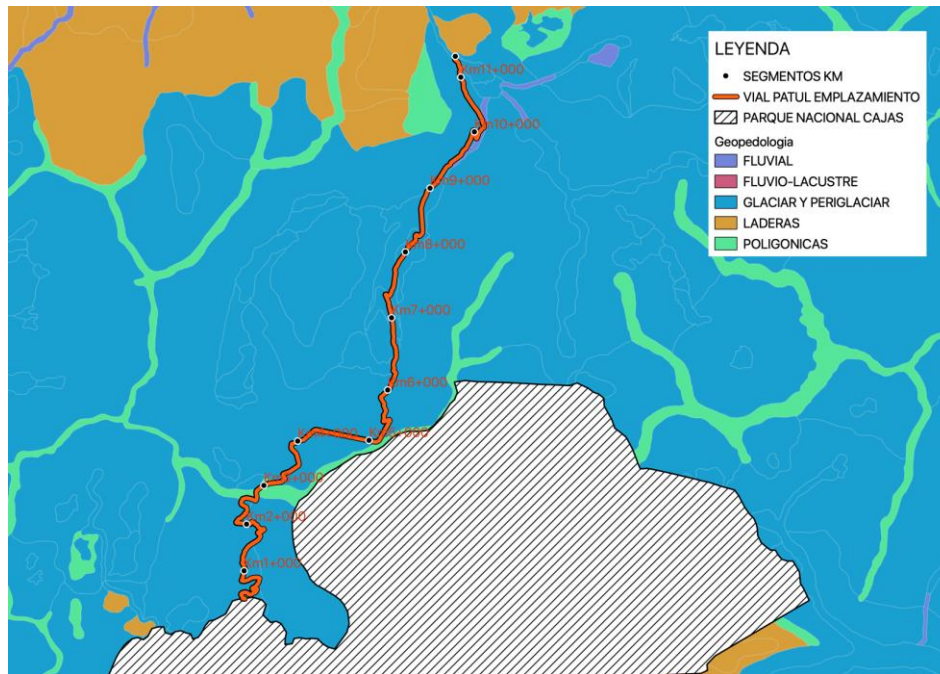


Figura 6-16: Génesis de las geoformas
Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.2.3 Formación

El área del proyecto está caracterizada por la formación Tarqui, descrita en el acápite de geología. Se presentan además depósitos aluviales, depósitos glaciares (sector Baute) y depósitos de ladera (derrumbe).

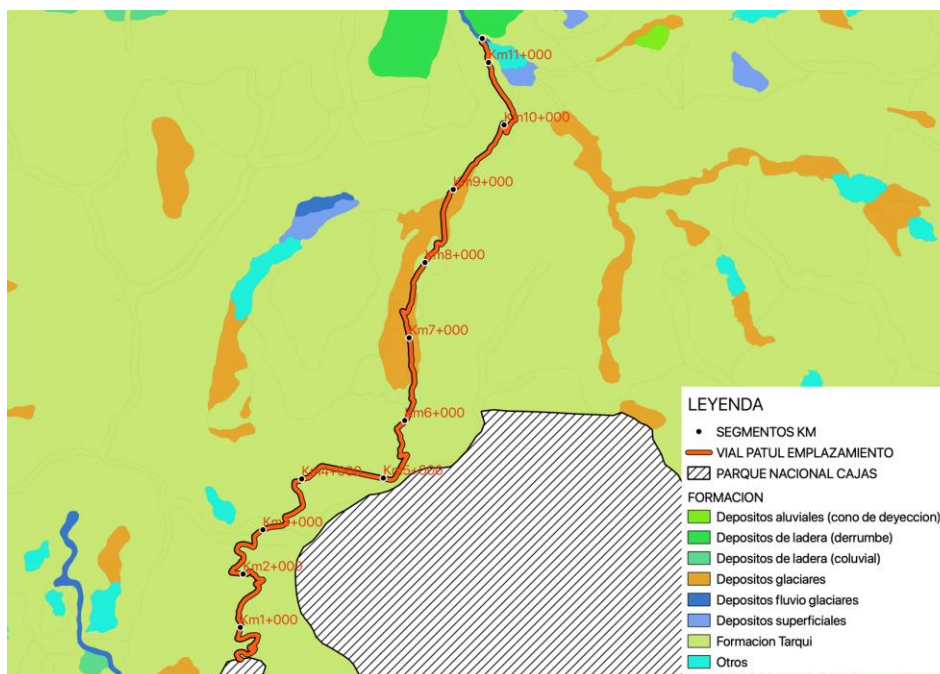


Figura 6-17: Formación
Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.2.4 Geoformas

6.1.5.2.4.1 Forma cimas

El trazado intersecta con formas de cimas agudas aproximadamente sobre los km 3+000 y 7+000. Al llegar a la zona de Patul, hacia el Oeste, existe una cima plana que no intersecta directamente con el trazado.

Desde el punto de vista paisajístico se puede observar que existen cimas con pendientes agudas y altamente pronunciadas y cóncavas. Existen también diversas formas redondeadas y convexas.

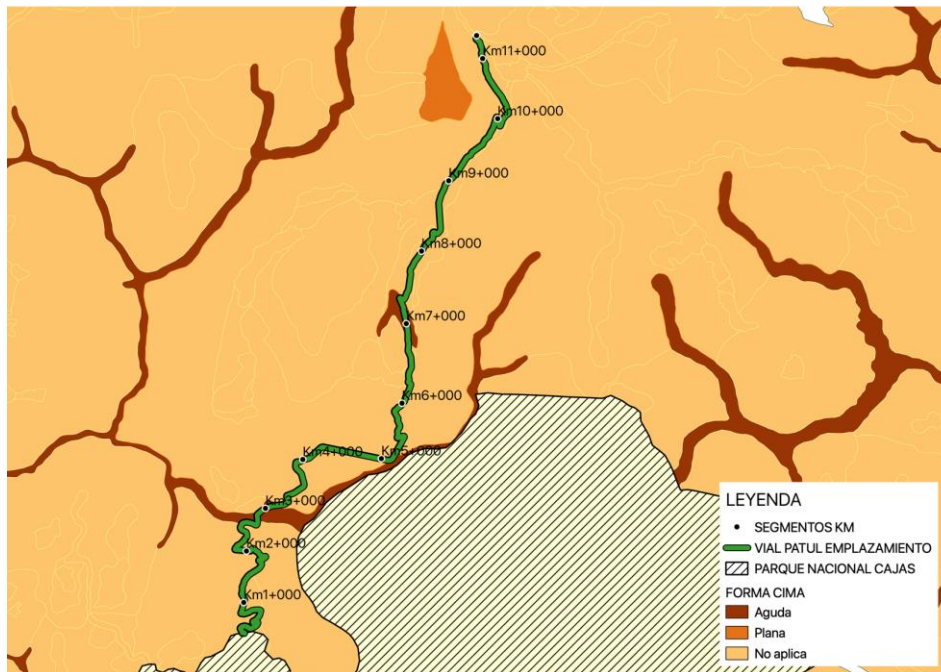


Figura 6-18: Forma de las cimas

Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.2.4.2 Forma valle

El trazado presenta un valle en forma de U entre los km 6+500 y 10+000 aproximadamente. En este valle se encuentra la comunidad de Baute.

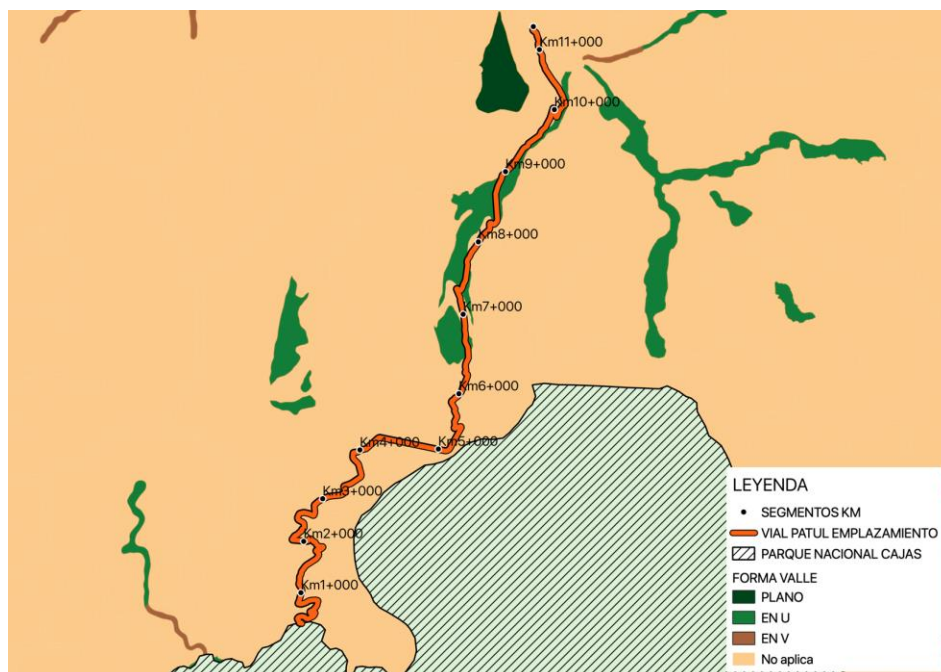


Figura 6-19: Forma de valle

Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.



a) Valle en forma de U



b) Valle Baute



c) Geoformas irregulares

Fotografía 6-6: Formas de valle
Fuente: KAWSUS CIA. LTDA. 2019.

6.1.5.2.4.3 Forma vertiente

La forma de la vertiente es cóncava en el km 7+000 aproximadamente. Las formas cóncavas están asociadas a cimas agudas. La mayor parte del trazado se caracteriza por formas mixtas (laderas, formas cóncavas, convexas, rectilíneas).

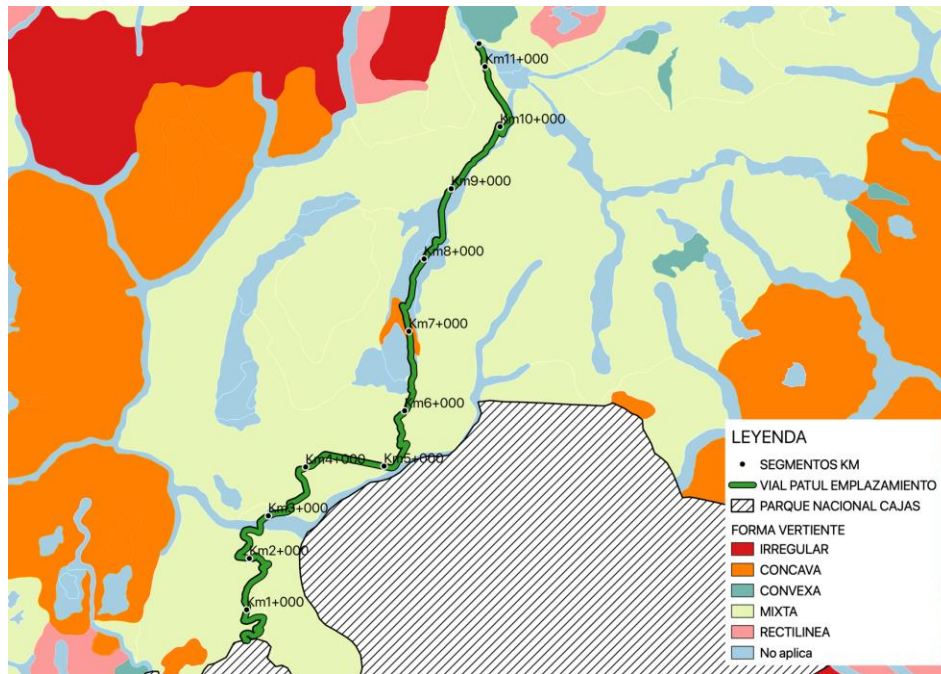


Figura 6-20: Forma de vertiente

Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA. 2019

6.1.5.2.5 Morfometría

6.1.5.2.5.1 Pendientes

El inicio del trazado corresponde a una pendiente fuerte hasta el km 2+750 aproximadamente. A partir de allí se presenta una pendiente media a fuerte que cruza la cima y luego desciende hasta el km 6+500 por una pendiente fuerte. En el sector de Baute la pendiente se vuelve suave y media y permite que se forme el valle en forma de U, característico de este sector. A partir del km 9 hasta llegar a Patul, la pendiente se vuelve nuevamente fuerte.

Para una mejor comprensión del grado de inclinación de las laderas en relación con la horizontal, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 6-17: Pendientes y equivalencias en grados.

Clase	Tipo	%	° Equivalente en grados
1	PLANA	0-2 %	0-1°
2	MUY SUAVE	>2-5%	>1°-3°
3	SUAVE	>5-12%	>3°-7°
4	MEDIA	>12-25%	>7°-14°
5	MEDIA A FUERTE	>25-40%	>14°-22°
6	FUERTE	>40-70%	>22°-35°
7	MUY FUERTE	>70-100%	>35°-45°
8	ESCARPADA	>100-150%	>45°-56°
9	MUY ESCARPADA	>150-200%	>56°-63°
10	ABRUPTA	>200%	>63°

Fuente: Manual Geomorfología, asignación de atributos MAGAP SIGTIERRAS Elaborado por: MAGAP SIGTIERRAS

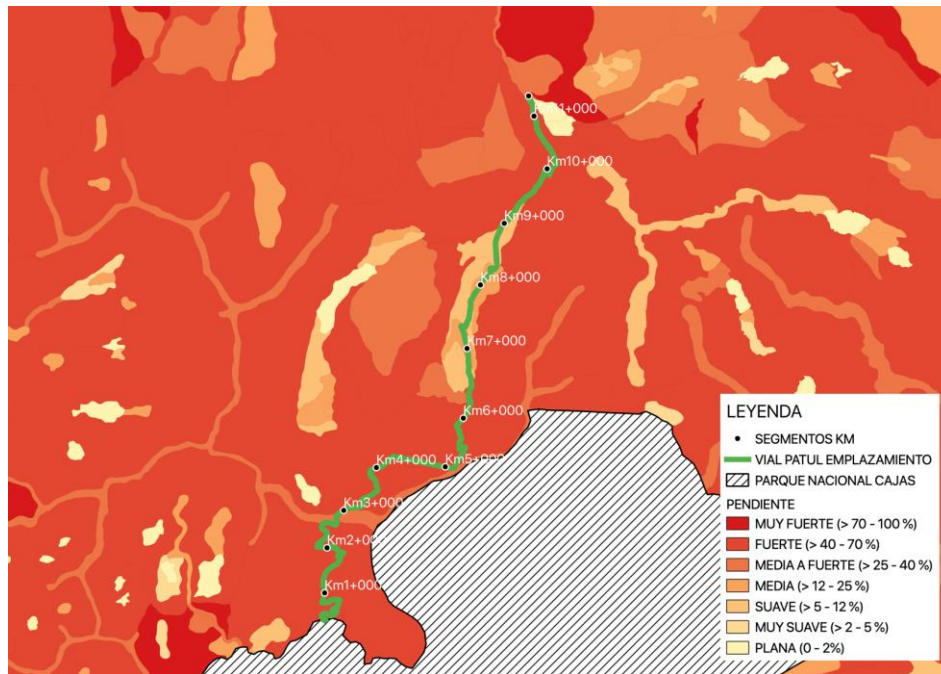


Figura 6-21: Pendientes

Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.2.6 Drenaje

6.1.5.2.6.1 Densidad de drenaje

La mayor parte del trazado presenta un drenaje grueso, salvo la zona del valle en Baute que mantiene un drenaje medio y fino.

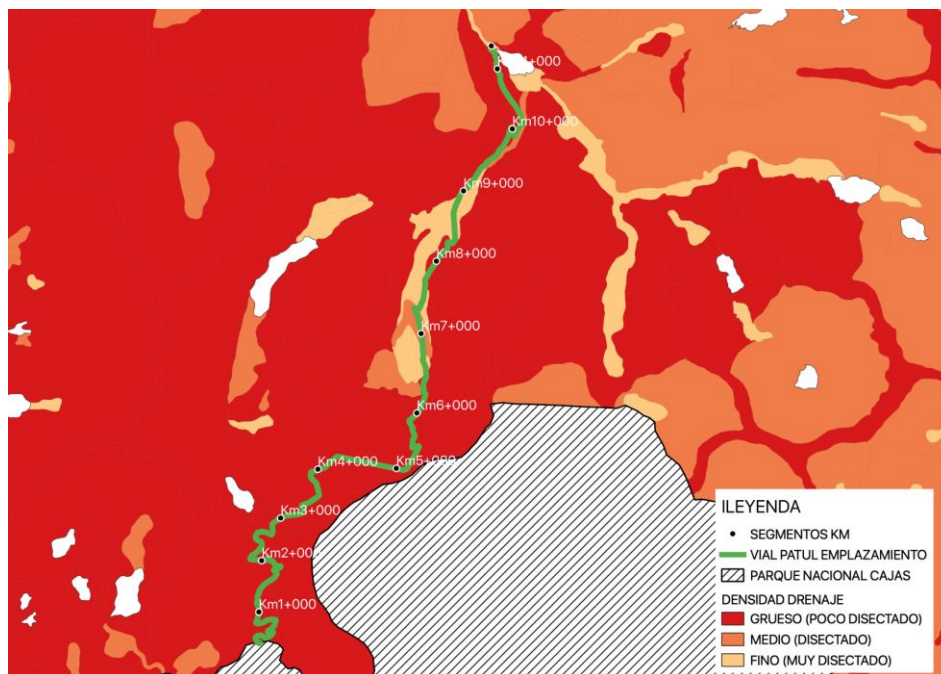


Figura 6-22: Drenaje

Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

La densidad de drenaje se define como la sumatoria de todos los cursos fluviales sobre el área considerada. De esta manera, se obtiene la siguiente tabla explicativa:

Tabla 6-18: Tipo de drenaje

Clase o tipo	Densidad
DRENAJE GRUESO (baja densidad)	<5 km/km2
DRENAJE MEDIO (media densidad)	5-12 km/km2
DRENAJE FINO (alta densidad)	>12 km/km2

Fuente: Manual Geomorfología, asignación de atributos MAGAP SIGTIERRAS Elaborado por: MAGAP SIGTIERRAS

6.1.5.2.6.2 Forma drenaje

Se presentan formas de drenaje dendrítico y subdendrítico. Por la naturaleza de sus formas y la altura, generan y dividen vertientes de agua.

Drenaje dendrítico.- Típico de rocas sedimentarias blandas y rocas homogéneas, en medio árido.

Drenaje subdendrítico.- Típico de rocas sedimentarias blandas y rocas homogéneas, en medio subhúmedo y húmedo.

Otras.- Formas desordenadas, centrípetas, anulares. En áreas sometidas a procesos glaciales.

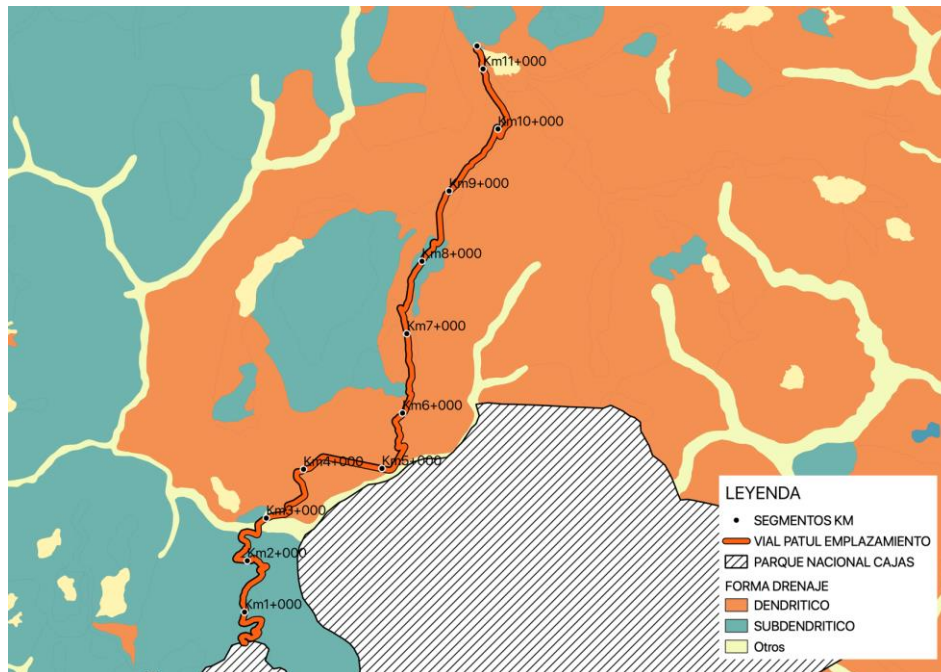


Figura 6-23: Forma drenaje.

Fuente: SNI Metadatos Ecuador. SENPLADES Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.3 Estabilidad de suelos (Geotecnia)

Se han identificado diversas fallas dentro del recorrido de la vía que, al ser una zona de pendientes y cuerpos de agua, pueden desprender y arrastrar materiales superficiales. A su vez se ha identificado que la mayor parte del recorrido tiene alta susceptibilidad a movimientos de masa.

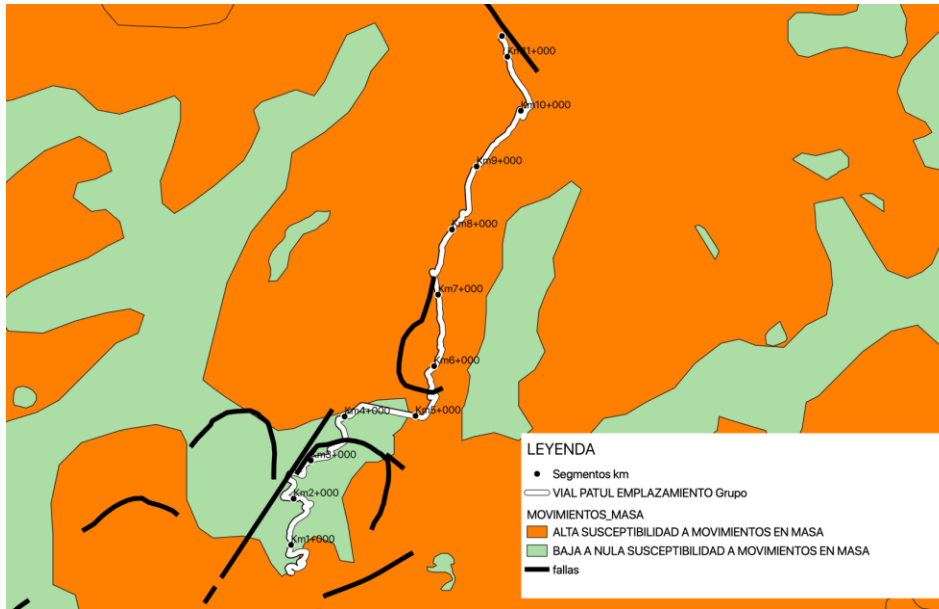


Figura 6-24: Movimientos de masa y fallas

Fuente: Cartografía PDOT GAD Molleturo. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

En cuanto a las fallas geológicas de mayor extensión, no se han identificado ninguna que concuerde con el trazado. Las fallas Peltetec, Jambelí - Naranjal y Girón - Cuenca están a más de 20 km de distancia del proyecto.



a) Pendientes



b) Deslave de materiales



c) Erosión rocas



d) Drenajes

Fotografía 6-7: Estabilidad de suelos.

Fuente: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.4 Fuentes de materiales (canteras)

Existen diversas actividades de minería y materiales dentro del cantón Molleturo, sin embargo, no se han identificado actividades de canteras o extracción de materiales dentro del área de influencia del proyecto.

6.1.5.5 Tipo de suelo

En el área de influencia se presentan suelos misceláneos, pero en su mayor parte su textura es de suelo franco arenoso. En la parte sur, cerca de la vía, predomina una superficie rocosa con evidencia de piroclastos, consistentes en aglomerados riolíticos, andesíticos y tobas. En la parte norte del proyecto, cerca de la laguna de Patul, así como en algunas zonas del AID, se encuentra además tilita del pleistoceno, producto del arrastre glaciar. La mayor parte de las rocas presentan alteraciones como resultado de procesos metasomáticos e hidrotermales.

6.1.5.6 Perfil del suelo

El área de influencia presenta una conformación rocosa en sus primeros kilómetros. A partir del km 3 aproximadamente, se pueden identificar andisoles.

6.1.5.6.1 Orden andisoles

Son suelos generalmente negros que se desarrollan a partir de depósitos volcánicos (ceniza volcánica, piedra pómez, lava) o de materiales piroclásticos. Manifiestan de poca a moderada evolución. Presentan un apreciable contenido de alófana (arcillas amorfas) y/o complejos de humus-aluminio, y una baja densidad aparente ($< 0,90 \text{ g/cm}^3$).

Estos suelos sufren un rejuvenecimiento frecuente y se enriquecen con los materiales nutricionales orgánicos. Son suelos con buena estructura, por lo tanto, con un buen drenaje y con buena retención de humedad. Generalmente, si están cercanos a los volcanes, su textura es gruesa y si están alejados de ellos, la textura es más fina como limosa o franco limosa.

Aunque su mayor limitación es su gran capacidad para retener el fósforo de forma no biodisponible para la asimilación por las raíces de las plantas, el aprovechamiento en nuestro país ha sido para los pastos. En zonas altas, como las cimas frías de las cordilleras occidental y real, se encuentran cubiertos por vegetación arbustiva de altura o páramo.

6.1.5.6.1.1 Suborden Cryands

Son andisoles más o menos bien drenados de las regiones frías. Suelos moderadamente extensivos.

6.1.5.6.1.2 Suborden Typic Melanocryands (DCCC)

Son suelos negros francos en superficie y franco arcillo-arenosos a profundidad, pH medianamente ácidos, % SB bajo, reacción al NaF (+) - fuerte, densidad aparente de $0,649 \text{ g/cm}^3$, fertilidad baja hasta mediana.



a) Análisis suelos



b) Ensayos penetrómetro dinámico



c) Ensayos penetrómetro dinámico

Fotografía 6-8: Análisis de suelos.
Fuente: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.7 Uso actual del suelo y conflictos potenciales

El Área de estudio está conformada por suelos de páramo y cuerpos de agua, con algunas zonas erosionadas, sobre todo en las cimas de los cerros del sector. En el sector de Baute, en el km 7 aproximadamente, se encuentran extensiones utilizadas como pastizales con dominancia de mezclas forrajeras.

Entre los conflictos de suelo identificados por el PDOT de Molleturo se encuentran los pastos con una densidad de 0-30 hab/ha; en pendientes del 0 a 50%; en suelos con aptitud de conservación.

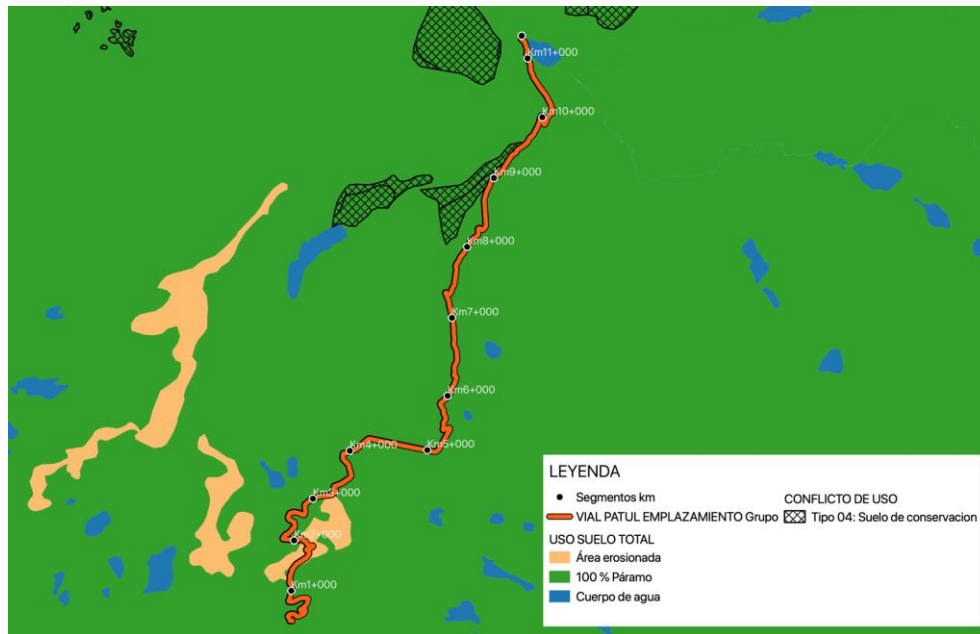


Figura 6-25: Uso de suelo y conflictos potenciales.

Fuente: Cartografía PDOT GAD Molleturo. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

6.1.5.7.1 Zonas bajo régimen especial de ordenamiento del territorio

El proyecto "Estudios y diseños definitivos para la construcción de una vía de tercer orden desde la vía Cuenca Molleturo hacia la comunidad de Patul, parroquia Molleturo-Sayausi, cantón Cuenca, provincia del Azuay" está ubicado dentro del bosque protector "Molleturo - Mollepungo", cuyos detalles de composición florística y de fauna serán tratados en el siguiente capítulo.

6.1.5.8 Calidad de suelos

Se realizaron dos muestreos de calidad de suelo con un laboratorio acreditado en los siguientes puntos:

Tabla 6-19: Puntos monitoreo de Suelo

PUNTO	REFERENCIA	COORD. X	COORD. Y
1	Junto a laguna Patul	697070	9700524
2	Junto a Q. Paragüillas	694231	9694517

Fuente: Informe ANAVANLAB informes 10319-1 y 10319-2 Elaborado por: KAWSUS CIA LTDA.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 6-20: Resultados monitoreo Suelos

PARÁMETRO	UNIDADES	PUNTO 1 JUNTO A RIO PATUL	PUNTO 2 Q. PARAGÜILLAS	TABLA 1. TULAS SUELO
Aceites y Grasas	mg/kg	256	< 100	N/A
Cobre	mg/kg	8,3	10,5	25
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	mg/kg	< 0,50	< 0,50	0,1
Niquel	mg/kg	< 15,0	< 15,0	19
pH	unid. pH	4,4	6	6 a 8
Plomo	mg/kg	< 20,0	< 20,0	19
Hidrocarburos totales de Petróleo	mg/kg	111,1	< 100,0	< 150
Azúfre	mg/kg	< 100	< 100	250

Fuente: Informe ANAVANLAB informes 10319-1 y 10319-2 y TULAS ANEXO SUELO Elaborado por: KAWSUS CIA LTDA.

Como se puede observar, los puntos muestreados están conformes con la normativa de la tabla 1 de recurso suelo, correspondiente al TULAS.

6.1.6 Recurso aire

6.1.6.1 Calidad (Estimación general)

Para estimar la línea base del recurso, se realizaron monitoreos de aire y ruido sobre el área de influencia del proyecto. La solicitud de monitoreos a la autoridad ambiental, informes del laboratorio y puntos de monitoreo georeferenciados, se encuentran en los respectivos anexos.

6.1.6.1.1 Calidad de Aire

Entre el 9 y 10 de abril de 2019 se realizó el análisis de calidad de aire ambiente sobre dos puntos de la vía.

Tabla 6-21: Resultados de monitoreo calidad aire ambiente

Punto	Coordenadas		Referencia	Parámetro	Expresado en	Resultado	Incertidumbre	Unidad de Medida	Fecha de análisis
	X	Y							
1	694393	9693805	Cercano a vía Cuenca - Molleturo Sector Biscochos	Monóxido de Carbono CO*	8 horas	184,85	...	ug/m ³	11/4/19
				Dióxido de Nitrógeno NO ₂	1 hora	2,68	(+/-0,19)	ug/m ³	11/4/19
				Dióxido de Azufre SO ₂	24 horas	N/D**	...	ug/m ³	11/4/19
2	696965	9700699	Población Patul	Monóxido de Carbono CO*	8 horas	264,2	...	ug/m ³	11/4/19
				Dióxido de Nitrógeno NO ₂	1 hora	2,39	(+/-0,18)	ug/m ³	11/4/19
				Dióxido de Azufre SO ₂	24 horas	N/D**	...	ug/m ³	11/4/19

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA

Los ensayos marcados con (**) no están dentro del rango de acreditación de A2LA

Fuente: ELICROM Informe ME-307-002-19 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Al ser el presente estudio de tipo ExPost, no se tienen fuentes fijas de combustión para comparación y referencia. Sin embargo, se adjunta un extracto del Anexo 4 del Libro VI del TULAS (AM 097A), correspondiente a calidad de aire ambiente:

4,1,2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente:

Dióxido de azufre (SO₂).- La concentración SO₂ en 24 horas no deberá exceder ciento veinticinco microgramos por metro cúbico (125 ug/m³),

Monóxido de carbono (CO).- La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10 000 ug/m³) no más de una vez al año. La concentración máxima en (1) una hora de monóxido de carbono no deberá exceder treinta mil microgramos por metro cúbico (30 000 ug/m³) no más de una vez al año.

Dióxido de nitrógeno (NO₂).- El promedio aritmético de la concentración de Dióxido de nitrógeno, determinado en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cuarenta microgramos por metro cúbico (40 ug/m³). La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder doscientos microgramos por metro cúbico (200 ug/m³).

6.1.6.1.2 Material particulado

Se obtuvieron mediciones a partir de un muestreo de 24 horas sobre 2 puntos. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 6-22: Resultados de monitoreo PM 2.5

Puntos	Descripción	Fecha	Tiempo de medición	Coordenadas		Valor encontrado PM 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentración corregida	Incertidumbre
				X	Y			
1	Camino a vía Cuenca - Molleturo	9/4/19	24 horas	694393	9693805	25,37	39,1	(+/-5,3)
2	Poblaciones Patul	9/4/19	24 horas	696965	9700699	5,13	6,99	(+/-1,1)

Fuente: ELICROM informe de ensayo ME-0307-003-19 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Al ser el estudio de tipo ExPost, no se tienen fuentes para comparación y referencia sobre material particulado. Sin embargo, se adjunta un extracto del Anexo 4 del Libro VI del TULAS (AM 097A).

4,1,2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente:

Material particulado menor a 2,5 micrones (PM_{2,5}).- El promedio aritmético de la concentración de PM_{2,5} de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM_{2.5} cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

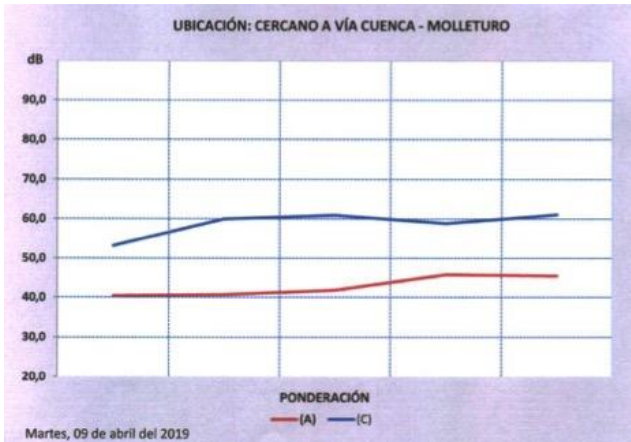
6.1.6.1.3 Ruido

Con fecha 9 de abril de 2019 se realizaron monitoreos en dos puntos para ruido ambiental específico. Los resultados se muestran a continuación:

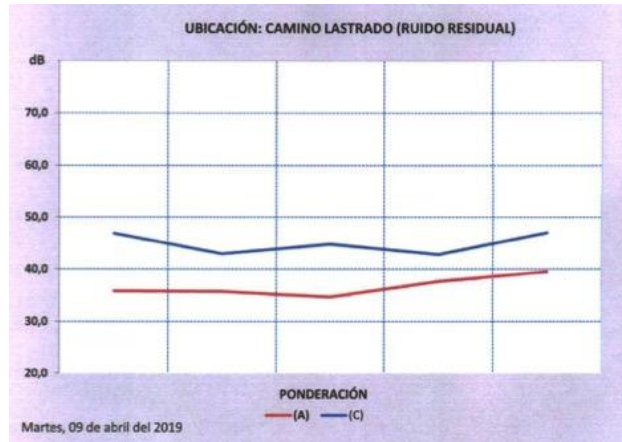
Tabla 6-23: Resultados monitoreo de ruido

Puntos	Fecha	Lugar de Medición	Ponderación	Coordenadas		Hora inicio	Hora fin	Tiempo medición	Ruido total Leq,t [dB]	Lmax [dB]	Lmin [dB]	Ruido Residual Leq,r [dB]	Ruido específico Lkeq-le [dB]	Lkeq-Le+Kbf [dB]	Incertidumbre [dB]
1	9/4/19	Cercano a vía Cuenca Molleturo	A	694414	9693798	09:16	09:18	2 MIN	43,5	56,7	33,7	37	42,3	48,3	[+/-5,2]
			C			09:19	09:21	2 MIN	59,5	69,5	42,1	45,3	59,4		
2	9/4/19	Diagonal a viviendas	A	697021	9700689	15:15	15:17	2 MIN	45,6	52,4	42,1	41,7	43,2	46,2	[+/-7,0]
			C			15:17	15:19	2 MIN	58,2	65,7	49,6	55,5	54,9		

Fuente: ELICROM informe de ensayo ME-0307-001-19 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.



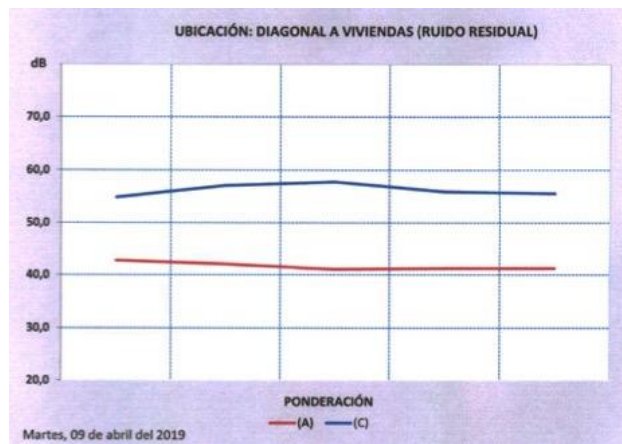
a) Punto 1



b) Punto 1 residual



c) Punto 2



d) Punto 2 residual

Figura 6-26: Resultados monitoreo ruido

Fuente: ELICROM informe de ensayo ME-0307-001-19 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Como resultado de monitoreo se obtienen niveles de ruido de 48,3 para el punto 1 y 46,2 para el punto 2. Las principales fuentes de ruido en ambos sectores se deben a presencia de fauna y vientos.

6.1.7 Conclusiones

- El área de estudio presenta un clima propio de los páramos, con una cantidad considerable de precipitaciones y temperaturas bajas que a su vez han desarrollado una flora, fauna y geoformas características. Es una zona con lluvias durante todo el año, sin embargo, la mayor precipitación se presenta en los meses de abril y mayo. Los meses de noviembre, diciembre y enero presentan una especie de veranillo seco.
- La geología está principalmente representada por la formación Tarqui, con un contenido litográfico de piedras Andesitas, Riolitas, Tobas y Tilitas.
- En cuanto a la geomorfología, existen diversos componentes que enmarcan las características de la zona. Entre ellos encontramos las vertientes glaciales y peri glaciales, formas de valles en V y en U, pendientes pronunciadas, formas dendríticas de los cauces y formas de cimas irregulares, así como onduladas. El paisaje del páramo característico ha sido fruto del último período glacial, aspectos meteorológicos y acciones sedimentarias.
- Es una zona de riqueza hídrica donde las aguas se separan hacia las cuencas del Pacífico y del Atlántico. La zona de estudio corresponde a la cuenca del río Cañar,

donde nace a partir de lagunas y quebradas de la parte más alta de la cordillera occidental.

- Los resultados de monitoreo de los parámetros de ruido, calidad de aire, suelo y agua dan evidencia de la buena calidad de los recursos en el entorno natural, el cual deberá ser prevenido y mitigado por medidas dentro del PMA.

6.1.8 Recomendaciones

- El proyecto de la construcción de la vía deberá tomar en cuenta las medidas de mitigación y prevención necesarias en cuanto a las dificultades de la geomorfología y el clima, así como a la protección de las cuencas hídricas, con el fin de llevar a cabo una construcción y operación de bajo impacto ambiental y social.