Informe de Respuesta Observaciones Subsistentes Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES DEL MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO (MIDAGRI)

OPINIÓN TÉCNICA N° 0008-2019-MINAGRI-DVDIAR/DGAAA-DGAA-CLCC

Servicio de Consultoría para la elaboración de los Planes de Rehabilitación de 7 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del Río Pastaza

Levantamiento de Observaciones Sitio S0104 (Botadero km 2)

PREPARADO PARA

FONDO DE PROMOCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERÚ

Profonanpe

ELABORADO POR

CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

Agosto, 2021

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 7

2. LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES 7

2.1. Observación N° 1 7
2.2. Observación N° 2 7
2.3. Observación N° 3 7
2.4. Observación N° 4 7
2.5. Observación N° 5 8
2.6. Observación N° 6 8
2.7. Observación N° 7 10
2.8. Observación N° 8 10
2.9. Observación N° 9 12
2.10. Observación N° 10 12
2.11. Observación N° 11 13
2.12. Observación N° 12 19
2.13. Observación N° 13 19
2.14. Observación N° 14 21
2.15. Observación N° 15 21
2.16. Observación N° 16 24
2.17. Observación N° 17 26

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Suelos Identificados en el Área del Proyecto de la Cuenca Pastaza.....11
Tabla 2. Suelos identificados en el Sitio S0104 (Botadero km 2).....11
Tabla 3. Capacidad de Uso Mayor Sitio S0104 12
Tabla 4. Categoría y Subclase de Uso.....13
Tabla 5. Uso Actual de suelos Sitio S0104.....13
Tabla 6. Cedula de Productos Agropecuarios 15
Tabla 7. Identificación de Flora Silvestre Protegida Según D.S. N° 043-2006-AG, UICN y CITES del Sitio S0104 (Botadero km. 2).....20
Tabla 8. Especies de Fauna con alguna categoría de conservación.....22
Tabla 9. Especies de Importancia Económica y Cultural del Sitio S0104 24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital correspondiente al 2005 con el análisis de Sitio S0104 9
Figura 2. Imagen satelital correspondiente al 2019 con el análisis del Sitio S0104 10
Figura 3. Distancia de las Áreas de Cultivo al Sitio S0104 (Botadero km 2) 14
Figura 4.Imagen satelital del 2005 con el análisis para determinar presencia de agricultura 16
Figura 5. Imagen satelital del 2019 con el análisis para determinar presencia de agricultura 17
Figura 6. Zonas de vida Holdridge.....19
Figura 7. Mapa de Escenario de Riesgos ante la Probabilidad de Ocurrencia del Fenómeno el Niño 25

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Área del Sitio S0104 donde no se ubican terrenos e cultivos y se observa la recuperación que tiene el Sitio. 18
Fotografía 2.Vista panorámica de alrededores del Sitio S0104, en esta no se observan terrenos o áreas de cultivos 18

LISTA DE ANEXOS

Anexo MIDAGRI	Observación N° 1
Anexo MIDAGRI	Observación N° 4
Anexo MIDAGRI	Observación N° 7
Anexo MIDAGRI	Observación N° 9
Anexo MIDAGRI	Observación N° 10
Anexo MIDAGRI	Observación N° 13

Levantamiento de Observaciones al Expediente "Servicio de Consultoría para la elaboración de los Planes de Rehabilitación de 7 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del Río Pastaza"

OPINIÓN TÉCNICA N° 0008-2019-MINAGRI-DVDIAR/DGAAA-DGAA-CLCC

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al levantamiento de observaciones remitida por el Oficio N° 870-2019-MINAGRI-DVDIAR/DGAAA-DGAA - Opinión Técnica N° 0008-2019-MINAGRI-DVDIAR/DGAA-CLCC, la cual contiene precisiones relacionadas a los 17 planes de Rehabilitación de 19 sitios impactados por actividades de hidrocarburos de las cuencas del Río Pastaza y Río Tigre dentro de la competencia del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).

2. LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

GEOLOGÍA

2.1. Observación N° 1

Detallar la litología según geología local.

Respuesta:

El detalle de la geología local se cita en el Capítulo 1 del "Informe Geológico Sitio S0104" en el ítem 1.5 (Aspectos Geológicos Locales), la descripción completa se presenta en el **Anexo MIDAGRI Observación N° 1**.

2.2. Observación N° 2

Citar los procesos de geodinámica interna como externa.

Respuesta:

Los procesos de geodinámica interna y externa se citan en el "Informe Geológico", ítem 1.4 (Aspectos Geodinámicos) que se presenta en el **Anexo MIDAGRI Observación N° 1**.

GEOMORFOLOGÍA

2.3. Observación N° 3

Indicar la pendiente máxima y mínima de la llanura amazónica donde se ubica el Sitio en evaluación.

Respuesta:

Las pendientes máximas y mínimas del Sitio S0104 (Botadero km 2), se presentan en el informe adjunto en el **Anexo MIDAGRI Observación N° 1**, ítem 1.2 Aspectos Geomorfológicos e Ítem 1.2.1 Pendientes.

2.4. Observación N° 4

Adjuntar un plano topográfico y un plano de pendientes.

Respuesta:

En el **Anexo MIDAGRI Observación N° 4**, se presenta el plano topográfico y el plano de pendientes.

2.5. Observación N° 5

Indicar las curvas de nivel del área en evaluación en todos los planos comprendidos en el informe, para ello podrá emplear información secundaria o emplear un software de simulación.

Respuesta:

El plano topográfico incluye curvas de nivel cada 0,25 metros entre curvas secundarias, se presenta en el **Anexo MIDAGRI Observación N° 4.**

2.6. Observación N° 6

En relación a los efectos ocasionados por los derrames y consecuente contaminación en el área delimitada, indique los cambios del paisaje con relación a los ecosistemas y belleza paisajística, de no existir también precisar.

Respuesta:

La descripción se presenta en el Informe Geológico (ver **Anexo MIDAGRI Observación N° 1**), específicamente en el ítem 1.6 Cambios Paisajísticos.

Por otro lado, el análisis de cambio de paisaje para el Sitio S0104 (Botadero Km. 2) se realizó mediante imágenes satelitales desde el año 2005 al 2019. Para las imágenes del 2005 y el 2020 se usaron imágenes de Google Earth™. No se encontraron imágenes previas al 2005. La clasificación se realiza de manera visual dado que el área del polígono es muy pequeña en base a la experiencia previa de la analista.

En la imagen satelital del año 2005, se aprecia que la mayor parte de la zona impactada ha recuperado la cobertura boscosa en el Sitio afectado S0104. (**Figura 1**).

Finalmente, en la imagen del año 2019 se puede apreciar que se la cobertura vegetal se ha recuperado en casi en su totalidad. (**Figura 2**).

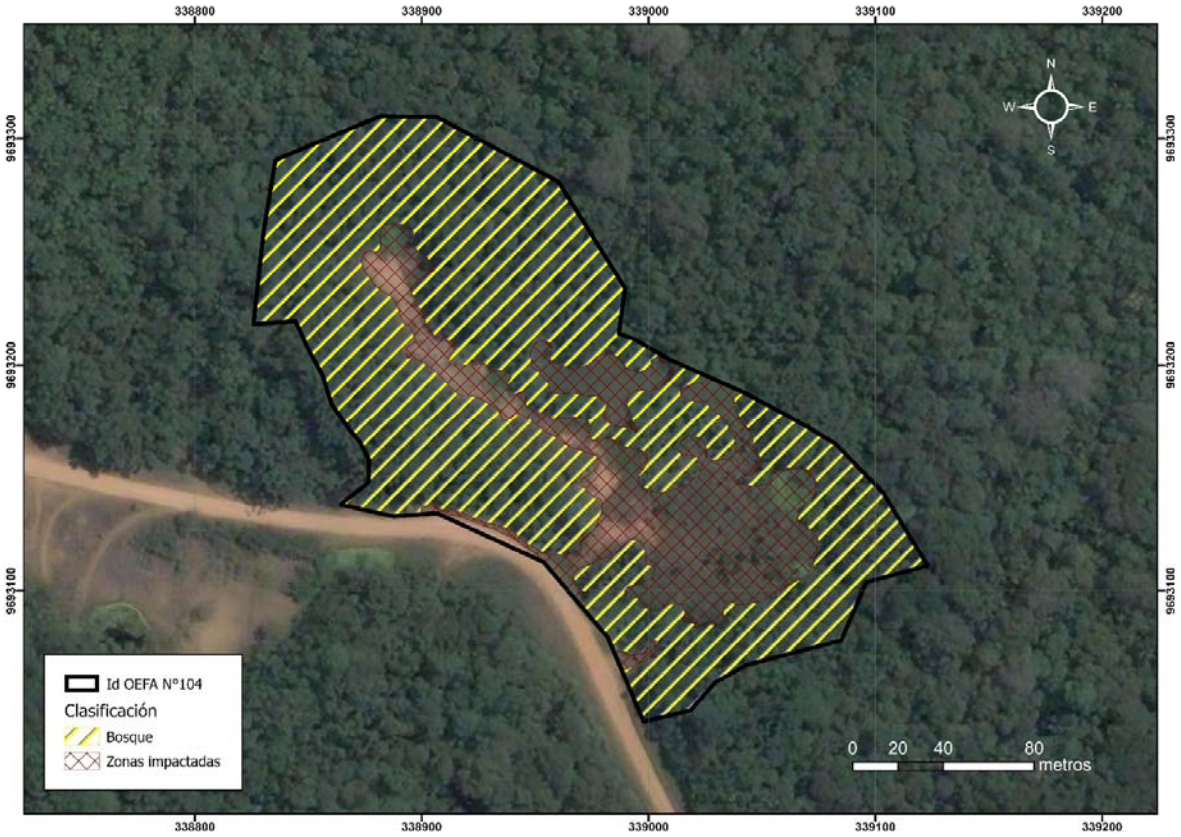


Figura 1. Imagen satelital correspondiente al 2005 con el análisis de Sitio S0104
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Figura 2. Imagen satelital correspondiente al 2019 con el análisis del Sitio S0104
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

2.7. Observación N° 7

Indicar y describir de forma específica: Precipitación, horas de luz, temperatura, velocidad y dirección de viento; en el año en que ocurrió el derrame y en adelante.

Respuesta:

La descripción de cada uno de los parámetros meteorológicos solicitados, se presenta en el en el Informe de Climatología y Meteorología del Sitio S0104 el cual se presenta en el **Anexo MIDAGRI Observación N° 7**.

SUELO

2.8. Observación N° 8

Ampliar la información de suelos con la información mínima establecida en el Decreto Supremo N° 13-2010-AG que aprueba el Reglamento para el Levantamiento de Suelos.

Respuesta:

La información edafológica y su respectiva interpretación práctica, en términos de Capacidad de Uso Mayor, proveniente del estudio "*Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la*

Microregión Pastaza-Tigre", del departamento de Loreto, realizado por ONERN-1984, a nivel de "Reconocimiento" sobre una superficie aproximada de 650000 ha.

El estudio mencionado ha sido objeto de actualización, sistematización, automatización y afinamiento de la información descriptiva y cartográfica del Recurso Suelo y su correspondiente Clasificación de Tierras, a cargo de la Dirección de Evaluación de Recursos Naturales (DERN-DGAAA-MINAGRI) el año 2016, realizada de acuerdo con las normas, reglamentos, sistemas de clasificación y lineamientos vigentes en el país; documento técnico que suministra información científica-práctica, como apoyo a las Instituciones públicas o privadas del país y usuarios en general, vinculados con la formulación de planes, políticas y estrategias a seguir en la planificación de desarrollo de las actividades agropecuaria-forestal.

Las unidades de suelos como las áreas misceláneas, han sido delimitadas e identificadas en el Mapa de Suelos mediante unidades cartográficas conformadas por Consociaciones (una unidad edáfica o área miscelánea, dominante) y Asociaciones (dos unidades edáficas proporcionales).

La descripción y mapeo de suelos, ha sido realizado tomando como base los criterios y normas establecidas en el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos (D.S. N° 013-2010-AG), el Manual de Levantamiento de Suelos o Soil Survey Manual (revisión-1993); asimismo, la clasificación taxonómica ha sido realizada siguiendo las definiciones y nomenclatura establecidas en la Taxonomía de Suelos, del Sistema del Soil Taxonomy (2014); ambos, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Así mismo, la clasificación determinada, ha sido correlacionada con la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo FAO (2007).

La información edáfica que contiene el presente trabajo toma en cuenta los rasgos fisiográficos, geológico-litológicos, ecológicos y las características morfológicas, físico-mecánicas, químicas y biológicas de los suelos; que ha permitido realizar la actualización de la *Clasificación Natural o Taxonómica* a nivel de *Subgrupo de Suelos,* a escala 1:100 000.

Tabla 1. Suelos Identificados en el Área del Proyecto de la Cuenca Pastaza

SOIL TAXONOMY 2014				FAO 2007	Unidades de Suelo
Orden	Suborden	Gran Grupo	Sub Grupo	Grupo	
Entisols	Aquents	Epiaquents	Typic Epiaquents	Gleysoles	Bajial (Bj)
	Fluvents	Udifluvents	Typic Udifluvents	Fluvisoles	Isla (Is)
					Marcella (Ma)
					Andoas (An)
Inceptisols	Aquepts	Epiaquepts	Typic Epiaquepts	Gleysols	Aguajal 2 (Ag2)
	Udepts	Dystrudepts	Typic Dystrudepts	Cambisols	Río Tigre (RT)
					Forestal (Fo)
					San Jacinto (SJ)
					Soldado (Sd)
					Frontera (Ft)
					Colina (Cl)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Asimismo, en el Sitio S0104 se presentan los suelos que se presentan en la **Tabla 2**

Tabla 2. Suelos identificados en el Sitio S0104 (Botadero km 2)

Descripción de Suelos	Símbolo de Suelos	Soil Taxonomy
Soldado	Sd/C	Typic Dystrudeps

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

2.9. Observación N° 9

Actualizar la información de Capacidad de Uso Mayor de Suelos, en función a la normativa vigente.

Respuesta:

La información Edafológica para el Área del Proyecto proviene de estudios efectuados en la zona[1] que sirvió de base para la determinación de los pronósticos o lineamientos sobre su comportamiento y aprovechamiento bajo sistemas de manejo, uso y conservación del recurso suelo, en armonía con su entorno ambiental y de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG) en términos de su aptitud potencial de uso. En la **Tabla 3** se presentan las Descripciones de la Clasificación de Tierras.

Tabla 3. Capacidad de Uso Mayor Sitio S0104

Paisaje	Sub-Paisaje	Elementos del Paisaje	Símbolo-Fisiografía	Descripción-CUM	Símbolo-CUM	Descripción-Suelos	Símbolo-SUELOS	superficie	
								Ha.	%
Colinas del Terciario superior (Arcillas, areniscas, margas)	Lomadas	Fuertemente inclinada (8 - 15%)	CLS/C	Tierras aptas para Cultivos Permanentes, de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y riesgo de erosión	C3se	Soldado (Sd) Tipic Dystrudepts	Sd/C	3.76	100

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

La información de Capacidad de Uso Mayor se detalla en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor y se presenta además el Estudio Edafológico en el **Anexo MIDAGRI Observación N° 9**.

2.10. Observación N° 10

Incorporar información de Uso Actual de Suelos, usando la clasificación de la UGI.

Respuesta:

La información obtenida y recopilada en campo, además con la interpretación analógica de las imágenes satélite Landsat™ 2016, Imageri basemap Maxar-Esri 2012, ha sido utilizada para la Clasificación del Uso de la Tierra y su distribución sistemática según las categorías propuestas por la Unión Geográfica Internacional UGI (vigente en la DERN-DGAAA del MINAGRI, sistema de clasificación que, establece 9 categorías según el grado de intensidad del uso de la tierra, de las cuales 7 categorías no se adaptan a la realidad espacial del área del Proyecto: "Rehabilitación de Sitios Impactados por las actividades de hidrocarburos en las cuencas del Río Pastaza y Río Tigre.

La Clasificación de Uso de la Tierra (UGI) comprende las siguientes categorías:

- Áreas dedicadas a usos urbanos e industriales, y/o instalaciones gubernamentales y/o privadas (1).
- Las cuatro siguientes categorías (2, 3, 4 y 5), está referida a áreas destinadas a los diferentes usos agrícolas, comprendiendo los ocupados por los cultivos de hortalizas, frutales, cultivos diversos y praderas mejoradas.

[1] "Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microregión Pastaza-Tigre", del departamento de Loreto, realizado por ONERN-1984, a nivel de "Reconocimiento" sobre una superficie aproximada de 650,000 ha.

- Las dos siguientes (6, 7) corresponden a tierras ocupadas por pastos naturales y bosques.

Dos categorías más (8) referidas a terrenos no productivos; que están referidos a los pantanos, ciénagas; (9) Terrenos sin uso y/o improductivos, categoría que clasifica a los terrenos, que se encuentran en barbecho o en descanso temporal después de la cosecha.

Tabla 4. Categoría y Subclase de Uso

CATEGORIA Y SUBCLASE DE USO
1. Áreas Urbanas y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas
2. Terrenos con Cultivos de Hortalizas
3. Terrenos con Frutales y Cultivos Perennes
4. Terrenos con Cultivos Extensivos
5. Área con Pastos Mejorados Permanentes
6. Área con Pastos Naturales
7. Terrenos con Bosque
- Terrenos con bosque secundario
- Terrenos con bosque primario o clímax
8. Terrenos pantanosos y/o cenagosos
- Terrenos hidromórficos
9. Terrenos sin uso y/o improductivos
- Tierras eriazas, descanso, barbecho, cajas de río, lagunas

Fuente: Clasificación de Uso Actual de las Tierras. DERN-MINAGRI

En la siguiente tabla se presenta el uso actual del suelo en el Sitio S0104.

Tabla 5. Uso Actual de suelos Sitio S0104

Categoría	Clases	Superficie	
		Ha.	%
Áreas urbanas y rurales, industriales instalaciones Gubernamentales y privadas	Acceso	0.63	5.94
Terrenos con Bosques	Bosque Secundario	9.99	94.06
Superficie Total		**10.62**	**100**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En el **Anexo MIDAGRI Observación N° 10** se presenta el Mapa de Uso Actual de suelo.

2.11. Observación N° 11

Indicar la distancia de las áreas de cultivo a los Sitios Impactados, así como su respectiva cédula e indicar si en el área cultivada se registró o registra la presencia de hidrocarburos.

Respuesta:

Las áreas de cultivos se encuentran distantes a la zona de impactada del Sitio S0104 tal como se aprecia en la **Figura 3**. En general las áreas de cultivo de la Comunidad Nativa 12 Nuevo Porvenir están a una distancia promedio 4 kilómetros lineales del Sitio S0104.

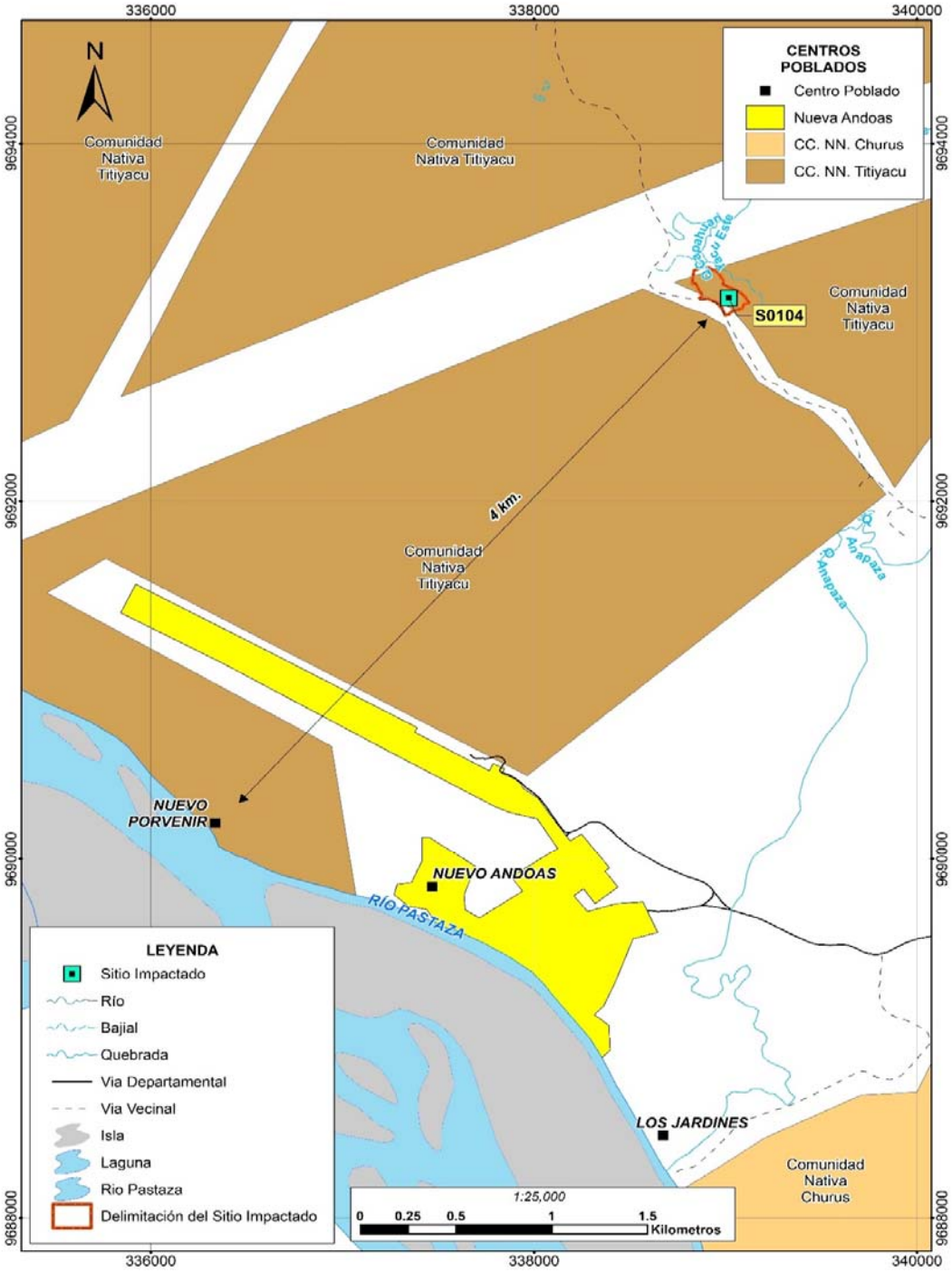


Figura 3. Distancia de las Áreas de Cultivo al Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Los principales cultivos según información presentada en el Plan de Rehabilitación ítem 2.3 Grupos de Interés, sub ítem 2.3.8.1 Agricultura y ganadería, son las siguientes:

Tabla 6. Cedula de Productos Agropecuarios

N°	Agricultura	Destino
1	Plátano	Consumo y venta
2	Yuca	
3	Maíz	
4	Tomate	
5	Toronja	
6	Limón	
7	Cocona	
8	Papaya	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2021.

Generalmente las áreas de cultivo en la zona de selva, si bien es cierto, se caracterizan por ser migratorias y desarrolladas en extensiones pequeñas, también se realizan en zonas accesibles y cercana a las comunidades o las vías (vías vecinales) que usan en la zona principalmente ríos o quebradas que sean navegables. El Sitio S0104, está ubicado sobre una terraza alta sobre el margen occidental de la vía que conduce desde Nuevo Andoas hasta el campo Capahuarí Norte; esta carretera está construida con material de afirmado y permite el tránsito de maquinaria pesada.

Para el caso del Sitio S0104 durante los trabajos de campo no se encontraron terrenos de cultivos cerca o alrededores del Sitio, aún más, se recorrió Sitios aledaños y que están en promedio dos kilómetros a la redonda y no se evidencio agricultura. Asimismo, el personal de apoyo local de la comunidad, que acompaño en los trabajos de levantamiento en campo afirmo que por la zona no se lleva a cabo actividades de agricultura (por lo alejado de la comunidad), solo se realizan actividades de caza.

Para el presente caso, al no contarse con fotografías aéreas desde la fecha en que ocurrieron los derrames hasta la actualidad, se ha realizado el análisis multitemporal de imágenes satelitales para la identificación de actividades de agricultura cercanas al Sitio Impactado S0104, el mismo que abarcó una extensión de 24 ha siguiendo la metodología indicada en respuesta a la observación.

En el año 2005 a nivel de paisaje y dada la escala de la imagen no se aprecian mayores perturbaciones. Más allá de los caminos y zonas ya alteradas (**Figura 4**).

En el año 2019, a nivel de paisaje, tampoco se aprecia mayores alteraciones (**Figura 5**).

Entre los años 2005 y 2019 se afirma que no existió actividad de agricultura en un área de 150 m alrededor del Sitio Impactado.

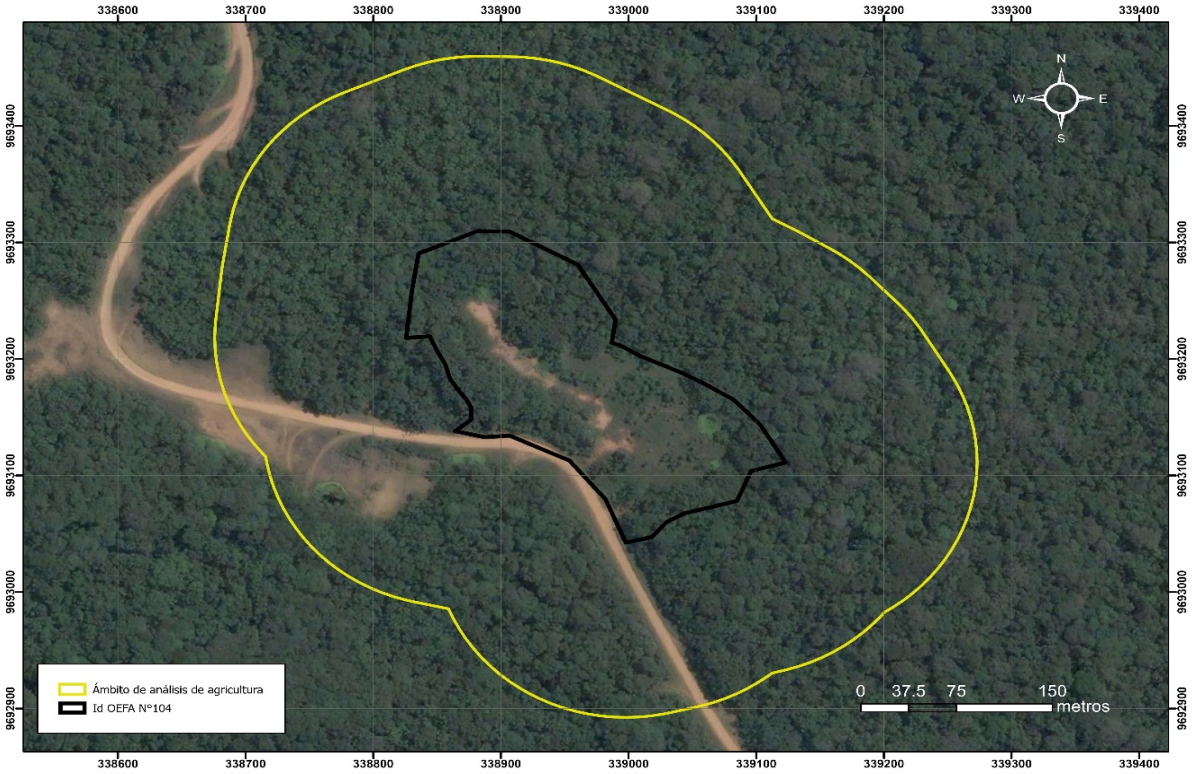


Figura 4.Imagen satelital del 2005 con el análisis para determinar presencia de agricultura

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

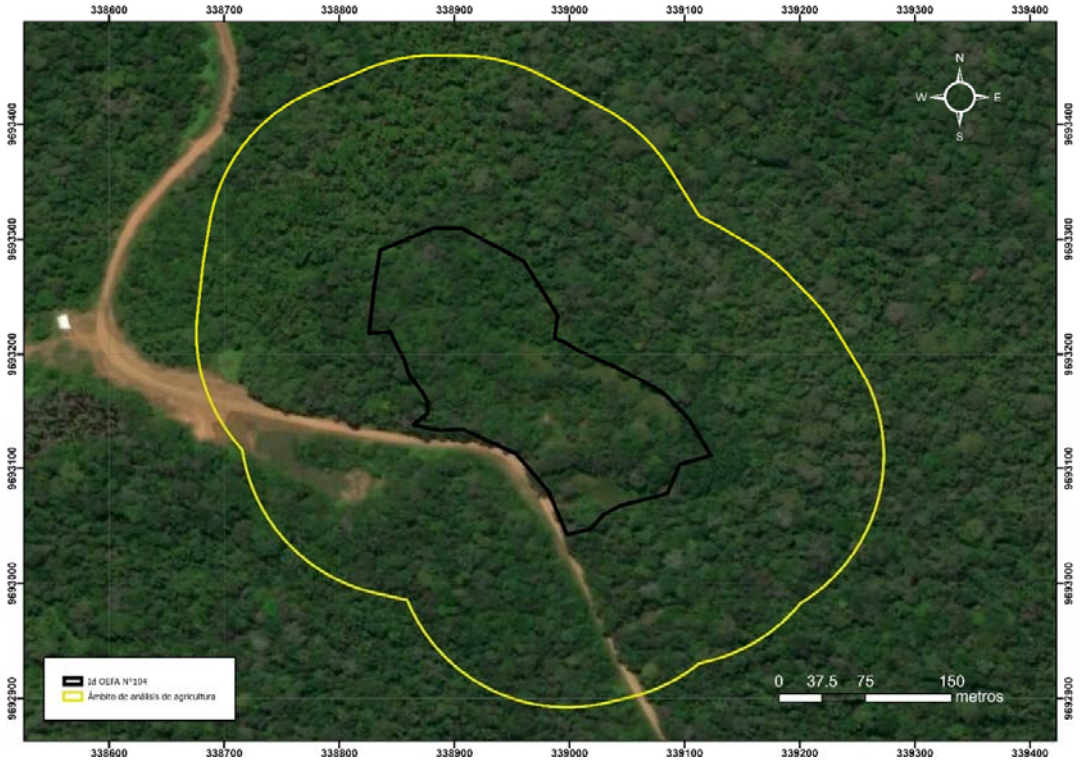


Figura 5. Imagen satelital del 2019 con el análisis para determinar presencia de agricultura

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Adicionalmente, se adjunta una fotografía tomada del Sitio (**Fotografía 1**), en esta no se observan áreas o terrenos de cultivos, también se presenta una imagen aérea de alrededores del Sitio (**Fotografía 2)** donde tampoco se observan áreas de cultivos; también se tiene el mapa de uso actual del suelo (**Anexo MIDAGRI Observación N° 10**) que indica la no presencia de agricultura en los alrededores del Sitio.

Fotografía 1. Área del Sitio S0104 donde no se ubican terrenos e cultivos y se observa la recuperación que tiene el Sitio.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Fotografía 2.Vista panorámica de alrededores del Sitio S0104, en esta no se observan terrenos o áreas de cultivos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

2.12. Observación N° 12

Usar el Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.

Respuesta:

Según el sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdridge, el área de estudio se encuentra en el Bosque Húmedo Tropical, esto como consecuencia de sus elevadas precipitaciones, la alta temperatura y humedad relativa, ver triangulo zonas de vida (**Figura 6**).

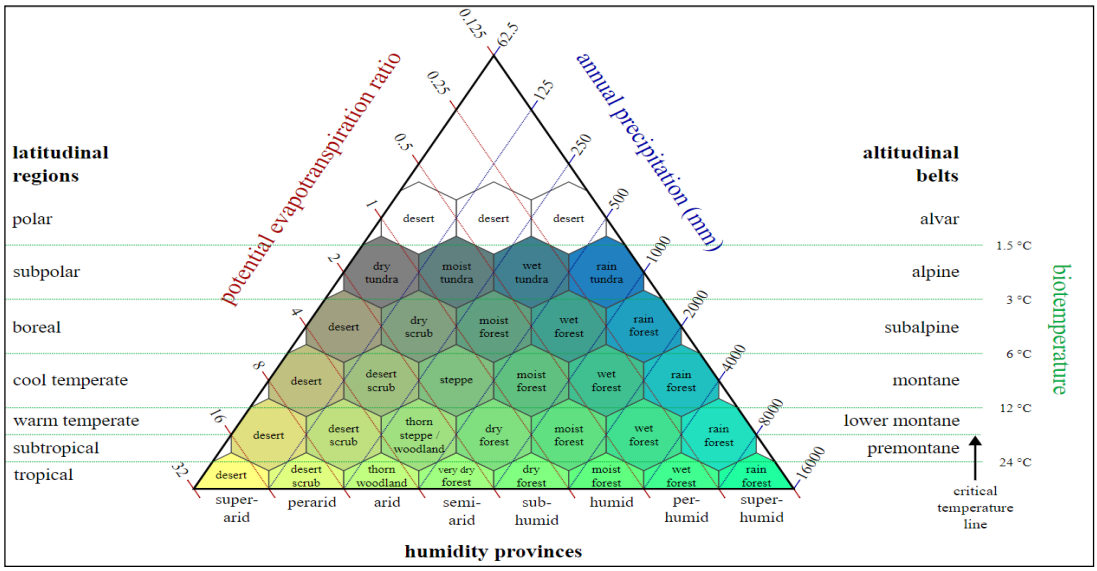


Figura 6. Zonas de vida Holdridge
Fuente: https://commons.wikimedia.org.

Según el mapa nacional de coberturas vegetales del Ministerio de Ambiente (MINAM) la cobertura vegetal se clasifica como selva baja o bosque de la región amazonia tropical. Este tipo de cobertura vegetal bosque, se ubica ubicado en la gran llanura aluvial de la Selva Amazónica, desde el nivel más bajo de los grandes ríos hasta aproximadamente los 750 m.s.n.m., con una gran concentración en la grandes depresiones como la del Abanico del Pastaza y la de Ucamara en el departamento de Loreto y en menor proporción en la llanura inundable de los ríos Amazonas, Ucayali, Huallaga, Pastaza, Tigre, Napo, Santiago, Putumayo, entre otros. Ocupa una superficie de 5 570 736 ha, que representa el 4,33 % del total nacional.

Según el mapa nacional de coberturas vegetales del MINAM la cobertura vegetal se clasifica como selva baja o bosque de la región amazonia tropical, se configura como bosque secundario con estadio sucesional de vegetación secundaria.

2.13. Observación N° 13

Precisar si en el área afectada se identificó flora silvestre protegida o en peligro de extinción según el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, UICN y CITES, de ser el caso considerar su restitución durante la rehabilitación.

Respuesta:

A continuación, en la siguiente tabla se presenta la revisión de las especies de flora encontradas en el Sitio S0104 que se encuentren amenazadas o en alguna categoría de peligro de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, la UICN y/o presentes en alguno de los apéndices CITES.

Tabla 7. Identificación de Flora Silvestre Protegida Según D.S. N° 043-2006-AG, UICN y CITES del Sitio S0104 (Botadero km. 2)

Familia	Nombre Científico	UICN	CITES	DS 043-2006-AG
Annonaceae	*Xylopia cuspidata*	LC	-	-
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	LC	-	-
Euphorbiaceae	*Croton palanostigma*	LC	-	NT
Euphorbiaceae	*Hevea guianensis*	LC	-	-
Lecythidaceae	*Eschweilera albiflora*	LC	-	-
Melastomataceae	*Miconia tomentosa*	LC	-	-
Meliaceae	*Guarea kunthiana*	LC	-	-
Moraceae	*Naucleopsis glabra*	LC	-	-
Moraceae	*Naucleopsis ulei*	LC	-	-
Rubiaceae	*Warszewiczia cordata*	LC	-	-
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium*	LC	-	-
Sapotaceae	*Micropholis cf. egensis*	LC	-	-
Urticaceae	*Pourouma guianensis*	LC	-	-
Orchidiaceae	*Epidendrum sp.*	-	II	-
Orchidiaceae	*Octomeria deltoglossa*	-	II	-
Orchidiaceae	*Oncidium sp.*	-	II	-
Orchidiaceae	*Palmorchis sp.*	-	II	-

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021
(*) LC: Preocupación menor; II: Apéndice CITES

No se registraron especies endémicas para el Perú, de acuerdo con la publicación "Introducción a las plantas endémicas del Perú" (León et al., 2006)[2].

Respecto a la solicitud de restitución de especies categorizadas durante los trabajos de rehabilitación se presenta a continuación, las acciones y consideraciones para el manejo de Flora silvestre durante la ejecución del Proyecto:

- Se realizará un inventario forestal previo al desbosque del Sitio S0104, reconociendo las especies con algún estatus de conservación para, de ser posible, evitar su tala.
- Se limitarán en lo posible que las actividades se realicen estrictamente en el área delimitada del Sitio, evitando de este modo acrecentar el daño a los hábitats.
- Se prohibirá estrictamente a todo el personal la recolección y/o extracción de flora silvestre y sus derivados.
- En general, durante todas aquellas acciones que requieran corte/remoción de la vegetación, se evitará en la medida de lo posible la tala de especímenes en peligro de extinción y/o endémicas.
- Se prohíbe terminantemente la quema de la vegetación bajo cualquier circunstancia.
- Durante los trabajos de desbroce, no se empleará ningún tipo de producto químico como son los herbicidas.
- Se capacitará al personal trabajador sobre las especies de flora protegidas, sensibles o endémicas presentes en el área del Sitio Contaminado, de ser el caso.

[2] *Rev. peru. biol.* Número especial **13(2):** 9s - 22s (Diciembre 2006) El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Ed.: Blanca León et al.

- Previamente a la intervención, en aquellos casos donde se identifiquen especies protegidas de flora, se procederá a elaborar el expediente respectivo para solicitar la autorización correspondiente al SERFOR.
- Prohibir la recolección, venta o posesión de las plantas locales.
- Realizar el rescate o traslocación de especies de interés para la conservación.

Estas acciones y consideraciones se encuentran dentro del *"Plan de Manejo de Flora y Fauna Silvestre"* (adjunto en el **Anexo MIDAGRI Observación N° 13**.) que deberá ejecutarse y registrarse durante la ejecución de los trabajos de rehabilitación del Sitio S0104. El registro de estas acciones será incluido en el Informe Final de actividades de Desbosque a presentar al SERFOR como parte de la Autorización de Desbosque correspondiente.

2.14. Observación N° 14

Indicar el nombre de la metodología empleada para determinar la bioacumulación en flora y fauna; asimismo, precisar si se buscó fue evaluar la concentración de metales como indicador de riesgo de trata de metodologías estandarizadas.

Respuesta:

Los análisis realizados a tejido foliar no se realizaron como un proceso de investigación para evaluar bioacumulación en flora; lo que se buscó fue identificar la concentración de metales pesados en muestras foliares como indicador de riesgo.

Para el componente biótico de Fauna, se aclara al MIDAGRI, que el proyecto dentro de su alcance no contempló evaluar la bioacumulación para este grupo taxonómico.

2.15. Observación N° 15

La información contenida en el Plan de Rehabilitación es escueta, en tanto deberá de ampliarse con data actualizada, verificando a su vez la presencia de especies protegidas por el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.

Respuesta:

El presente estudio tuvo como objeto la recopilación de información del componente fauna encontrada en cada uno de los Sitios Impactados, la cual fue usada como insumo para la elaboración del estudio ERSA (Estudio de riesgos a la salud y el ambiente) el cual no específica dentro de sus términos de referencia la necesidad de realizar levantamientos de información primaria en campo sobre los grupos taxonómicos en cuestión. Este fue un valor agregado, propuesto por la actual consultora y es la razón por la cual no puede ser comparada con otros estudios de mayor rigor científico como estudios de impacto ambiental o proyectos de investigación científica.

Por otra parte, se aclara que, en el plan de rehabilitación se contemplan tres fases de estudio del componente fauna. La primera "Antes" que involucra los datos descritos en este estudio más una nueva salida de campo que deberá realizarse entre 1 y 3 semanas antes de iniciar actividades de rehabilitación. La segunda "Durante" la cual debe llevarse a cabo simultáneamente al desarrollo de la rehabilitación, contemplando una zona control en la cual pueda realizarse seguimiento y comparación de datos de fauna para monitorear el cambio de la fauna y una tercera fase denominada "Después" en la cual podrán tomarse datos relacionados con la recuperación paulatina del Sitio rehabilitado. Debido a lo anterior, se considera subsanada la observación de parte del equipo consultor.

Es necesario precisar que para la respuesta a las observaciones formuladas a los PR no se realizó un nuevo ingreso a campo, precisándose que para la presente etapa se revisó y actualizó lo presentado en el PR, tomándose en consideración para ello, la revisión de los registro de campo que fueron presentados en el PR así como la búsqueda de información secundaria próxima al área de estudio que complemente lo presentado en el PR.

A continuación se da respuesta a lo observado por la Autoridad Opinante respecto a especies protegidas por el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.

Se aclara que en el Ítem descrito como "*Especies de Importancia Ecológica, Económica y Cultural"*, el apartado de importancia ecológica hace referencia a aquellas especies registradas en el Sitio o cerca de él, que se destacan de las demás por alguno de los siguientes factores: Por encontrarse catalogadas como especie amenazada a nivel nacional y/o internacional, por ser consideradas endémicas, por estar mencionadas en alguno de los apéndices de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres - CITES o por ser especies migratorias.

En la Tabla 3-107 del apartado 3.6.6.3.5 y en el siguiente sub título "Migración", se describen los hallazgos encontrados y la literatura consultada para tal fin. Sin embargo, se observa que posterior a esta información aparece un subtítulo que menciona nuevamente "Especies de Importancia Ecológica, Económica y Cultural", razón por la cual, posiblemente se genera el cuestionamiento por parte de la entidad. Para subsanar esta confusión, se modifica el título y se deja como se muestra a continuación:

3.6.6.3.5 Especies de importancia Ecológica, Económica y Cultural

- **Especies Amenazadas y/o Endémicas**

Se encontró que cuatro especies se encuentran mencionadas en el apéndice II del CITES, lo cual quiere decir que, si bien estas especies no se encuentran en categoría de amenaza por su tamaño poblacional, si podrían llegar a estarlo de no controlarse su caza y comercialización. Adicionalmente, se encontró que, la *Tapirus terrestris (*Sachavaca*)* está mencionada en el D.S. 004-2014-MINAGRI bajo la categoría de casi amenazados (NT) y en la Unión Internacional para La conservación de la Naturaleza bajo la categoría de Vulnerable (VU).

Tabla 8. Especies de Fauna con alguna categoría de conservación

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	CITES	D.S. 004-2014 - MINAGRI	UICN
AMPHIBIA	Anura	Aromobatidae	*Allobates cf. trilineatus*	Rana			LC
			Allobates sp.	Rana			LC
		Bufonidae	*Rhinella margaritifera*	Sapo			LC
		Hylidae	*Osteocephalus taurinus*	Rana			LC
			Dendropsophus sp.	Rana			LC
		Leptodctylidae	*Leptodactylus lineatus*	Rana			LC
		Strabomantidae	*Pristimantis ockendeni*	Rana			LC
AVES	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax nigricollis*	Colibrí	II		LC
			Phaethornis sp.	Picaflor	II		LC
	Galbuliformes	Galbulidae	*Galbula sp.*	aliapishko			LC
	Passeriformes	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos			LC

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	CITES	D.S. 004-2014 - MINAGRI	UICN
		Icteridae	*Cacicus cela*	Paucar			LC
		Pipridae	*Machaeropterus regulus*	Saltarín			LC
			Machaeropterus sp.	Saltarín			LC
			Manacus sp.	Saltarín			LC
			Tyranneutes stolzmanni	Pajarito			LC
		Thamnophilidae	*Herpsilochmus sp.*	(en blanco)			LC
			Thamnophilus schistaceus	Hormiguero			LC
		Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Cucarachero			LC
		Tyrannidae	*Tyrannulus elatus*	Atrapamoscas			LC
	Piciformes	Rampastidae	*Pteroglossus azara*	Pincha			LC
	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon viridis*	Trogon coliblanco			LC
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	*Mazama nemorivaga*	Venado			LC
		Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Sajino	II		LC
	Carnivora	Procyonidae	*Potos flavus*	Chosna			LC
	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Carachupa			LC
	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis sp.*	(en blanco)			LC
	Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus terrestris*	Sachavaca	II	NT	VU
	Rodentia	Cricetidae	*Hylaeamys cf. megacephalus*	Sacha cui			LC
			Hylaeamys sp.	Sacha cui			LC
		Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Majas			LC
		Dasyproctidae	*Dasyprocta fuliginosa*	Añuje			LC
REPTILIA	Squamata	Alopoglossidae	*Alopoglossus angulatus*	Lagartija			LC
		Polychrotidae	*Anolis fuscoauratus*	Lagartija			LC

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En cuanto a endemismos y/o casi endemismos no se registró ninguna especie bajo esta categoría.

- **Especies Migratorias**

Durante el presente estudio no se observaron especies migratorias en ninguna de las épocas muestreadas.

- **Especies de Importancia económica o cultural**

Se destacan las especies registradas en el Sitio S0104 (Botadero km 2) que son consumidas por el ser humano como, el venado, el Majás y la carachupa. De las anteriores, se destaca a la carachupa de la cual se reconocieron evidencias de uso del área más claras que las demás debido a que se hallaron posibles madrigueras en o muy cerca de la zona afectada.

Tabla 9. Especies de Importancia Económica y Cultural del Sitio S0104

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Importancia		Uso	Fuente
			Económica	Cultural		
Cervidae	*Mazama americana*	Venado	X	X	Alimento y comercio	Aquino et al, 2007[3]
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Sajino	X	X	Alimento y comercio	Aquino et al, 2007
Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Majaz	X	X	Alimento y comercio	Aquino et al, 2007
Dasypodidae	Dasypus cf. novemcinctus	Carachupa	X	X	Alimento y comercio	Aquino et al, 2007
Dasyproctidae	Dasyprocta fuliginosa	Añuje	x	X	Alimento y comercio	Aquino et al, 2007

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Adicionalmente, sobre este tema se destaca la información obtenida en el levantamiento de la caracterización social en la cual, se confirmaron varias de estas especies durante las encuestas relacionadas con la actividad de cacería (ver numeral 2.3.8.2 del Plan de Rehabilitación).

2.16. Observación N° 16

Incorporar un análisis de vulnerabilidad de la zona ante fenómenos naturales (el Niño, la Niña, etc.)

Respuesta:

Este aspecto no hace parte del alcance definido para el presente estudio, sin embargo, no sería necesario habilitarlo por la ubicación propia de los Sitios y por las áreas que presentan cada uno de ellos. Asimismo, no hay indicios ni se tiene conocimiento de vulnerabilidad en cada Sitio evaluado.

Sin embargo, según lo indicado en el Informe Geológico del **Anexo MIDAGRI Observación N° 1**, en el ítem 1.4.2.2 Sismicidad Histórica se hace referencia a fenómenos sísmicos que ocurrieron en la región. Asimismo, de la revisión del estudio "Escenarios de Riesgos ante la probabilidad de ocurrencia del fenómeno el Niño", elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) de octubre del 2012 en donde no señala como área de riesgos la zona del Sitio S0104 tal como se aprecia en la **Figura 7.**

[3] Aquino et al, 2007. Evaluación del impacto de la caza en mamíferos de la cuenca del río Alto Itaya, Amazonía peruana. Rev. Peruana de Biología v.14 n.2 Lima.

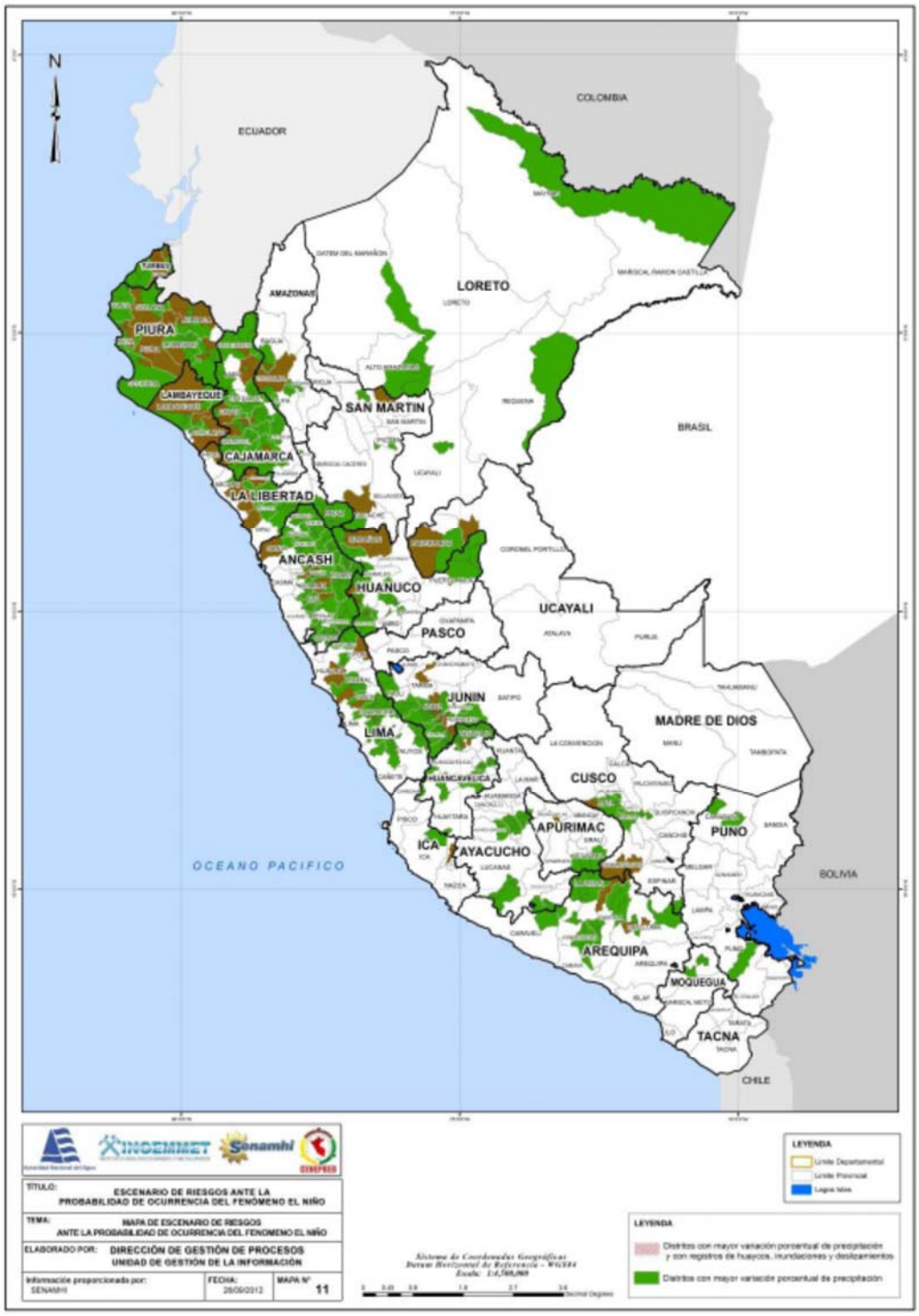


Figura 7. Mapa de Escenario de Riesgos ante la Probabilidad de Ocurrencia del Fenómeno el Niño
Fuente: SENAMHI/ANA Elaboración: CENEPRED.

2.17. Observación N° 17

Se sugiere solicitar opinión técnica al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

Respuesta:

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) envió su opinión respecto al proyecto según Oficio N° D000016-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS e Informe Técnico N° 244-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS-DGSPF-DGSPFS.

ANEXOS MIDAGRI SITIO S0104 (BOTADERO KM. 2)

Anexo MIDAGRI	Observación N° 1
Anexo MIDAGRI	Observación N° 4
Anexo MIDAGRI	Observación N° 7
Anexo MIDAGRI	Observación N° 9
Anexo MIDAGRI	Observación N° 10
Anexo MIDAGRI	Observación N° 13

Anexo MIDAGRI
Observación N° 1

Servicio de Consultoría para la elaboración de los Planes de Rehabilitación de 7 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del Río Pastaza

INFORME GEOLÓGICO SITIO S0104 (Botadero Km 2)

PREPARADO PARA

FONDO DE PROMOCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERÚ

ELABORADO POR

CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

Agosto, 2021

CARLOS ALFONSO
TEVES GUTIERREZ
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP Nº 218351

TABLA DE CONTENIDOS

1.1. Geología Regional 6
1.2. Aspectos Geomorfológicos 7
1.2.1. Pendientes 7
1.2.2. Unidades Geomorfológicas 8
1.3. Aspectos Litoestratigráficos 9
1.3.1. Formación Ipururo 10
1.4. Aspectos Geodinámicos 11
1.4.1. Geodinámica Externa 11
1.4.2. Geodinámica interna 11
1.4.2.1. Generalidades 11
1.4.2.2. Sismicidad Histórica 11
1.4.2.3. Distribución de Intensidades Sísmicas Máximas 12
1.4.2.4. Sismo Tectónica del Sitio Impactado 13
1.4.2.5. Zonificación y aceleraciones máximas 14
1.5. Aspectos Geológicos Locales 15
1.5.1. Estudios Realizados 16
1.5.1.1. Sondeos 18
1.5.1.2. Sondajes Eléctricos verticales (SEV) 20
1.5.1.3. Interpretación de Resultados 22
1.6. Cambios Paisajísticos 23
1.6.1. Enfoque Geológico 23
1.6.2. Enfoque Ambiental 24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fases de Pendientes 7
Tabla 2. Resumen de sondeos en el Sitio Impactado S0104 17
Tabla 3. Resumen de ensayos geofísicos en el Sitio Impactado S0104 18
Tabla 4. Registro Lito estratigráfico del PZ-001 19
Tabla 5. Registro Lito estratigráfico del PZ-002 19
Tabla 6. Registro Lito estratigráfico del PZ-003 20
Tabla 7. Ensayos SEV en el Sitio Impactado S0104. 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Geológico Regional del Sitio Impactado S0104 7
Figura 2. Mapa de Pendientes del Sitio Impactado S0104 8
Figura 3. Marco Geomorfológico del Sitio Impactado S0104 9
Figura 4. Unidades Litoestratigráficas del Sitio Impactado S0104.....10
Figura 5. Mapa de Distribución de Máximas Intensidades 13
Figura 6. Mapa Neotectónico – Enfoque de Zona de Estudio.....14
Figura 7. Mapa de Zonificación Sísmica.....15
Figura 8. Mapa Geológico Local del Sitio Impactado S0104 16
Figura 9. Ubicación de Estudios Realizados en el Sitio Impactado S0104.....17
Figura 10. Ubicación de Estudios geofisicos en el Sitio Impactado S0104 18
Figura 11. Disposición de Ensayos SEV realizados en el Sitio Impactado S0104. 21
Figura 12. Sección Geolectrica P-P´ del área de estudio. 23

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Nivel de Suelo Residual de la Formación Ipururo 10
Fotografía 2. Grado de Susceptibilidad del Sitio Impactado SO104..... 11
Fotografía 3. Vista Panorámica del Sitio Impactado S0104..... 24

Levantamiento de Observaciones al Expediente "Servicio de Consultoría para la elaboración de los Planes de Rehabilitación de 07 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Pastaza".

ESTUDIO GEOLÓGICO

1.1. Geología Regional

El Marco Geológico del Sitio Impactado S0104, basado en el Boletín N° 130, Seria A: Carta Geológica Nacional (INGEMMET, 1999) está conformado por afloramientos de la Formación Ipururo, los cuales están compuestos mayormente por lodolitas y limoarcillitas gris verdosas, algo azuladas a marrones, con poco contenido de micas, en estratos gruesos y tabulares de hasta 1 m de grosor, con buena cohesión y presencia de patinas rojizas por alteración, además de observarse niveles fosilíferos consistentes en abundantes restos de plantas. Tales secuencias se intercalan con niveles de arenisca en estratos delgados a gruesos, muy alteradas, en parte con arcillas gris verdosas, con inclusiones de nódulos calcáreos, pardo amarillentas. Algunos estratos muestran la presencia de lignito marrón a negro, que conservan una estructura laminar. Las areniscas se hallan en estratos gruesos, los que generalmente presentan una notoria estratificación sesgada, el tamaño del grano va de medio a grueso, en tanto que sus colores fluctúan entre grises, pardos y amarillos, pueden ser compactos o deleznables.

Aflora también la Formación Nauta, que consiste en su Nivel Inferior de secuencias monótonas de arenas, limos y limoarcillitas laminadas, masivas, marrón rojizas, rojizas a pardo amarillentas de baja cohesión a semiconsolidadas, con ocasionales niveles de limos y conglomerados polimícticos, que en su conjunto alcanzan hasta 15 metros de grosor. Esta secuencia se intercala con gruesos niveles de limoarcillitas abigarradas laminares, de coloración beige a parduzca, seguida de una secuencia de areniscas masivas bien estratificadas con lodolitas.

Los afloramientos de la Formación Nauta Superior se extienden ampliamente en la zona de estudio donde suelen presentarse generalmente como areniscas de grano fino con altos contenidos de limo (6-52%) y arcilla (13-37%) areniscas lodosas; con los intraclastos redondeados de lodolita, sobre estas capas se encuentra un nivel de estratos tabulares de areniscas semiconsolidadas de color beige.

La disposición de las formaciones sedimentarias forma por lo general colinas bajas, dando la apariencia de islas en medio de depósitos palustrinos y aluviales, siendo el lugar de emplazamiento del Sitio Impactado S0104 (Botadero km 2).

En la **Figura 1**, se muestra el Mapa Geológico Regional.

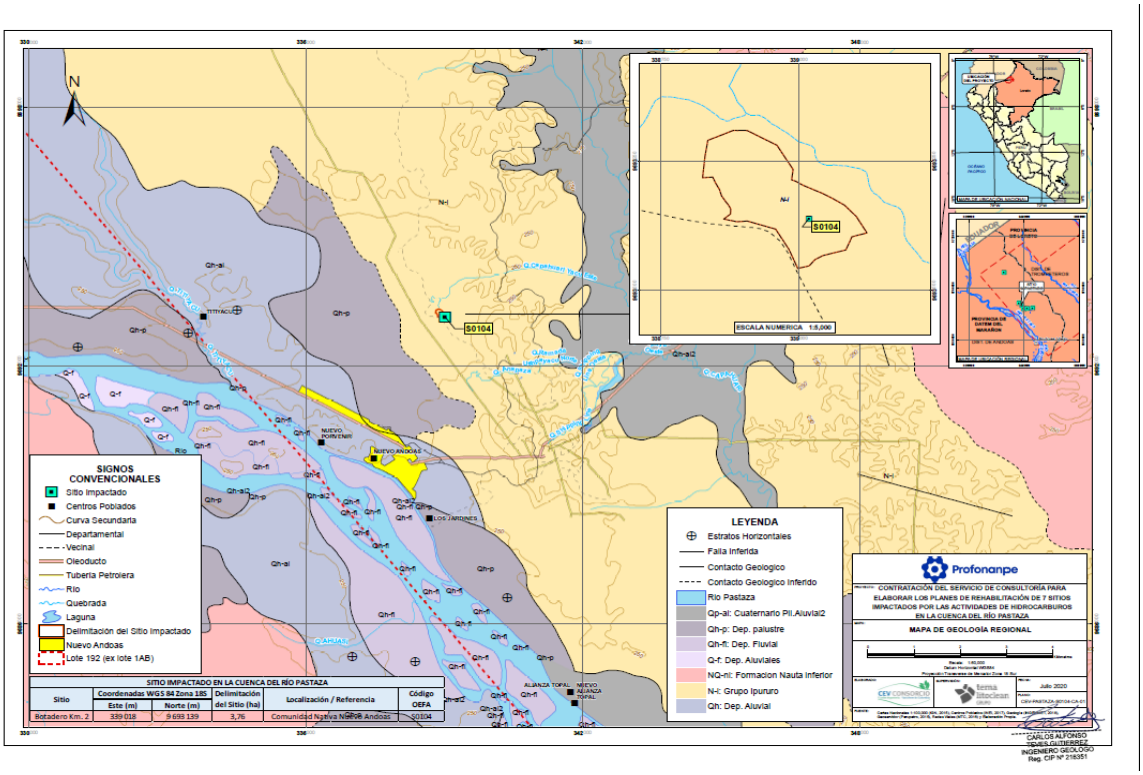


Figura 1. Mapa Geológico Regional del Sitio Impactado S0104
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

1.2. Aspectos Geomorfológicos

1.2.1. Pendientes

El mapa de pendientes del área de estudio ha sido elaborado utilizando un plano topográfico con curvas de nivel cada 0.25 m, las cuales fueron procesadas con el software ArcGis. El rango de pendientes a utilizarse para la elaboración del plano consideró el aspecto geológico y geomorfológico, bajo la siguiente metodología:

Tabla 1. Fases de Pendientes

Clase de Pendiente	Rango de Pendiente (%)	Término Descriptivo
A	0 – 2	Plana o casi a nivel
B	2 – 4	Ligeramente inclinada
C	4 – 8	Moderadamente inclinada
D	8 – 15	Fuertemente inclinada
E	15 – 25	Moderadamente empinada
F	25 – 50	Empinada
G	50 – 75	Muy empinada

Clase de Pendiente	Rango de Pendiente (%)	Término Descriptivo
H	Más de 75	Extremadamente empinada

Fuente: Onern, 1975

En la **Figura 2** se muestra el Mapa de Pendientes del Sitio Impactado S0104.

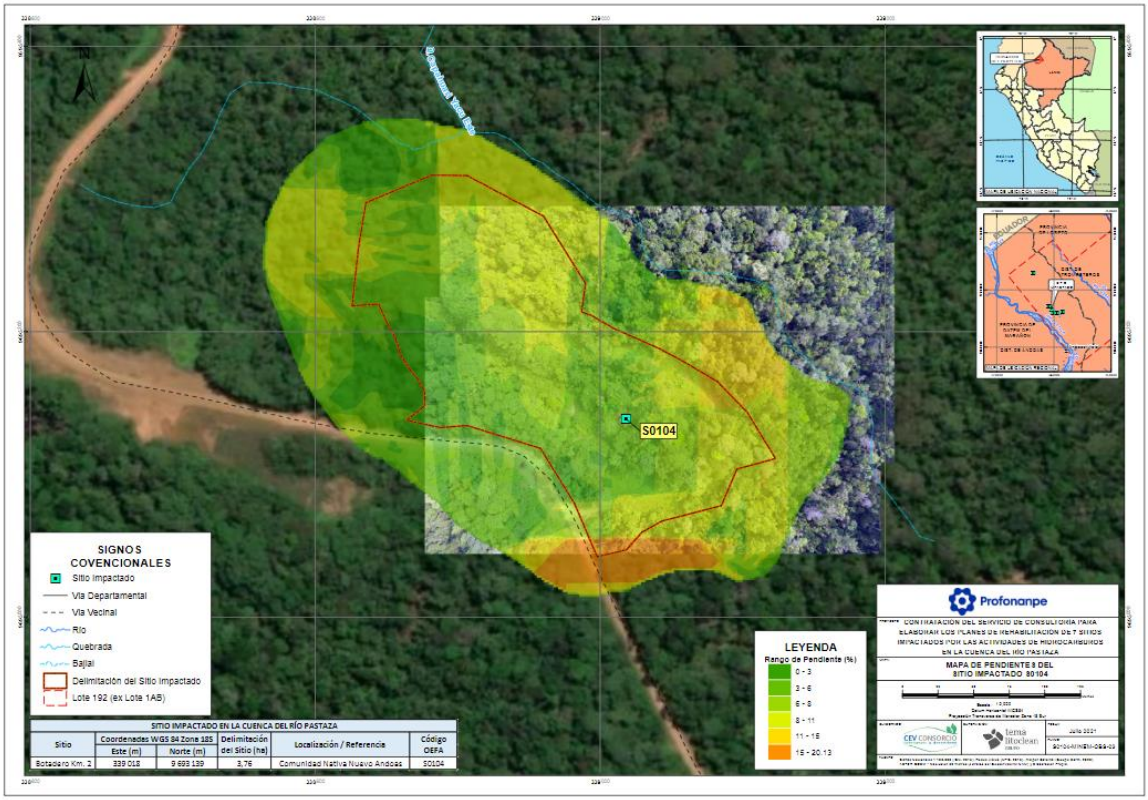


Figura 2. Mapa de Pendientes del Sitio Impactado S0104
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

De la **Figura 2** se puede concluir lo siguiente:

- El área de estudio se ubica entre el rango de pendientes de 0 a 20.13%.
- La pendiente máxima del área de estudio es 20.13%.
- La pendiente mínima del área de estudio es 0%.

1.2.2. Unidades Geomorfológicas

El área de estudio se ubica en la llanura amazónica, la cual está conformada por una extensa planicie de amplio desarrollo, cubierta por una exuberante vegetación selvática y surcada por grandes ríos de aspectos meandriformes. Esta llanura está caracterizada por depósitos cuaternarios que se encuentran cubriendo al basamento rocoso de origen sedimentario. Las unidades geomorfológicas aflorantes en el área de estudio corresponden a terrazas bajas y medias constituidas por material aluvial con sectores pantanosos.

Las unidades geomorfológicas ubicadas en el Sitio Impactado S0104 y aledañas, son las siguientes:

a) Terraza baja y media aluvial con sectores pantanosos (Tbm-al-sp)

Relieve de topografía ligeramente plana con sectores de inundados, la red de drenaje es pobre y en algunos casos inexistente. Las variaciones de la dinámica fluvial de los ríos han originado terrazas bajas, terrazas medias y ambientes pantanosos. El área de estudio S0104 se ubica en esta unidad geomorfológica.

b) Relieve de colinas y lomadas disectadas en roca sedimentaria (RCLD-rs)

Esta unidad geomorfológica está conformada por relieves de colinas y lomadas modeladas en afloramientos de rocas sedimentarias. Por sus características litológicas este tipo de roca son susceptibles a deslizamientos, reptación de suelos, flujo de lodos y erosión de cárcavas. Esta unidad geomorfológica se ubica al noreste del sector S0104.

Figura 3. Marco Geomorfológico del Sitio Impactado S0104
Fuente: INGEMMET

1.3. Aspectos Litoestratigráficos

Las unidades litoestratigráficas que afloran en las inmediaciones del área de estudio están conformadas por rocas sedimentarias neógenas de la Formación Ipururo y depósitos cuaternarios recientes. De los trabajos de cartografiado geológico efectuados en el área de estudio se puede indicar las siguientes unidades aflorantes en las inmediaciones del Sector impactado S0104.

LEYENDA			
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
MESOZOICO	NEÓGENO	PLIOCENO	Nmp-i: **Formación Ipururo - Suelo Residual** — Suelo residual producto de la descomposición de la limoarcillita (capa superficial). Mezcla de arcillas, limos y arenas de plasticidad media a baja, estructura homogenea, consistencia compacta.
		MIOCENO	**Formación Ipururo - Basamento Rocoso** — Limoarcillitas, limolitas, ocasionalmente areniscas de grano fino de color rojo violáceo en capas delgadas a medianas.

Figura 4. Unidades Litoestratigráficas del Sitio Impactado S0104
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

1.3.1. Formación Ipururo

La Formación Ipururo de edad neógeno se caracteriza por presentarse como secuencias sedimentarias cuya composición varía entre limoarcillitas, limolitas a ocasionalmente areniscas en su parte más basal. En la zona de estudio, debido a la acción de agentes exógenos, derivan el basamento rocoso, a un suelo residual compuesto principalmente por arcillas, limos y arenas de plasticidad media a baja.

El sitio impactado se emplaza sobre las capas residuales de esta secuencia sedimentaria.

Fotografía 1. Nivel de Suelo Residual de la Formación Ipururo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

1.4. Aspectos Geodinámicos

1.4.1. Geodinámica Externa

El registro de peligros geológicos en el área de estudio se realizó mediante la fotointerpretación geológica, trabajos de campo e información bibliográfica. Con la finalidad de identificar las zonas críticas que podrían afectar la infraestructura del proyecto se estableció dos criterios de análisis.

En primer lugar, se recopiló toda la información existente del área de estudio procedente de instituciones como el INGEMMET, CENEPRED, INDECI, IGP, etc. En segundo lugar, se realizó una fotointerpretación geológica con la finalidad de identificar los sectores más susceptibles a movimientos en masa dentro del área de estudio.

De la Figura 5 se puede concluir que el área de estudio es susceptible a la inundación por precipitación pluvial debido a las altas precipitaciones correspondientes a climas de selva.

Fotografía 2. Grado de Susceptibilidad del Sitio Impactado SO104
Fuente: INGEMMET
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

1.4.2. Geodinámica interna

1.4.2.1. Generalidades

El territorio peruano se presenta muy accidentado debido principalmente al proceso de subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana. Estos sismos son parte de la principal fuente sismogénica, en razón a que en ella se han producido los sismos de mayor intensidad conocidos en el Perú. Una segunda fuente lo constituye la zona continental cuya deformación ha provocado la formación de fallas de diversas longitudes con la consecuente ocurrencia de sismos de magnitudes menores en intensidad a los que se producen en la primera fuente.

1.4.2.2. Sismicidad Histórica

Para la descripción de la sismicidad histórica se ha tomado como referencia lo publicado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en el Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N°68.

La historia de los sismos más importantes que han ocurrido en la región se indica en el boletín citado líneas arriba el cual muestra la recopilación efectuada por Silgado en el año 1978.

A continuación, se resume la información correspondiente a datos macro sísmicos sentidos en la región Loreto.

- Sismo de intensidad VII ocurrido el 28.09.1906 en la localidad región Nor-Oriental, este notable movimiento sísmico en un área de 310,000 Km^2, desde Guayaquil hasta Tarma y entre Trujillo y Moyobamba con una profundidad de 150 km.
- Sismo de intensidad VI ocurrido el 16.11.1907 en las localidades de la costa entre Lambayeque y Casma.
- Sismo de intensidad X ocurrido el 14.05.1928 en la localidad de Chachapoyas.
- Sismo de intensidad VII ocurrido el 15.06.1945 en la localidad de San Martin y Amazonas.
- Sismo de intensidad VI ocurrido el 15.06.1954 en la localidad de Celendín.
- Sismo de intensidad VI ocurrido el 19.06.1968 en la localidad ubicada al norte de San Martín.
- Sismo de intensidad VII ocurrido el 20.03.1972 en la localidad de Juanjui y Saposoa
- Sismo de intensidad VI ocurrido el 06.01.1979 en la localidad de Aguaytía.
- Sismo de intensidad VII ocurrido el 29.05.1990 en la localidad de Sonitor.
- Sismo de intensidad VI ocurrido el 04.04.1991 en la localidad de Nueva Cajamarca.

1.4.2.3. Distribución de Intensidades Sísmicas Máximas

El Mapa de Distribución de Intensidades Sísmicas Máximas elaborado para el Perú por Alva y Meneses (1984) como parte del proyecto SISRA a cargo del Centro Regional de Sismología para América del Perú y el Caribe (CERESIS). Dentro del área de la región de Loreto se observa que prevalece una zona de intensidades del orden de IV MM y V MM.

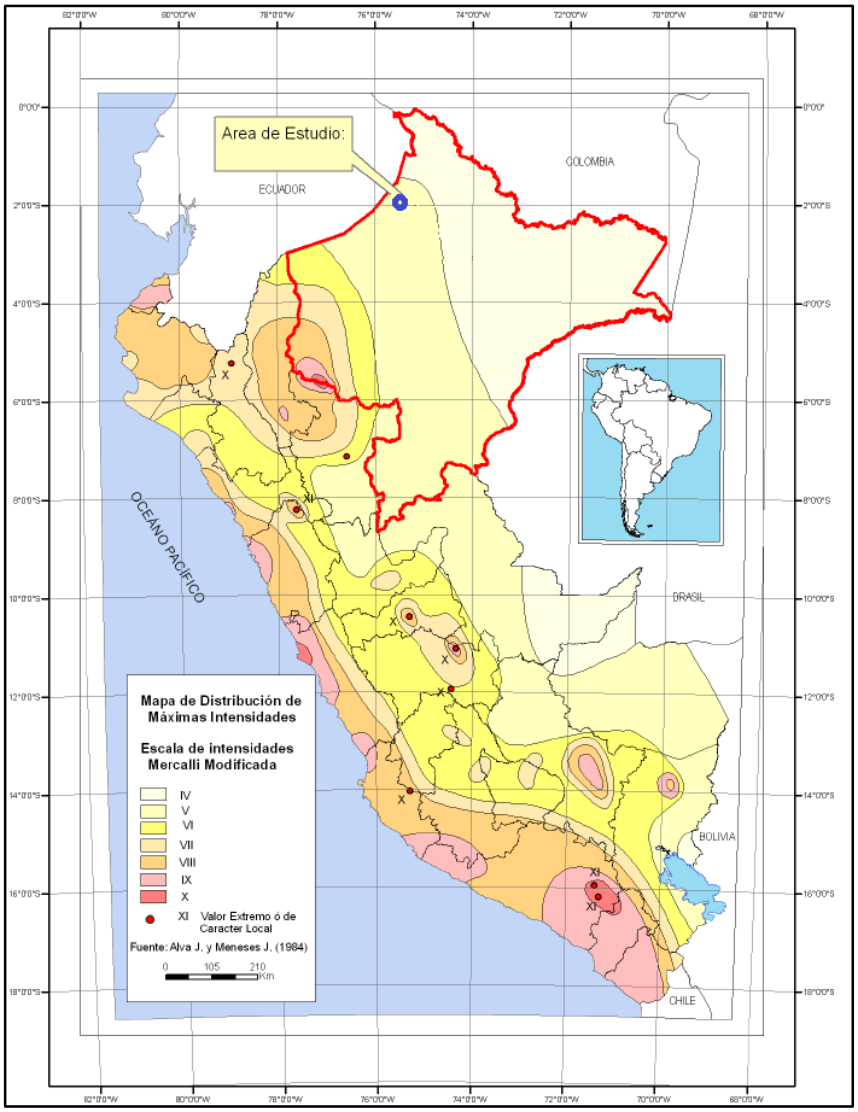


Figura 5. Mapa de Distribución de Máximas Intensidades
Fuente: Alva J. y Meneses J., 1984

1.4.2.4. Sismo Tectónica del Sitio Impactado

La tectónica del Perú es compleja y la mejor manera de explicarla es mediante la comprensión de la tectónica de placas, que se caracteriza por la colisión e interacción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, proceso conocido como subducción. El mismo dio origen a la aparición de la Fosa Peruana-Chilena, Cordillera de los Andes, principales sistemas de fallas activas y ocurrencia continúa de un gran número de sismos de diversas magnitudes.

Estas características geomorfológicas, geológicas y geofísicas permiten considerar al Perú como uno de los países de mayor riesgo sísmico en América Latina. Dentro de este contexto, los últimos sismos con influencia en la región son los ocurridos en Lamas y Moyabamba, con referencia al 25 de septiembre del 2005 (7.5 Mw).

Estudios sobre la Neotectónica de Perú (Sebrier et ál, 1982), así como la elaboración de los Mapas Neotectónicos (Machare et al, 2009) y Sismotectónicos de Perú (Tavera et al, 2001), han permitido identificar la presencia sobre nuestro territorio de un importante número de fallas activas, muchas de las cuales producen sismos continuamente. En la zona del sitio impactado se puede constatar según el Mapa Neotectónico de Machare, la no existencia de fallas activas.

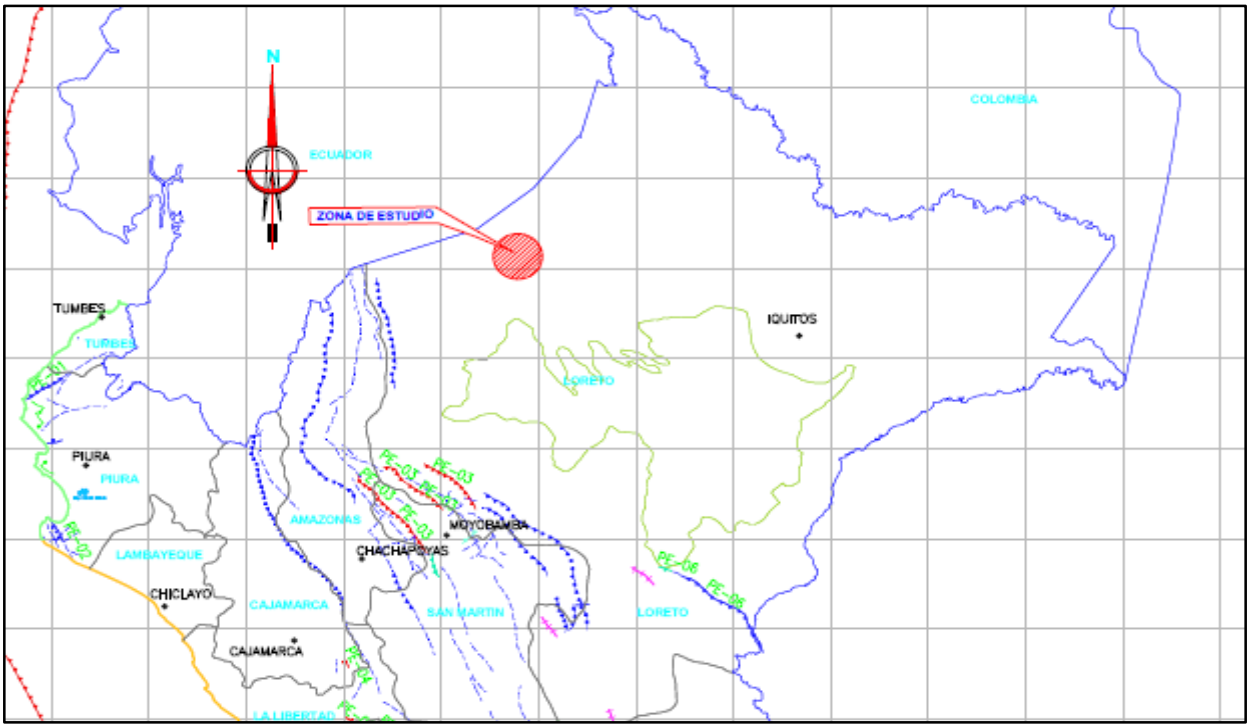


Figura 6. Mapa Neotectónico – Enfoque de Zona de Estudio
Fuente: Machare *et al*, 2009

1.4.2.5. Zonificación y aceleraciones máximas

El Mapa de Zonificación Sísmica para Perú, elaborado por Alva et ál (1984), es utilizado como base en el Nuevo Reglamento Peruano de la Construcción con la Norma Técnica de Edificación E-30 ("Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, actualizado al 2016). El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 9. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica.

De acuerdo con el mapa de zonificación sísmica, el Sitio Impactado S0104 se ubica en la Zona 2, correspondiente a una zona de sismicidad media. Según la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" se indica un valor de "Z" de 0.25 g. El valor de "Z" representa una fracción de la Aceleración de la Gravedad.

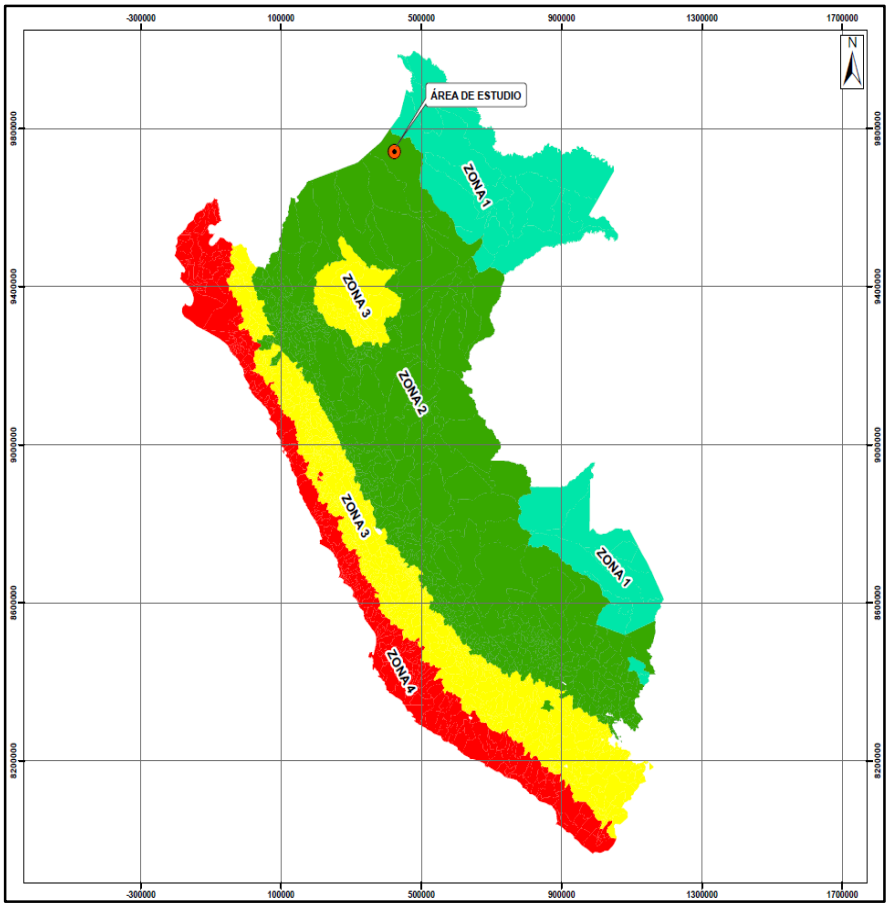


Figura 7. Mapa de Zonificación Sísmica
Fuente: IGP

1.5. Aspectos Geológicos Locales

El mapa geológico local delimita las diferentes unidades litológicas registradas en el área de estudio. Estas unidades están conformadas por rocas con edades del neógeno hasta el cuaternario reciente.

Las principales unidades aflorantes en el área de estudio se encuentran conformados por secuencias residuales provenientes del basamento rocoso de la Formación Ipururo, el cual está conformado por limoarcillitas, lodolitas y en su parte basal areniscas, las cuales sufren un proceso de intemperismo, dando lugar a niveles de arenas y arcillas de grano medio a fino.

El material residual proveniente de la alteración de la Formación Ipururo, se caracteriza por presentar arenas, limos y arcillas de plasticidad media a baja, con una estructura homogénea y de consistencia o compacidad media a alta.

Figura 8. Mapa Geológico Local del Sitio Impactado S0104
Fuente: INGEMMET
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

El detalle del suelo residual registrado en el Sitio Impactado S0104, ha podido obtenerse mediante los estudios realizados, cuyo abordamiento se dará en el ítem posterior.

1.5.1. Estudios Realizados

En el presente estudio se realizaron las siguientes investigaciones directas e indirectas para el proyecto Planes de Rehabilitación de Sitios Impactados por la Actividad de Hidrocarburos en la Cuenca del Río Pastaza en el Sitio Impactado S0104.

El presente estudio tiene como finalidad poder describir las condiciones del subsuelo mediante estudios directos como sondeos y muestreadores que permitan caracterizar y describir las condiciones mecánicas del suelo o basamento rocoso. A su vez, también se desarrollaron estudios geofísicos mediante el ensayo de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) los cuales fueron distribuidos a lo largo del área de estudio.

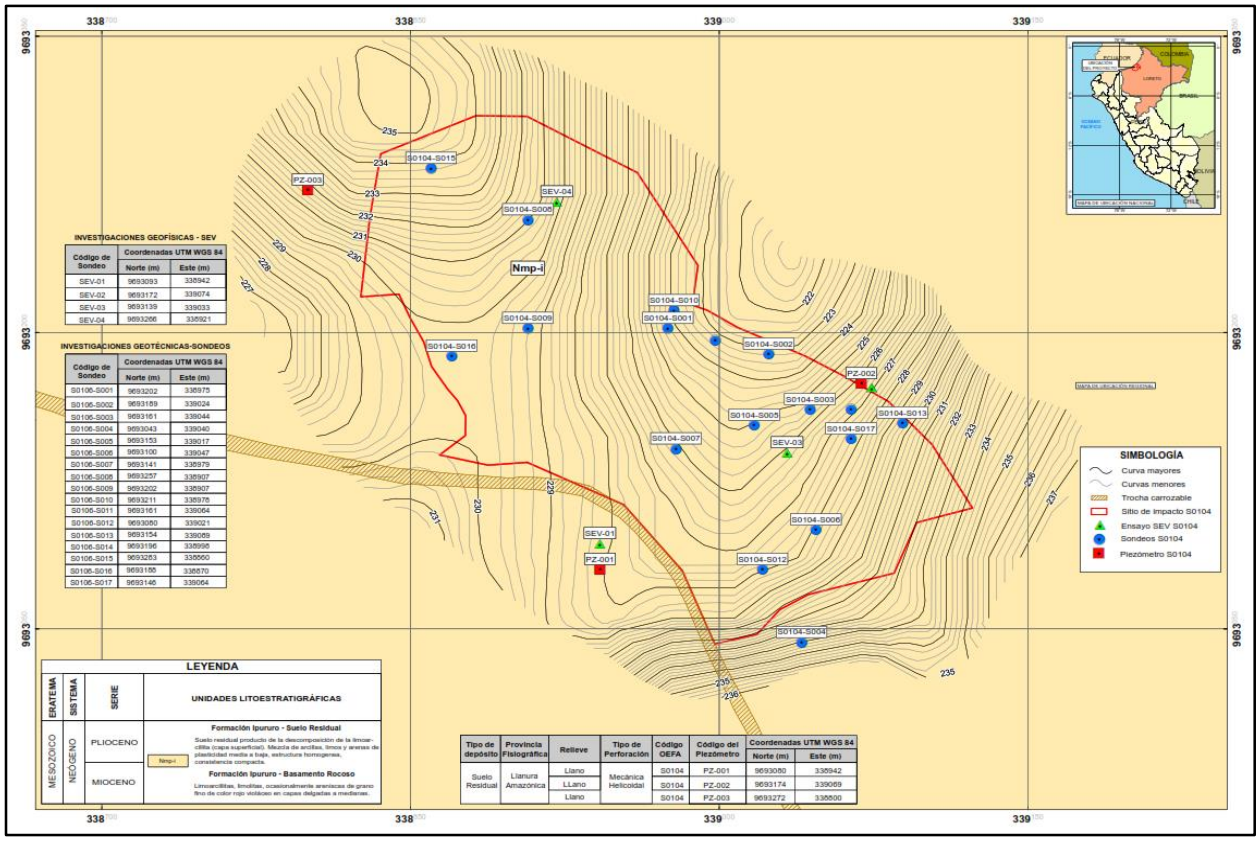


Figura 9. Ubicación de Estudios Realizados en el Sitio Impactado S0104
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Tabla 2**, se detalla la cantidad, ubicación y código de los sondeos ejecutados en el área de estudio.

Tabla 2. Resumen de sondeos en el Sitio Impactado S0104

Tipo de Perforación	Código del Pozo de Perforación	Coordenadas UTM WGS 84	
		Norte (m)	Este (m)
Sondeo/Piezómetro	PZ-001	9693080	338942
	PZ-002	9693174	339069
	PZ-003	9693272	338800

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Tabla 3,** se detalla la cantidad, ubicación y código de los ensayos geofísicos ejecutados en el área de estudio.

Tabla 3. Resumen de ensayos geofísicos en el Sitio Impactado S0104

Ensayo SEV	Coordenadas UTM WGS 84	
	Norte (m)	Este (m)
SEV-01	9 693 093	338 942
SEV-02	9 693 172	339 074
SEV-03	9 693 139	339 033
SEV-04	9 693 266	338 921

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Figura 10** se muestra la ubicación de los ensayos geofísicos y la sección A-A´.

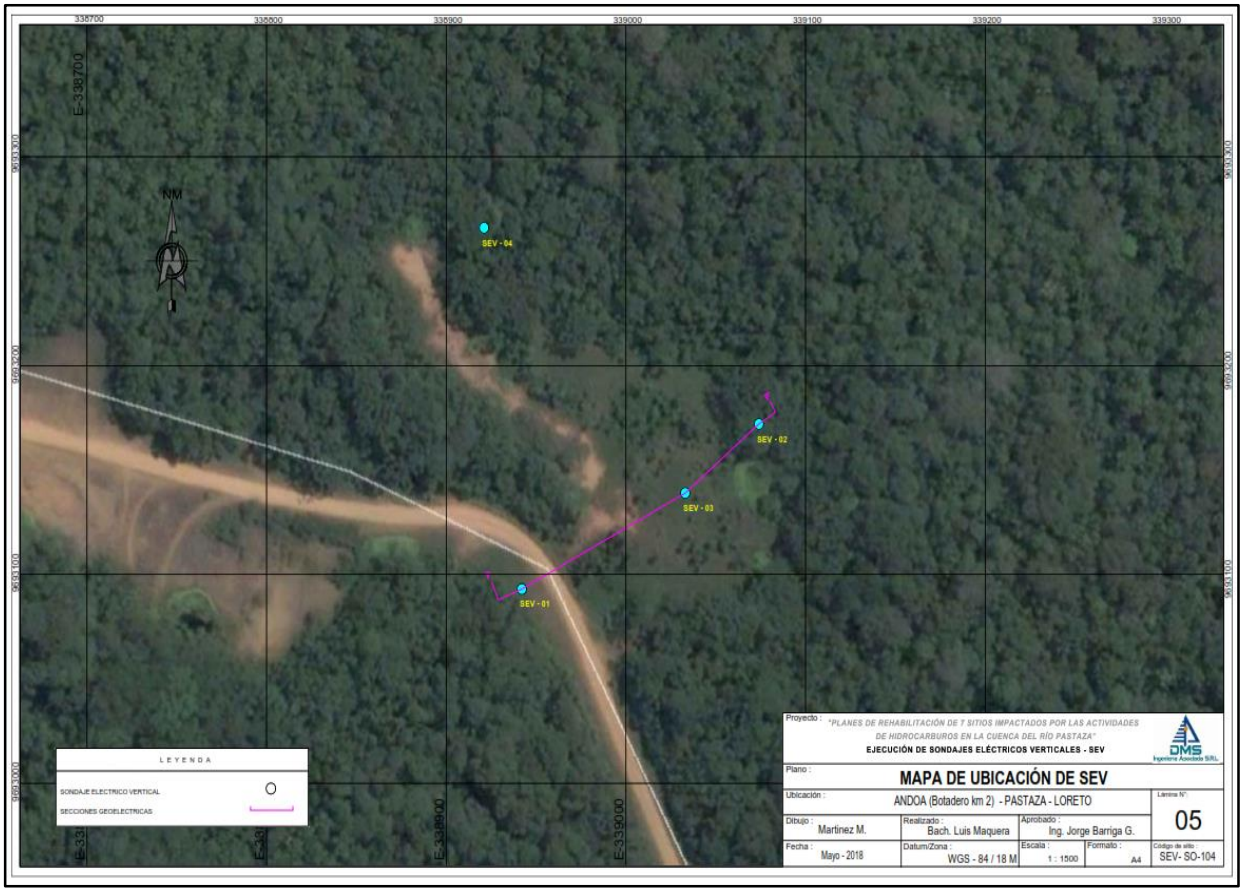


Figura 10. Ubicación de Estudios geofisicos en el Sitio Impactado S0104
Fuente: Elaboración de DMS

1.5.1.1. Sondeos

Las investigaciones directas consistieron en sondeos muestreadores que permitieron obtener un mayor conocimiento del perfil lito estratigráfico del suelo, registrándose los diferentes tipos de suelos, de acuerdo con la norma ASTM D 2488 (Práctica Estándar para la descripción e identificación de Suelos - procedimiento Visual Manual). En estos registros se describe el tipo de material encontrado en toda la profundidad de acuerdo: al sistema unificado de clasificación de

suelos (SUCS), a su compacidad o consistencia, a la plasticidad del material fino, a la forma del material granular, a su humedad natural y color, al porcentaje estimado de cantos rodados, al porcentaje estimado de bolos o bolones, al porcentaje estimado de bloques y su tamaño máximo, a la presencia o no de material orgánico u óxidos, a la evidencia de material cementante, a la estabilidad de las paredes de la calicata, al grado de dificultad al excavar, etcétera.

Tabla 4. Registro Lito estratigráfico del PZ-001

Código	Horizonte	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Descripción
S0104 / PZ-001	H - 1	0.00 - 0.40	OH	Top soil, material orgánico húmedo y suelto.
	H - 2	0.40 - 4.40	ML	Secuencia de limos, suelta y húmeda.
	H - 3	4.40 - 9.40	ML	Secuencia de limos con arenas, sueltas, muy húmedas.
	H - 4	9.40 - 10.80	CL	Secuencias de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.
	H – 5	10.80 - 11.00	CL	Secuencia de arcillas, compacta y ligeramente húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Tabla 5. Registro Lito estratigráfico del PZ-002

Código	Horizonte	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Descripción
S0104 / PZ-002	H-1	0.00 - 0.10	OH	Top soil, material orgánico húmedo y suelto.
	H-2	0.10 - 0.50	ML	Secuencia de limos, suelta y húmeda.
	H-3	0.50 - 2.00	ML	Secuencia de limos con arcillas, ligeramente compacta y húmeda.
	H - 4	2.00 - 4.00	CL	Secuencias de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.
	H - 5	4.00 - 4.20	ML	Secuencia de limos con arcillas, sueltas, mojadas.
	H - 6	4.20 - 8.40	ML	Secuencia de limos con arenas, sueltas y mojadas.
	H – 7	8.40 - 10.00	CL	Secuencia de arcillas, compacta y húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Tabla 6. Registro Lito estratigráfico del PZ-003

Código	Horizonte	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Descripción
S0104 / PZ-003	H - 1	0.00 - 0.20	OH	Top soil, material orgánico húmedo y suelto.
	H - 2	0.20 - 1.60	ML	Secuencia de limos, suelta y húmeda.
	H - 3	1.60 - 2.40	ML	Secuencias de limos con arenas moderadamente compacta y húmeda.
	H - 4	2.40 - 5.00	CL	Secuencias de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.
	H - 5	5.00 - 7.20	CL	Secuencia de arcillas con arenas, ligeramente compacta y húmeda
	H - 6	7.20 - 8.40	CL	Secuencia de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

1.5.1.2. Sondajes Eléctricos verticales (SEV)

La evaluación geofísica mediante Sondeos Eléctricos Verticales en el Sitio Impactado SO104 consistió en realizar medidas de resistividad eléctrica del suelo, mediante el arreglo de electrodos tipo Schlumberger. El presente estudio tiene por objetivo generar la columna georesistiva, identificar la posible presencia del nivel freático e indicar la presencia o ausencia de sustancias contaminantes.

La tierra es un buen conductor de la corriente eléctrica, especialmente en la selva por la presencia regional de arcillas húmedas a saturadas, cuya característica fundamental es su buena conductividad eléctrica al estar no consolidado, esta característica de la arcilla es adversa cuanto se encuentran consolidados o litificadas.

Los hidrocarburos por su composición química tienen la peculiaridad de oponerse al paso de la corriente eléctrica, por lo tanto, las arcillas con hidrocarburos tienden a ser muy resistivas, esta característica permitirá diferenciar las zonas con restos de petróleo, de esa manera será posible indicar la presencia o ausencia de hidrocarburo para cada sitio investigado.

En el Sitio Impactado S0104 se efectuaron 04 Ensayos SEV, los cuales se muestran a continuación:

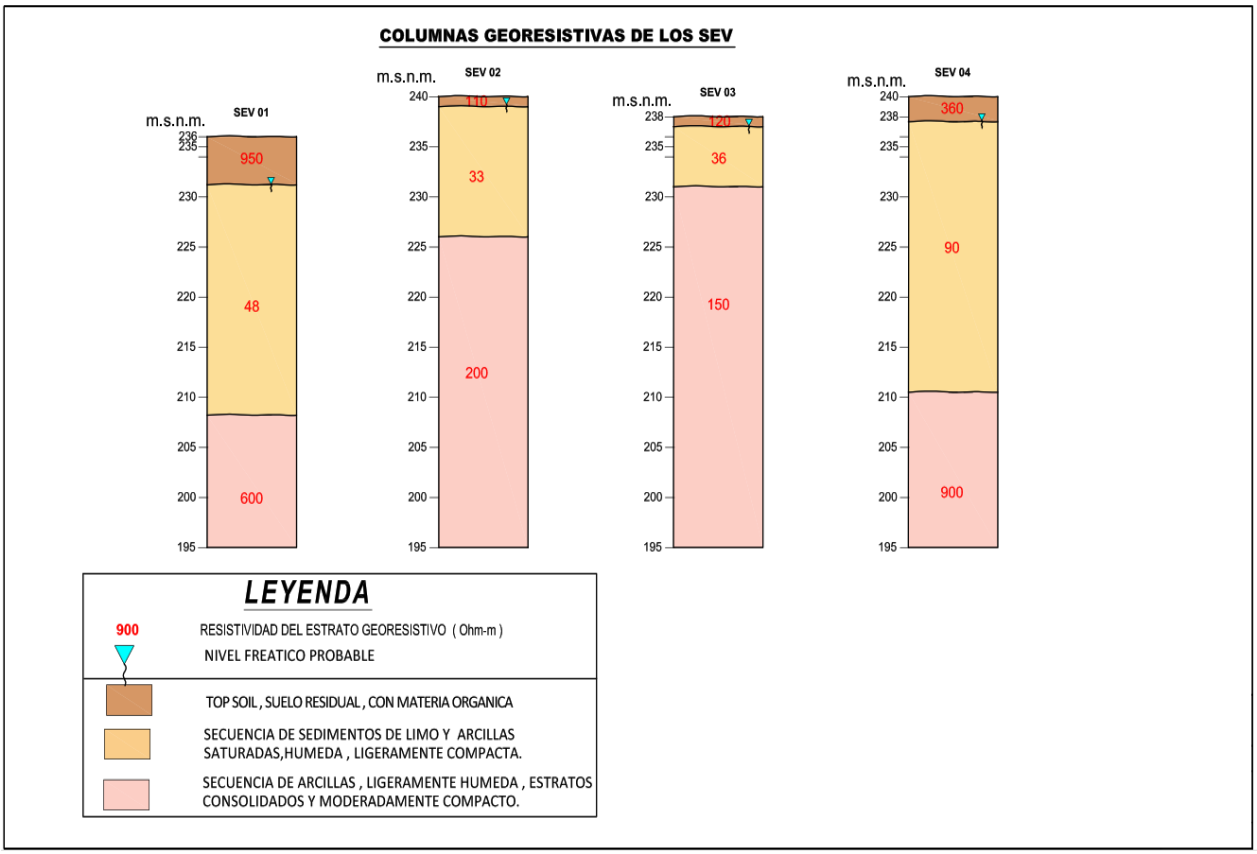


Figura 11. Disposición de Ensayos SEV realizados en el Sitio Impactado S0104.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Para una adecuada interpretación de los resultados georesistivos, cuyo rango de variación fluctúa entre 30 a 1,000 ohmios-metros de resistividad, se ha visto por conveniente agruparlos en cuatro 3 rangos, los cuales son indicadores de la posible composición del suelo en función a los valores de resistividades:

- Horizonte N°1: Top soil, suelo residual con materia orgánica. Suelo con resistividades de 100 a 360 ohmios metros
- Horizonte N°2: Secuencia de sedimentos de limos y arcillas saturadas, húmedas, ligeramente compacta. Suelo con resistividades de 20 a 100 ohmios metros.
- Horizonte N°3: Secuencia de arcillas saturadas, ligeramente húmedas, estratos consolidados y moderadamente compactos. Suelo con resistividades de 100 a 900 ohmios metros.

El detalle de cada Ensayo SEV, así como su correspondiente descripción geoeléctrica, se indica en la tabla adjunta:

Tabla 7. Ensayos SEV en el Sitio Impactado SO104.

Ensayo SEV	Horizonte	Espesor (m)	Resistividad (ohmio.m)	Descripción
SEV-01	H - 1	4.8	950	Top Soil, suelo residual con materia orgánica.
	H - 2	23	48	Secuencia de sedimentos de limo y arcillas saturadas, húmeda, ligeramente compacta.
	H - 3	13	600	Secuencia de arcillas, ligeramente húmeda, estratos consolidados y moderadamente compacto.
SEV-02	H - 1	2	110	Top Soil, suelo residual con materia orgánica.
	H - 2	13	33	Secuencia de sedimentos de limo y arcillas saturadas, húmeda, ligeramente compacta.
	H - 3	-	200	Secuencia de arcillas, ligeramente húmeda, estratos consolidados y moderadamente compacto.
SEV-03	H - 1	1	120	Top Soil, suelo residual con materia orgánica.
	H - 2	6	36	Secuencia de sedimentos de limo y arcillas saturadas, húmeda, ligeramente compacta.
	H - 3	-	150	Secuencia de arcillas, ligeramente húmeda, estratos consolidados y moderadamente compacto.
SEV-04	H - 1	2.5	360	Top Soil, suelo residual con materia orgánica.
	H - 2	27	90	Secuencia de sedimentos de limo y arcillas saturadas, húmeda, ligeramente compacta.
	H - 3	-	900	Secuencia de arcillas, ligeramente húmeda, estratos consolidados y moderadamente compacto.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

1.5.1.3. Interpretación de Resultados

La sección P-P´ se elaboró a partir de la interpretación de los SEV-01, SEV-02 y SEV-03. De la sección geoeléctrica se puede indicar lo siguiente:

- El perfil geoeléctrico tiene un rumbo suroeste a noreste.

- El perfil geo eléctrico interpretado muestra 3 horizontes de suelos, cuyas resistividades fluctúan entre 30 a 1000 ohmios metro.
- Basado en la "Tabla N° 8: Ensayos SEV en el Sitio Impactado SO104", podemos afirmar que el material predominante en el perfil geoeléctrico, son secuencias arcillosas de consistencia variable, las cuales generalmente, tienen valores de resistividad baja a media, aumentando su resistividad a profundidad a consecuencia de suelos más compactos.
- Es posible inferir que la alteración del suelo superficial, correspondiente a fluctuaciones en resistividades, va disminuyendo en concentración desde el Ensayo SEV-02 hacia el Ensayo SEV-01, es decir, en dirección del noreste al suroeste. En los ensayos SEV no se ha encontrado valores anómalos que pudieran inferir la presencia de un suelo contaminante.
- El horizonte H-1 presenta valores resistivos altos interpretándose esto como un suelo superficial muy alterado con presencia de raíces, materia orgánica, etc.
- Entre el contacto del horizonte H-1 y H-2 que aproximadamente se ubica a 3 m de profundidad se considera una probable existencia de nivel freático, debido al aumento de resistividades entre ambos horizontes.

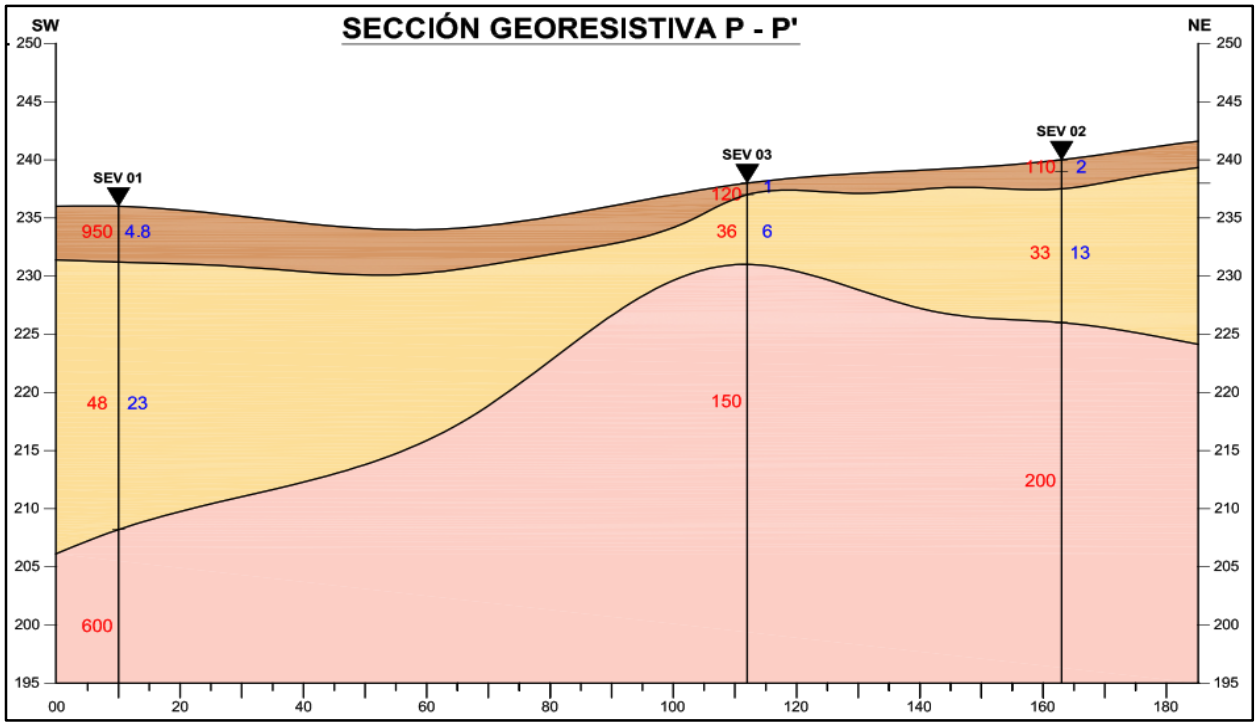


Figura 12. Sección Geolectrica P-P´ del área de estudio.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

1.6. Cambios Paisajísticos

1.6.1. Enfoque Geológico

El Sitio Impactado S0104 posee una historia que se construye a partir de los rasgos geológicos presentes en el relieve, y su conocimiento permite reconocer los cambios acaecidos en el paisaje actual.

Entonces, bajo el enfoque geológico, el desarrollo de los cambios en la morfología, se evalúan en base al impacto de los agentes geodinámicos. En el caso de los agentes geodinámicos internos, no se registra cambios en la morfología del terreno, durante el tiempo y alcance del presente servicio.

Por el lado de los agentes geodinámicos externos, si bien es cierto, el área corresponde a una zona de alta susceptibilidad a inundación, no se ha evidenciado tales efectos en el desarrollo del estudio.

Por lo que, se concluye que en el Sitio Impactado S0104, no se ha registrado cambios paisajísticos bajo un punto de vista geológico.

1.6.2. Enfoque Ambiental

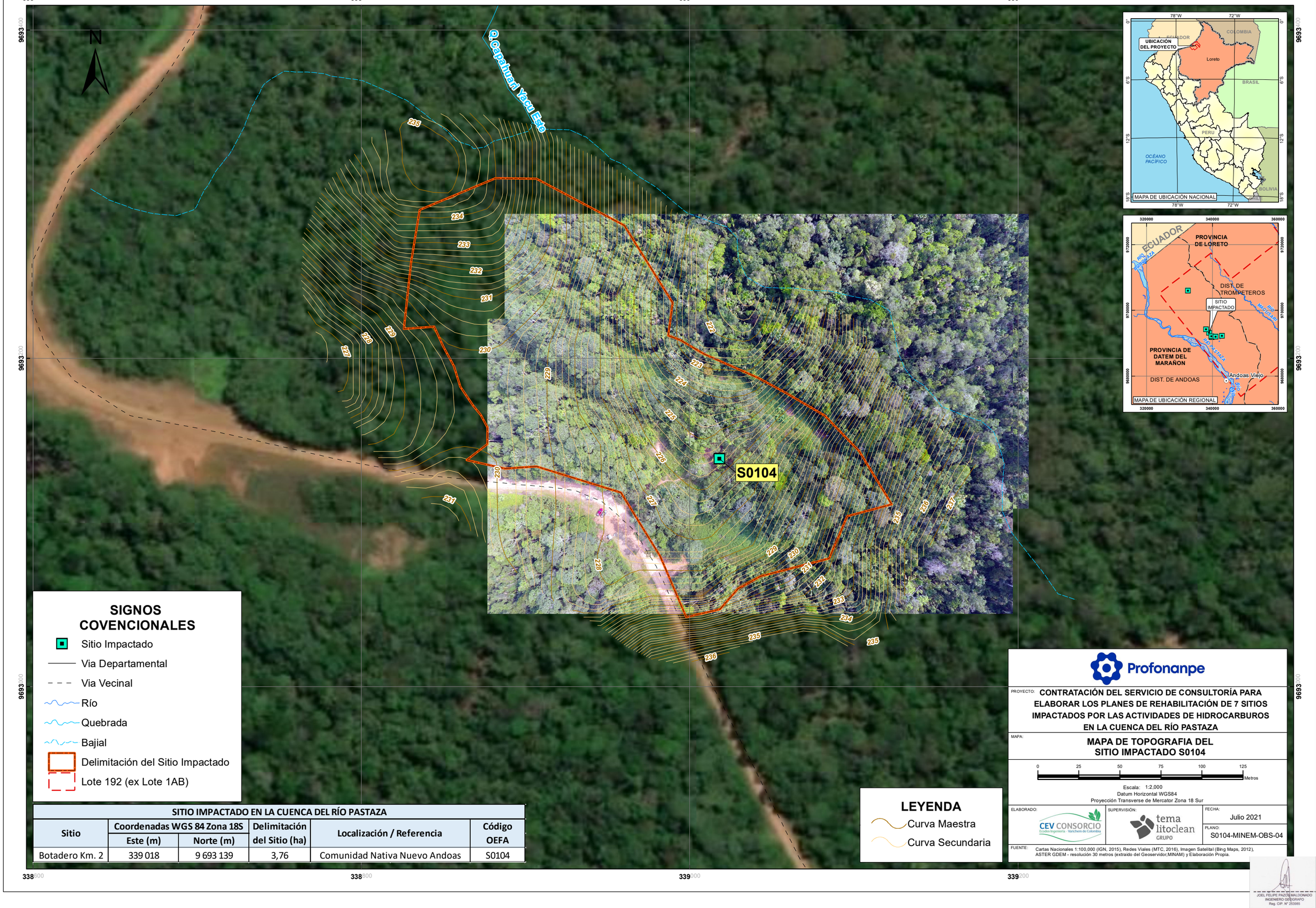
El Sitio Impactado S0104 ha registrado un impacto antrópico, el cual se manifiesta, mediante la presencia de huellas de contaminantes, sin embargo, es necesario entender que tales características son casi imperceptibles, lo cual, no genera un cambio en el desarrollo paisajístico del lugar. Sin embargo, se encuentran elementos dispersos y enterrados, debido a la mala disposición de residuos provenientes de la actividad petrolera.

Por lo cual, se concluye, que el Sitio Impactado S0104, no ha registrado cambios paisajísticos significativos, a lo largo del tiempo y alcance del presente servicio.

Fotografía 3. Vista Panorámica del Sitio Impactado S0104.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Anexo MIDAGRI
Observación N° 4

Mapa Topográfico – Sitio S0104



SITIO IMPACTADO EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA					
Sitio	Coordenadas WGS 84 Zona 18S		Delimitación del Sitio (ha)	Localización / Referencia	Código OEFA
	Este (m)	Norte (m)			
Botadero Km. 2	339 018	9 693 139	3,76	Comunidad Nativa Nuevo Andoas	S0104

Profonanpe

PROYECTO: CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ELABORAR LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE 7 SITIOS IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

MAPA: MAPA DE TOPOGRAFIA DEL SITIO IMPACTADO S0104

0 25 50 75 100 125 Metros

Escala: 1:2,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transverse de Mercator Zona 18 Sur

ELABORADO: CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

SUPERVISIÓN: tema litoclean GRUPO

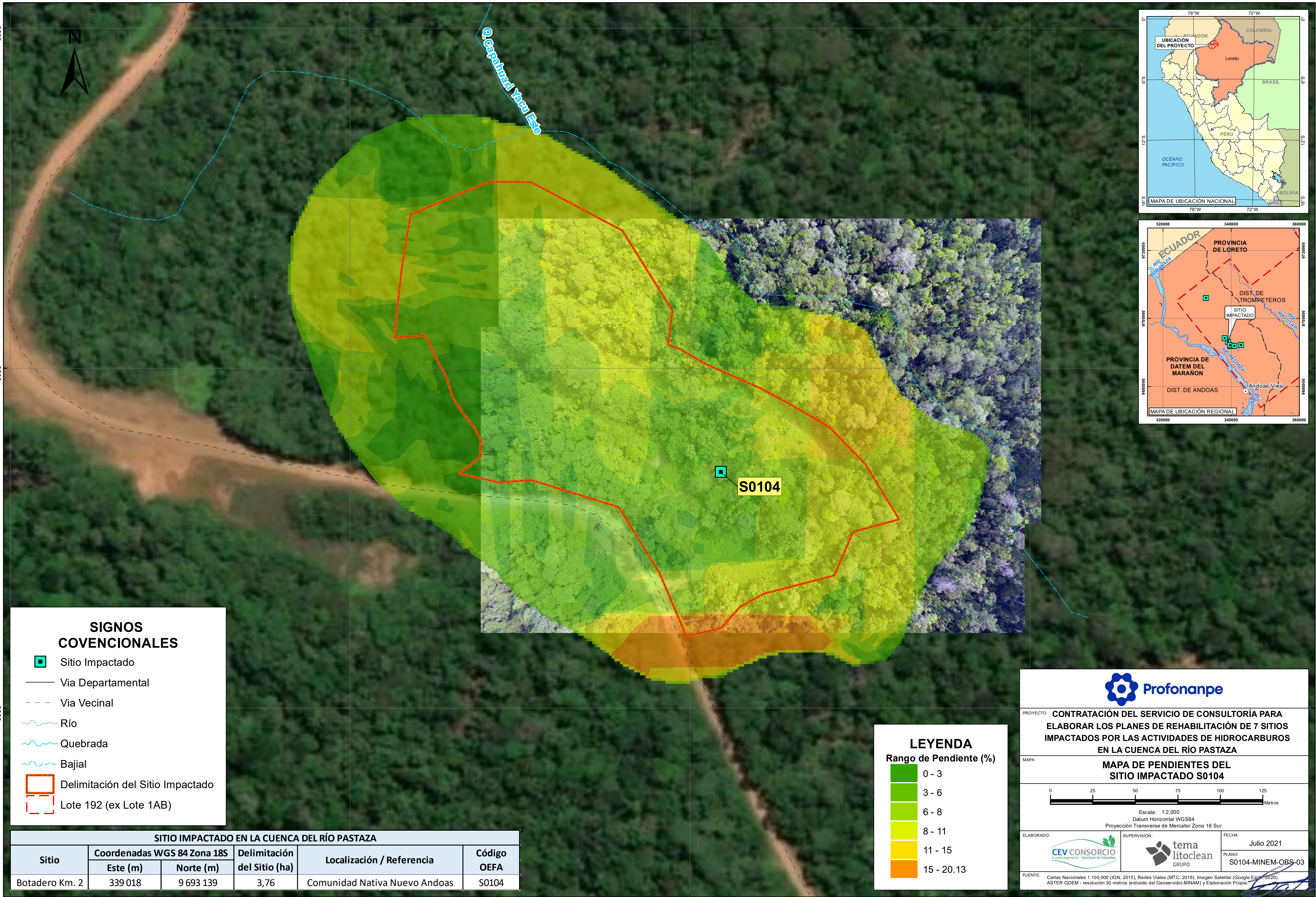
FECHA: Julio 2021

PLANO: S0104-MINEM-OBS-04

FUENTE: Cartas Nacionales 1:100,000 (IGN, 2015), Redes Viales (MTC, 2016), Imagen Satelital (Bing Maps, 2012), ASTER GDEM - resolución 30 metros (extraido del Geoservidor,MINAM) y Elaboración Propia.

JOEL FELIPE PAZOS MALDONADO
INGENIERO GEÓGRAFO
Reg. CIP. N° 253985

Mapa de Pendientes – Sitio S0104



SITIO IMPACTADO EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA					
Sitio	Coordenadas WGS 84 Zona 18S		Delimitación del Sitio (ha)	Localización / Referencia	Código OEFA
	Este (m)	Norte (m)			
Botadero Km. 2	339 018	9 693 139	3,76	Comunidad Nativa Nuevo Andoas	S0104

Profonanpe

PROYECTO: CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ELABORAR LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE 7 SITIOS IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

MAPA: **MAPA DE PENDIENTES DEL SITIO IMPACTADO S0104**

0 25 50 75 100 125 Metros

Escala: 1:2,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transverse de Mercator Zona 18 Sur

ELABORADO: CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

SUPERVISIÓN: tema litoclean GRUPO

FECHA: Julio 2021

PLANO: S0104-MINEM-OBS-03

FUENTE: Cartas Nacionales 1:100,000 (IGN, 2015), Redes Viales (MTC, 2016), Imagen Satelital (Google Earth, 2020), ASTER GDEM - resolución 30 metros (extraido del Geoservidor,MINAM) y Elaboración Propia.

CARLOS ALFONSO TEVES GUTIERREZ
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP Nº 218351

Anexo MIDAGRI
Observación N° 7

INFORME DE CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA
Sitio S0104 (Botadero km 2)

Servicio de Consultoría para la Elaboración de los Planes de Rehabilitación de 7 sitios impactados por las Actividades de Hidrocarburos en la Cuenca del Río Pastaza

PREPARADO PARA:

FONDO DE PROMOCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERÚ

Profonanpe

ELABORADO POR:

CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

Agosto, 2021

Luz Esther Sales Ordoñez
Ing. en Recursos Nat. Renov.
Mención Conserv. de Suelos y Ag.
C.I.P. N° 133458

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 6

2. ANÁLISIS DE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS 6

2.1. Comportamiento Temporal 6
2.1.1. Precipitación 6
2.1.2. Temperatura 15
2.1.3. Humedad Relativa 19
2.1.4. Evaporación 21
2.1.5. Dirección y Velocidad del Viento 26
2.2. Comportamiento Espacial 29
2.3. Comportamiento Altitudinal de la Precipitación Medio Anual 29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones Meteorológicas Cercanas 6
Tabla 2. Precipitación Mensual Media de la Estación Andoas 7
Tabla 3. Precipitación Mensual Media de la Estación Nuevo Rocafuerte 8
Tabla 4. Precipitación Mensual de la Estación Soplín 9
Tabla 5. Precipitación Mensual de la Estación Teniente López 10
Tabla 6. Precipitación Mensual de la Estación Soplín 12
Tabla 7. Precipitación Mensual de la Estación Teniente López 13
Tabla 8. Temperatura Ambiental Media Mensual (ºC) – Estación Nuevo Rocafuerte 15
Tabla 9. Temperatura Ambiental Máxima Mensual (ºC) – Estación Nuevo Rocafuerte 15
Tabla 10. Temperatura Ambiental Mínima Mensual (ºC) – Estación Nuevo Rocafuerte 16
Tabla 11. Temperatura Ambiental Media Mensual (ºC) – Estación Barranca 17
Tabla 12. Temperatura Ambiental Máximo Mensual (ºC) – Estación Barranca 18
Tabla 13. Temperatura Ambiental Mínimo Mensual (ºC) – Estación Barranca 18
Tabla 14. Temperatura Ambiental Media Mensual (ºC) Corregido – Estación Barranca 19
Tabla 15. Humedad Relativa – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012) 20
Tabla 16. Evaporación – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012) 22
Tabla 17. Nubosidad (Octas) – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012) 23
Tabla 18. Heliofanía (Horas) – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012) 24
Tabla 19. Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Trompeteros 26
Tabla 20. Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Nuevo Rocafuerte 27
Tabla 21. Precipitación Medio Mensual y Anual (mm) 29
Tabla 22. Relación Altitud Versus Precipitación 30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Andoas (2007-2017) 8
Figura 2. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Nuevo Rocafuerte (1990-2012).. 9
Figura 3. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Soplín (1964-1979).....12
Figura 4. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Teniente López (1964-1995) ...14
Figura 5. Precipitación Mensual Multianual Pastaza 14
Figura 6. Precipitación Variación de Temperatura Ambiental – Estación Nuevo Rocafuerte 17
Figura 7. Variación de Temperatura Ambiental – Estación Barranca 19
Figura 8. Humedad Relativa Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte.....21
Figura 9. Valores Promedio de Temperatura y Humedad.....21
Figura 10. Evaporación Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte 23
Figura 11. Nubosidad Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012) 24
Figura 12. Heliofanía Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012).....25
Figura 13. Valores Promedio de Nubosidad y Heliofanía.....26
Figura 14. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Trompeteros.....27
Figura 15. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Nuevo Rocafuerte.....29
Figura 16. Relación - Altitud Versus Precipitación 30
Figura 17. Mapa de Isoyetas de la cuenca del Pastaza.....31
Figura 18. Distribución Espacial y Temporal de la Climatológica de Precipitación en la Cuenca Pastaza 32

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas.....34

Levantamiento de Observaciones al Expediente "Servicio de Consultoría para la elaboración de los Planes de Rehabilitación de 07 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del Río Pastaza"

Informe de Climatología y Meteorología

1. Introducción

En la cuenca del Pastaza la interacción de los vientos y las nubes cargadas de humedad que vienen de la Amazonía y la topografía de cuenca del Pastaza, propician un ecosistema rico en microclimas. Para el siguiente numeral se tomaron datos de las estaciones pluviométricas y meteorológicas del SENAHMI, así como información secundaria proporcionada por distintas fuentes que alimentaron el presente estudio, las cuales se presentan en la **Tabla 1**.

En el presente informe no se detalla el año en la que ocurrieron los eventos de contaminación dado que no hay registros oficiales que lo indiquen.

En el **Anexo 1.** Se presenta el Mapa de estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis del presente estudio.

Tabla 1. Estaciones Meteorológicas Cercanas

Estación	Coordenadas (m) Universal Transverse Mercartor (UTM) WGS84, Zona 18 S	
	Este	Norte
Trompeteros	483 314	9 579 980
Andoas	233 202	9 679 177
Barranca	311 473	9 465 523
Teniente López	364 737	9 719 925
Soplín	350 028	9 624 089
Nuevo Roca Fuerte	451 941	9 898 033

Fuente: Información adaptada de Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012; Niveles de río 2011- 2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy, 2018; e Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012.

El Sitio en estudio se ubica en el área amazónica, entre el Perú y el Ecuador, el clima de la región nor-amazónica se considera ecuatorial húmedo, el cual es un clima de bosque tropical lluvioso, típico de las latitudes bajas, controlados por las masas de aire del trópico ecuatorial que convergen generando una depresión ecuatorial, derivando en lluvias a través de las tormentas de convección. Para la caracterización climática se utilizó información meteorológica brindada por la Oficina Nacional de la Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) y del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

De acuerdo al Informe Técnico del SENAMHI (Régimen Hidrometeorológico y comportamiento de las precipitaciones en las cuencas de los Ríos Tigre – Pastaza y Marañón para los años 2015, 2016 y 2017), entre los meses de octubre a abril las precipitaciones son mayores, entre junio a septiembre son menores siendo el mes de abril el de mayor precipitación y los meses de julio y agosto los de menor precipitación y con un promedio mensual de precipitación a 258 mm.

2. Análisis de Elementos Meteorológicos

2.1. Comportamiento Temporal

2.1.1. Precipitación

La precipitación en la región nor-amazónica se muestra siempre alta y poco variables con esporádicos periodos de menor intensidad que ocurren indistintamente en cualquier época del año. Lo anterior se debe a que esta región es afectada por mecanismos convectivos (aquellos que implican formación de

nubes cumulonimbus) ocurriendo precipitaciones estratiformes (que implican la formación de nubes estratos). En ambos casos el suministro de humedad es esencialmente endógeno, es decir, está constituido por los enormes volúmenes de evapotranspiración que se genera en esta región gracias a la presencia de una densa cobertura vegetal y de extensos cuerpos de agua.
El balance hídrico de esta región registra un ingreso neto de humedad que la convierte en un gran sumidero cuya fuente principal es directa o indirectamente el océano Atlántico Tropical.

La caracterización de la temperatura proviene de las estaciones Andoas, Soplín, Teniente López y Nuevo Rocafuerte, las cuales cuentan con datos históricos.
En la **Tabla 2**, se presenta la data obtenida de la estación pluviométrica de Andoas, según el Informe Niveles de río 2011- 2018 y pluviómetro 2007 – 2017 por Frontera Energy 2018.

Tabla 2. Precipitación Mensual Media de la Estación Andoas

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
2007	329.2	51.7	268.7	244.6	175.2	227.7	244.2	176.7	183.1	169.2	402.4	267.0	**2739.7**
2008	201.1	217.7	297.0	145.6	235.6	146.2	194.4	206.1	285.6	261.3	148.9	40.0	**2379.5**
2009	335.3	337.5	98.2	323.9	195.8	159.5	189.2	256.2	129.4	217.0	133.7	217.1	**2592.8**
2010	62.5	281.5	342.0	172.2	292.4	211.9	132.3	24.6	141.3	139.4	14.8	70.8	**1885.7**
2011	79.5	184.9	205.4	235.9	144.9	170.1	230.5	59.6	161.6	223.3	130.1	404.2	**2230.0**
2012	216.6	212.8	452.8	85.9	210.8	249.6	235.6	313.3	205.2	129.7	275.5	177.8	**2765.6**
2013	290.6	181.4	194.2	202.4	280.1	135.9	241.5	102.8	50.2	210.1	113.6	69.1	**2071.9**
2014	189.9	267.9	358.1	275.1	141.4	127.6	184.8	103.6	92.9	104.5	202.9	233.5	**2282.2**
2015	127.6	68.6	84.6	125.1	339.7	533.6	274.4	177.3	104.4	227.2	318.0	410.0	**2790.5**
2016	75.5	179.1	355.5	180.9	182.4	172.0	208.5	143.4	129.4	281.8	157.6	161.3	**2227.4**
2017	256.4	365.4	157.2	318.5	307.6	126.7	69.5	113.6	163.6	275.3	309.6	179.8	**2643.2**
Promedio	**196.7**	**213.5**	**255.8**	**210.0**	**227.8**	**205.5**	**200.4**	**152.5**	**149.7**	**203.5**	**200.6**	**202.8**	**2419.0**
Máximo	**335.3**	**365.4**	**452.8**	**323.9**	**339.7**	**533.6**	**274.4**	**313.3**	**285.6**	**281.8**	**402.4**	**410.0**	**4318.2**
Mínimo	**62.5**	**51.7**	**84.6**	**85.9**	**141.4**	**126.7**	**69.5**	**24.6**	**50.2**	**104.5**	**14.8**	**40.0**	**856.4**

Fuente: Niveles de río 2011- 2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy 2018
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

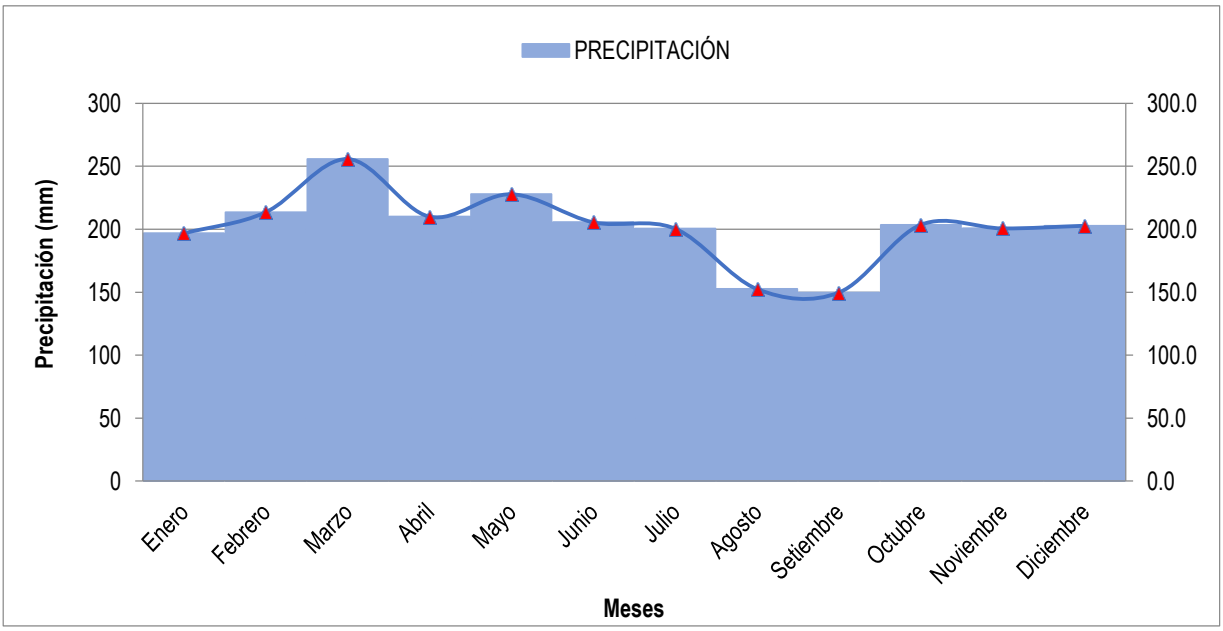


Figura 1. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Andoas (2007-2017)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Tabla 3**, se presenta la data obtenida de la estación meteorológica Nuevo Rocafuerte ubicado al noreste del Lote 192, según los Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012.

Tabla 3. Precipitación Mensual Media de la Estación Nuevo Rocafuerte

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1990	187.4	83.9	334.2	376	160.7	437.1	196	231.1	214.2	212.7	323.2	300.4	**3056.9**
1991	51.1	187.1	158.7	309.8	243.6	262	317	112.8	142.8	149.7	107.3	79.2	**2121.1**
1992	52.9	86.1	231.9	324.9	189.6	284.6	284.7	202.1	162.2	246.1	270	299.2	**2634.3**
1993	104.4	203.2	304.7	309.6	468.8	214.8	328.8	247.8	332.6	336.9	191	179	**3221.6**
1994	35.5	146.3	225.3	370.5	502.6	254.8	314.6	172.9	291.6	143.3	152.5	273	**2882.9**
1995	157.2	6.3	349.5	169	445.8	270.3	196.5	172.1	264.3	209.7	132.1	99.8	**2472.6**
1996	163.1	164.5	227.5	152.8	297.9	365.5	306.3	226.4	164.4	151.9	224	256.4	**2700.7**
1997	31.2	264.3	194.7	252.4	340	180	242.4	459.4	252.3	173.6	164.8	201.1	**2756.2**
1998	152.9	251.8	386.3	482.2	295.3	263.2	340.7	263.9	62	224.8	137.1	156.9	**3017.1**
1999	269	336.6	234.9	616.9	293.2	440.5	287.9	143.4	201.2	236.4	108.4	198.4	**3366.8**
2000	52	130.6	181.5	313	520.1	352.2	393.5	337.1	228.5	147.3	108.4	192.7	**2956.9**
2001	108.1	146.1	294.2	242.8	202.3	230.4	194.1	165.1	121.6	120.9	177.6	443.1	**2446.3**
2002	102.5	310.5	267.5	333.2	378.7	300.4	446.5	241.3	193.6	217.3	209.8	156.9	**3158.2**
2003	81.9	235	311	289.6	462	423.9	177	148.4	119.7	315.5	178.8	221	**2963.8**
2004	36.2	102.7	221.8	291.6	445.6	323.1	252.2	281	161	199.5	139.7	140.2	**2594.6**
2005	102.9	103.5	316.6	371.6	378.9	325	338.8	275.5	207.6	231.3	104.3	82.7	**2838.7**
2006	258.1	156.4	247.1	215.2	274.2	302	257	131	215	293	224.2	251.4	**2824.6**
2007	127.8	70.5	414.3	362.6	168.3	439	175.1	227.7	235.1	335	246.5	151	**2952.9**
2008	133	186	125.4	257.4	223.5	318.1	248.8	249.4	270.2	214.8	248.9	170.2	**2645.7**
2009	385.9	314.9	224.3	214.3	375.8	425.5	407.3	293.3	117.2	196.7	172.1	223.1	**3350.4**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
2010	128.6	206.5	290.7	230.9	229.7	412	175.2	82	128	251.9	163.8	187.6	**2486.9**
2011	123.3	214.5	197	285	326.9	310.5	295.1	185.8	357.2	84.9	260.3	265.4	**2905.9**
2012	76.7	155.2	503.8	219.5	307.5	192	411.4	169.6	262.9	189.5	82.5	247.4	**2818.0**
Promedio	**127.0**	**176.6**	**271.4**	**303.9**	**327.4**	**318.6**	**286.4**	**218.2**	**204.6**	**212.3**	**179.4**	**207.7**	**2833.6**
Máximo	**385.9**	**336.6**	**503.8**	**616.9**	**520.1**	**440.5**	**446.5**	**459.4**	**357.2**	**336.9**	**323.2**	**443.1**	**5170.1**
Mínimo	**31.2**	**6.3**	**125.4**	**152.8**	**160.7**	**180.0**	**175.1**	**82.0**	**62.0**	**84.9**	**82.5**	**79.2**	**1222.1**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

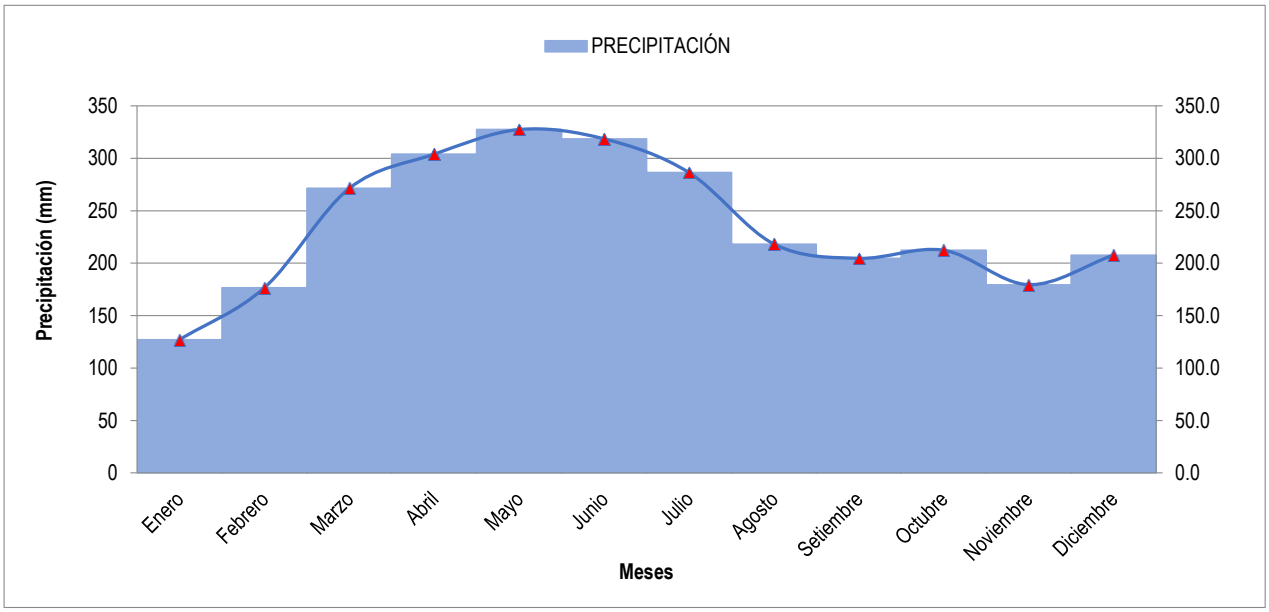


Figura 2. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Nuevo Rocafuerte (1990-2012)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Tabla 4**, se presenta la data obtenida de la estación meteorológica Soplín ubicado al suroeste del Lote 192, según el Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB – Cap. 4.1.2. Aspectos Climáticos, obtenido a través del Portal de Transparencias del Ministerio de Energía y Minas.

Tabla 4.Precipitación Mensual de la Estación Soplín

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1964	78.0	143.0	103.0	153.0	155.0	194.0	192.0	91.0	196.0	120.0	263.0	79.0	**1767.0**
1965	130.0	112.0	169.0	245.7	247.0	203.0	260.0	53.0	134.0	156.0	389.0	239.0	**2337.7**
1966	218.0	216.0	237.0	482.0	324.0	186.0	160.0	163.1	263.3	261.4	209.0	276.4	**2996.2**
1967	225.9	161.5	162.3	218.9	256.3	251.0	284.5	286.2	104.0	109.6	132.5	175.6	**2368.3**
1968	146.4	149.4	139.2	241.6	68.2	270.6	249.0	180.6	244.4	208.8	276.1	217.6	**2391.9**
1969	257.9	394.7	250.0	223.7	175.0	207.7	123.0	118.6	105.7	202.3	110.2	54.8	**2223.6**
1970	172.5	229.0	292.0	170.0	223.0	206.0	283.0	162.0	235.0	147.0	219.0	215.0	**2553.5**
1971	290.0	376.0	443.0	189.0	421.0	356.0	S/D	S/D	203.0	232.0	201.0	196.0	**2907.0**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1972	211.0	38.0	93.0	231.0	259.0	305.0	163.0	91.0	96.0	107.0	81.0	160.0	**1835.0**
1973	144.0	183.0	133.0	128.0	64.0	41.0	36.0	36.0	53.0	35.0	34.0	46.0	**933.0**
1974	46.0	64.0	93.0	72.0	48.0	94.0	78.0	81.0	242.0	95.0	88.0	23.0	**1024.0**
1975	66.0	46.0	42.0	63.0	64.0	263.0	32.0	64.0	144.0	82.0	80.0	60.0	**1006.0**
1976	74.0	67.0	112.0	79.0	80.0	137.0	114.0	120.0	146.0	122.0	271.0	259.0	**1581.0**
1977	235.0	201.0	248.0	212.0	204.0	123.0	159.0	174.0	168.0	250.0	216.0	175.0	**2365.0**
1978	276.0	58.0	112.0	79.0	80.0	137.0	104.0	94.0	S/D	S/D	266.0	S/D	**1206.0**
1979	67.0	40.0	112.0	52.0	67.0	92.0	127.0	69.0	196.0	142.0	62.0	71.0	**1097.0**
Promedio	**164.9**	**154.9**	**171.3**	**177.5**	**171.0**	**191.6**	**157.6**	**118.9**	**168.7**	**151.3**	**181.1**	**149.8**	**1958.7**
Máximo	**290.0**	**394.7**	**443.0**	**482.0**	**421.0**	**356.0**	**284.5**	**286.2**	**263.3**	**261.4**	**389.0**	**276.4**	**4147.5**
Mínimo	**46.0**	**38.0**	**42.0**	**52.0**	**48.0**	**41.0**	**32.0**	**36.0**	**53.0**	**35.0**	**34.0**	**23.0**	**480.0**

Fuente: Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB – Cap. 4.1.2. Aspectos Climáticos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.
S/D: Sin Dato

En la **Tabla 5**, se presenta la data obtenida de la estación meteorológica Teniente López ubicado al suroeste del Lote 192, según el Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB – Cap. 4.1.2. Aspectos Climáticos, obtenido a través del Portal de Transparencias del Ministerio de Energía y Minas.

Tabla 5. Precipitación Mensual de la Estación Teniente López

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1964	187.0	692.0	407.2	203.5	386.9	386.5	294.7	136.9	323.9	322.9	67.6	108.6	**3517.7**
1965	160.4	225.8	188.4	355.8	202.7	285.1	251.8	226.0	202.3	169.9	186.6	267.3	**2722.1**
1966	209.0	82.0	204.0	330.0	200.0	278.5	217.4	237.5	121.2	S/D	127.5	157.1	**2164.2**
1967	220.2	162.1	69.5	263.0	112.8	115.7	100.4	106.4	57.6	202.7	68.5	50.0	**1528.9**
1968	152.6	43.1	81.4	131.0	118.7	147.6	313.5	249.8	249.7	202.7	51.2	117.5	**1858.8**
1969	149.7	168.0	112.4	275.0	118.2	195.0	135.0	193.9	235.1	195.0	163.9	133.5	**2074.7**
1970	215.3	127.8	344.4	233.2	208.8	159.7	186.9	66.0	160.0	104.0	355.0	173.0	**2334.1**
1971	174.0	136.0	276.0	376.0	S/D	569.0	509.0	394.0	392.0	415.0	339.0	473.0	**4053.0**
1972	339.0	426.0	588.0	584.0	534.0	973.0	761.0	60.0	140.0	654.0	452.0	252.0	**5763.0**
1973	343.0	255.0	377.0	125.0	297.0	499.0	253.0	367.0	264.4	265.6	293.1	134.5	**3473.6**
1974	130.2	582.1	594.3	321.9	224.2	S/D	282.3	243.2	398.3	225.1	342.5	258.9	**3603.0**
1975	314.0	183.1	229.3	338.0	349.5	374.2	409.3	242.3	224.5	342.7	313.9	131.7	**3452.5**
1976	S/D	S/D	S/D	540.6	475.3	365.0	178.0	136.0	217.0	101.7	253.1	148.7	**2415.4**
1977	36.8	295.0	303.5	261.1	274.3	249.3	163.1	183.7	193.9	395.8	369.8	175.7	**2902.0**
1978	145.0	148.7	197.3	468.3	354.6	353.6	280.3	229.2	232.2	327.6	160.5	423.0	**3320.3**
1979	84.6	114.2	110.5	111.0	82.1	78.0	72.3	105.8	32.6	289.1	66.0	128.2	**1274.4**
1980	S/D	0.0	S/D	94.0	103.0	152.0	110.0	229.5	178.6	347.5	415.1	S/D	**1629.7**
1982	193.5	166.3	130.2	106.4	133.6	145.0	270.1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	**1145.1**
1989	226.0	245.0	169.0	190.0	253.0	193.0	124.0	86.0	120.0	125.0	179.0	117.0	**2027.0**
1990	318.0	172.0	233.0	200.0	145.0	381.0	148.0	187.0	91.0	146.0	208.0	292.0	**2521.0**
1991	248.0	325.0	112.0	298.0	326.0	229.0	122.0	187.0	231.0	316.0	215.0	313.0	**2922.0**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1992	58.0	53.0	95.0	145.0	238.0	297.0	389.0	48.0	108.0	265.0	200.0	169.0	**2065.0**
1993	230.0	206.0	370.0	230.0	119.0	141.0	57.0	61.0	168.0	97.0	136.0	201.0	**2016.0**
1994	129.0	91.0	78.0	59.0	53.0	262.0	164.0	203.0	251.0	180.0	133.0	212.0	**1815.0**
1995	355.0	77.0	216.0	156.0	169.0	152.0	56.0	158.0	166.0	156.0	92.0	137.0	**1890.0**
Promedio	**200.8**	**207.3**	**238.5**	**255.8**	**228.3**	**290.9**	**233.9**	**180.7**	**198.3**	**254.2**	**216.2**	**198.9**	**2703.8**
Máximo	**355.0**	**692.0**	**594.3**	**584.0**	**534.0**	**973.0**	**761.0**	**394.0**	**398.3**	**654.0**	**452.0**	**473.0**	**6864.6**
Mínimo	**36.8**	**0.0**	**69.5**	**59.0**	**53.0**	**78.0**	**56.0**	**48.0**	**32.6**	**97.0**	**51.2**	**50.0**	**631.1**

Fuente: Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB – Cap. 4.1.2. Aspectos Climáticos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.
S/D: Sin Dato

Determinación de Información Faltante – Proporción Normal[1]:

En las tablas mostradas anteriormente (**Tabla 4 y Tabla 5**) no ha sido registrado en ciertas temporadas las precipitaciones, por lo que se ha procedido a completar los datos faltantes. Al contar con un registro mayor de 5 años se ha procedido a completar los datos faltantes solamente con los datos de la estación en estudio, empleando una ecuación para cada dato faltante, resultando, para n datos faltantes, un sistema de n ecuaciones con n incógnitas:

$$\frac{\text{Precipitación durante el mes i del año en estudio}}{\text{Promedio de Precipitación durante el mes i para todos los años de registro}} = \frac{\text{Suma de todas la precipitaciones mensuales en el año en estudio}}{\text{Promedio de Anual de la Precipitación para todos los años de registro}}$$

$$\cdot \frac{X_i}{N_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i + \sum_{j=1}^{n} X_j}{P}$$

Donde:

i : 1, 2, 3 …….n (meses o periodos) de datos faltantes.
Ni : Promedio de precipitación mensual a lo largo del periodo de registro para el mes i.
X_i : Dato faltante (precipitación de un mes determinado para un año determinado)
X_j : Precipitación para los meses en los cuales sí existe registro, dentro del mismo año al que pertenece Xi, donde, j representa el subíndice que denomina todos los 12 meses del año distintos a i.
P : Promedio anual de precipitación para todo el registro existente.

Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 6** y **Tabla 7**.

1 Ramirez, M (2003). Hidrología Aplicada. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela (http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/PRECIPITACION%20DATOS.pdf)

Tabla 6. Precipitación Mensual de la Estación Soplín

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1964	78.0	143.0	103.0	153.0	155.0	194.0	192.0	91.0	196.0	120.0	263.0	79.0	**1767.0**
1965	130.0	112.0	169.0	245.7	247.0	203.0	260.0	53.0	134.0	156.0	389.0	239.0	**2337.7**
1966	218.0	216.0	237.0	482.0	324.0	186.0	160.0	163.1	263.3	261.4	209.0	276.4	**2996.2**
1967	225.9	161.5	162.3	218.9	256.3	251.0	284.5	286.2	104.0	109.6	132.5	175.6	**2368.3**
1968	146.4	149.4	139.2	241.6	68.2	270.6	249.0	180.6	244.4	208.8	276.1	217.6	**2391.9**
1969	257.9	394.7	250.0	223.7	175.0	207.7	123.0	118.6	105.7	202.3	110.2	54.8	**2223.6**
1970	172.5	229.0	292.0	170.0	223.0	206.0	283.0	162.0	235.0	147.0	219.0	215.0	**2553.5**
1971	290.0	376.0	443.0	189.0	421.0	356.0	234.0	176.5	203.0	232.0	201.0	196.0	**3317.4**
1972	211.0	38.0	93.0	231.0	259.0	305.0	163.0	91.0	96.0	107.0	81.0	160.0	**1835.0**
1973	144.0	183.0	133.0	128.0	64.0	41.0	36.0	36.0	53.0	35.0	34.0	46.0	**933.0**
1974	46.0	64.0	93.0	72.0	48.0	94.0	78.0	81.0	242.0	95.0	88.0	23.0	**1024.0**
1975	66.0	46.0	42.0	63.0	64.0	263.0	32.0	64.0	144.0	82.0	80.0	60.0	**1006.0**
1976	74.0	67.0	112.0	79.0	80.0	137.0	114.0	120.0	146.0	122.0	271.0	259.0	**1581.0**
1977	235.0	201.0	248.0	212.0	204.0	123.0	159.0	174.0	168.0	250.0	216.0	175.0	**2365.0**
1978	276.0	58.0	112.0	79.0	80.0	137.0	104.0	94.0	103.9	93.2	266.0	92.3	**1495.3**
1979	67.0	40.0	112.0	52.0	67.0	92.0	127.0	69.0	196.0	142.0	62.0	71.0	**1097.0**
Promedio	**164.9**	**154.9**	**171.3**	**177.5**	**171.0**	**191.6**	**162.4**	**122.5**	**164.6**	**147.7**	**181.1**	**146.2**	**1955.7**
Máximo	**290.0**	**394.7**	**443.0**	**482.0**	**421.0**	**356.0**	**284.5**	**286.2**	**263.3**	**261.4**	**389.0**	**276.4**	**4147.5**
Mínimo	**46.0**	**38.0**	**42.0**	**52.0**	**48.0**	**41.0**	**32.0**	**36.0**	**53.0**	**35.0**	**34.0**	**23.0**	**480.0**

Fuente: Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB – Cap. 4.1.2. Aspectos Climáticos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

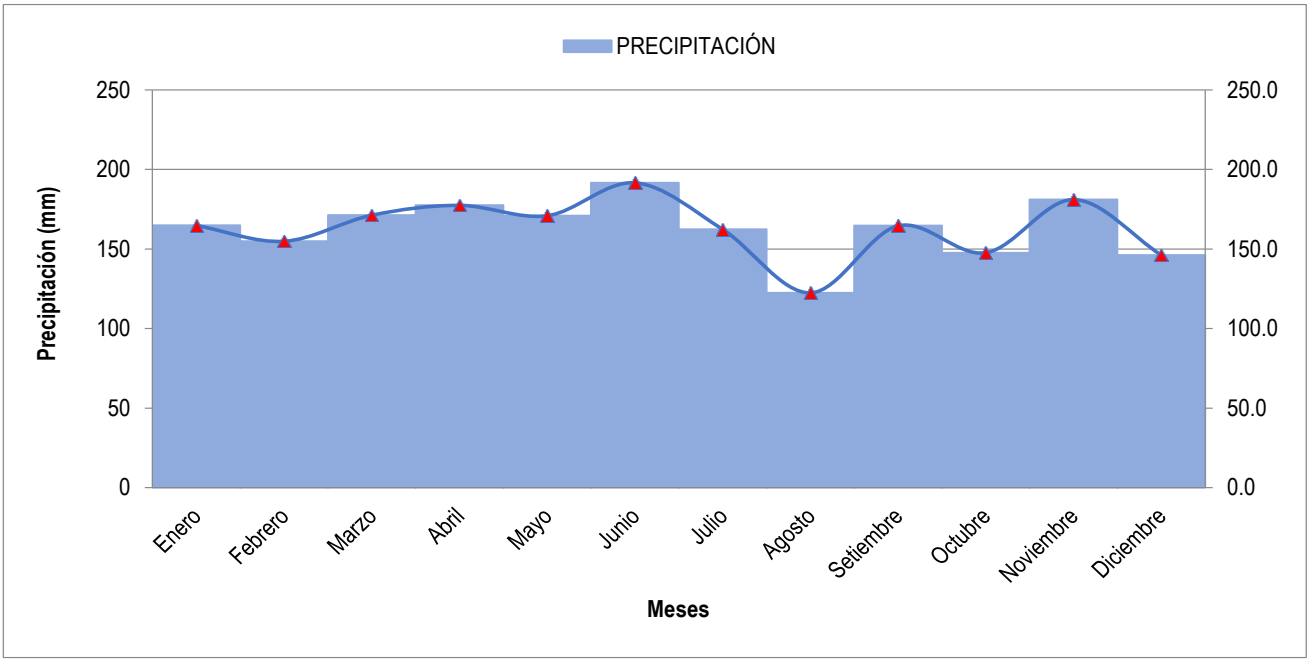


Figura 3. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Soplín (1964-1979)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Tabla 7. Precipitación Mensual de la Estación Teniente López

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1964	187.0	692.0	407.2	203.5	386.9	386.5	294.7	136.9	323.9	322.9	67.6	108.6	**3517.7**
1965	160.4	225.8	188.4	355.8	202.7	285.1	251.8	226.0	202.3	169.9	186.6	267.3	**2722.1**
1966	209.0	82.0	204.0	330.0	200.0	278.5	217.4	237.5	121.2	203.5	127.5	157.1	**2367.7**
1967	220.2	162.1	69.5	263.0	112.8	115.7	100.4	106.4	57.6	202.7	68.5	50.0	**1528.9**
1968	152.6	43.1	81.4	131.0	118.7	147.6	313.5	249.8	249.7	202.7	51.2	117.5	**1858.8**
1969	149.7	168.0	112.4	275.0	118.2	195.0	135.0	193.9	235.1	195.0	163.9	133.5	**2074.7**
1970	215.3	127.8	344.4	233.2	208.8	159.7	186.9	66.0	160.0	104.0	355.0	173.0	**2334.1**
1971	174.0	136.0	276.0	376.0	342.2	569.0	509.0	394.0	392.0	415.0	339.0	473.0	**4395.2**
1972	339.0	426.0	588.0	584.0	534.0	973.0	761.0	60.0	140.0	654.0	452.0	252.0	**5763.0**
1973	343.0	255.0	377.0	125.0	297.0	499.0	253.0	367.0	264.4	265.6	293.1	134.5	**3473.6**
1974	130.2	582.1	594.3	321.9	224.2	387.6	282.3	243.2	398.3	225.1	342.5	258.9	**3990.6**
1975	314.0	183.1	229.3	338.0	349.5	374.2	409.3	242.3	224.5	342.7	313.9	131.7	**3452.5**
1976	179.4	185.2	213.1	540.6	475.3	365.0	178.0	136.0	217.0	101.7	253.1	148.7	**2993.1**
1977	36.8	295.0	303.5	261.1	274.3	249.3	163.1	183.7	193.9	395.8	369.8	175.7	**2902.0**
1978	145.0	148.7	197.3	468.3	354.6	353.6	280.3	229.2	232.2	327.6	160.5	423.0	**3320.3**
1979	84.6	114.2	110.5	111.0	82.1	78.0	72.3	105.8	32.6	289.1	66.0	128.2	**1274.4**
1980	121.0	0.0	143.8	94.0	103.0	152.0	110.0	229.5	178.6	347.5	415.1	119.9	**2014.4**
1982	193.5	166.3	130.2	106.4	133.6	145.0	270.1	76.5	84.0	107.7	91.6	84.2	**1589.0**
1989	226.0	245.0	169.0	190.0	253.0	193.0	124.0	86.0	120.0	125.0	179.0	117.0	**2027.0**
1990	318.0	172.0	233.0	200.0	145.0	381.0	148.0	187.0	91.0	146.0	208.0	292.0	**2521.0**
1991	248.0	325.0	112.0	298.0	326.0	229.0	122.0	187.0	231.0	316.0	215.0	313.0	**2922.0**
1992	58.0	53.0	95.0	145.0	238.0	297.0	389.0	48.0	108.0	265.0	200.0	169.0	**2065.0**
1993	230.0	206.0	370.0	230.0	119.0	141.0	57.0	61.0	168.0	97.0	136.0	201.0	**2016.0**
1994	129.0	91.0	78.0	59.0	53.0	262.0	164.0	203.0	251.0	180.0	133.0	212.0	**1815.0**
1995	355.0	77.0	216.0	156.0	169.0	152.0	56.0	158.0	166.0	156.0	92.0	137.0	**1890.0**
Promedio	**196.7**	**206.5**	**233.7**	**255.8**	**232.8**	**294.8**	**233.9**	**176.5**	**193.7**	**246.3**	**211.2**	**191.1**	**2673.1**
Máximo	**355.0**	**692.0**	**594.3**	**584.0**	**534.0**	**973.0**	**761.0**	**394.0**	**398.3**	**654.0**	**452.0**	**473.0**	**6864.6**
Mínimo	**36.8**	**0.0**	**69.5**	**59.0**	**53.0**	**78.0**	**56.0**	**48.0**	**32.6**	**97.0**	**51.2**	**50.0**	**631.1**

Fuente: Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB – Cap. 4.1.2. Aspectos Climáticos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

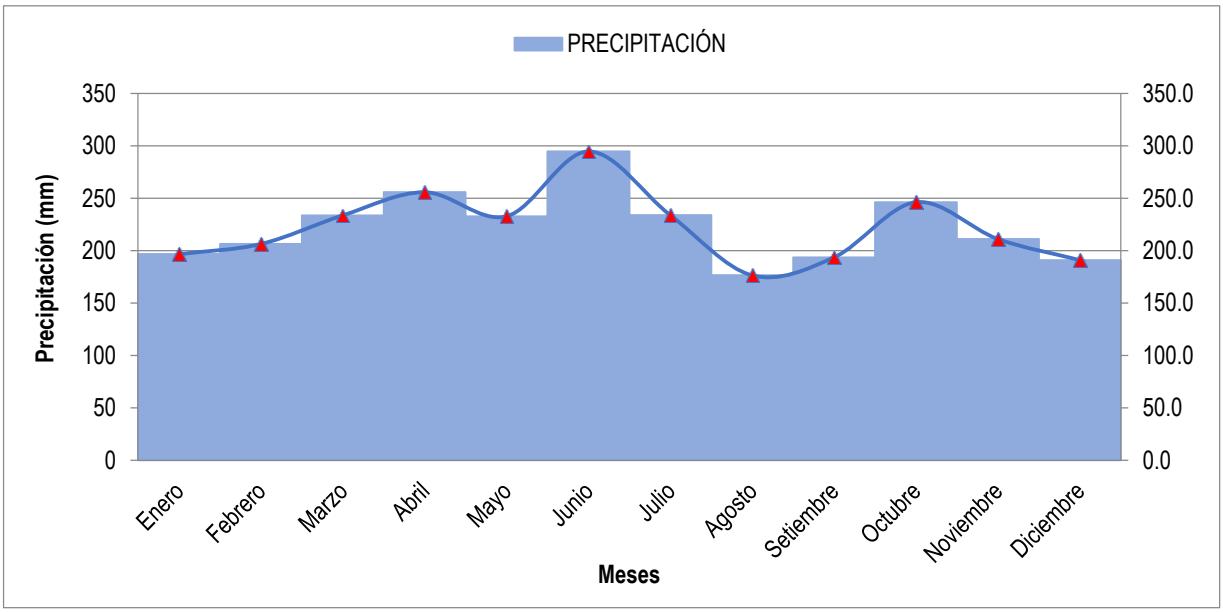


Figura 4. Precipitación Media Mensual en la Estación Meteorológica Teniente López (1964-1995)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

A continuación, en la **Figura 5**, se presenta la comparación de las estaciones en estudio.

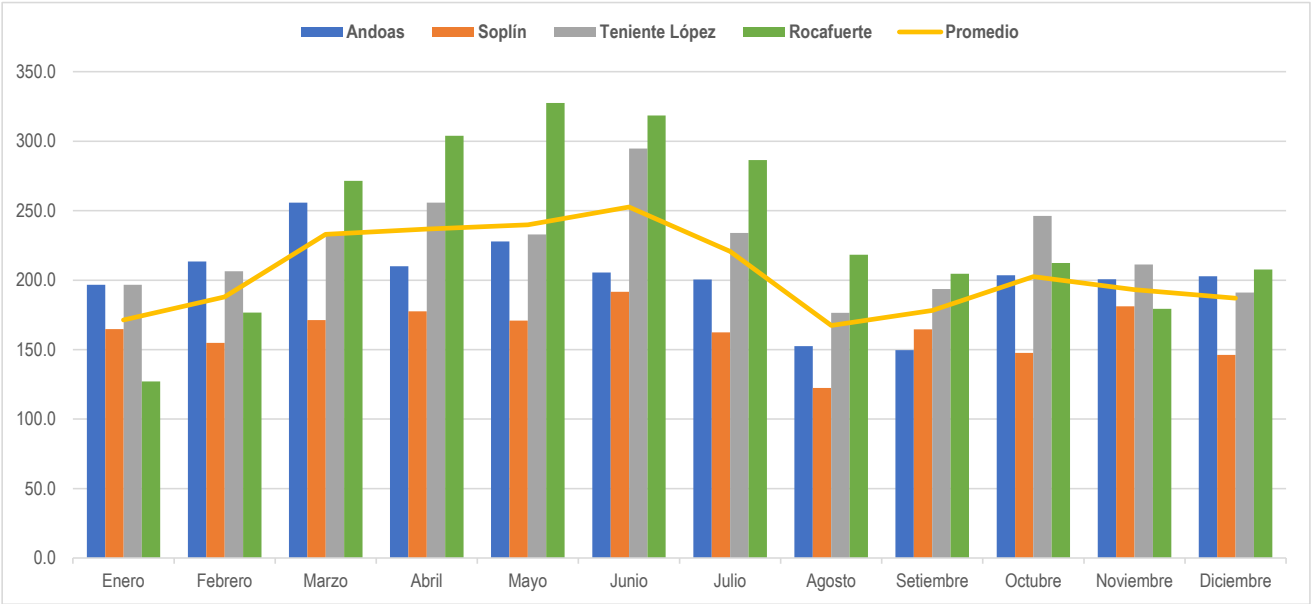


Figura 5. Precipitación Mensual Multianual Pastaza

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

De acuerdo a los resultados presentados en las figuras anteriores se observa que en la mayoría de estudios y estaciones el periodo de lluvia se presenta entre los meses de abril a junio, únicamente en el estudio realizado por el SENAMHI en los años 2015 y 2017 mostró que el máximo periodo de lluvias ocurrió en marzo; sin embargo, estos registros son limitados. Además, según la información analizada

la época menos húmeda (registros de menor precipitación) se presenta en el periodo entre agosto y septiembre.

2.1.2. Temperatura

La temperatura en esta zona de estudio se caracteriza por presentar poco variabilidad mensual y anual, donde la temperatura promedio anual corresponde a 25 °C. Los valores mínimos de temperatura corresponden a 23 °C, se puede observar que las temperaturas tienen muy escasa oscilación, lo cual es ideal para el desarrollo de actividades agropecuarias en el área de estudio.
La caracterización de la temperatura proviene de las estaciones Nuevo Rocafuerte y Barranca, las cuales cuentan con datos históricos obtenidos por el SENAMHI e INAHMI.

A continuación, se describe los valores registrados y los meses en la cual se presentan dichos valores, lo cual permite determinar el comportamiento de la temperatura a lo largo del año. En las **Tabla 8 - Tabla 14**, se muestran los datos de temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales registradas en los diferentes periodos para las estaciones Nuevo Rocafuerte y Barranca.

Tabla 8 .Temperatura Ambiental Media Mensual (ºC) – Estación Nuevo Rocafuerte

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1990	25.9	26.2	25.5	25.3	25.3	24.3	23.8	24.9	25.4	26.1	25.7	25.8	**25.4**
1991	26.7	25.9	25.9	25.3	25.6	25.1	24	24.2	25.3	25.4	25.6	26.5	**25.5**
1992	26.6	27.2	26	25.9	26.2	25	23.6	24.7	25.1	25.3	25.8	25.7	**25.6**
1993	25.8	25.3	25.4	25.4	25.6	25	24.3	24.5	25.3	25.6	26.1	26.1	**25.4**
1994	26.4	25.6	25.3	25.3	25.4	24.2	24.1	24.7	25.3	25.8	26.1	26	**25.4**
1995	25.9	27.2	25.7	25.8	25.3	25.1	25.6	25.8	26	26.1	26.5	26.9	**26.0**
1996	26.3	25.9	25.9	25.8	25.3	24.3	24.1	25.6	25.5	25.6	26.8	25.7	**25.6**
1997	27.3	25.5	26.5	25.8	25	25.5	25.2	25.3	26.5	26.7	26.4	26.4	**26.0**
1998	26.1	27	26.7	26.7	26	24.8	24.9	26.1	26.5	26.2	26.5	27	**26.2**
1999	25.7	25.4	26.1	24.5	24.7	25.1	24.4	25	26	25.8	26.4	26.3	**25.5**
2000	26.9	26.3	25.7	25.4	25.4	25	24.2	25.7	25.8	26.2	27.3	26	**25.8**
2001	25.3	25.8	25.6	25.6	25.6	23.9	25	25.2	25.8	26.8	26.7	26	**25.6**
2002	26.7	26	25.7	25.9	25.6	24.6	24.8	25.4	26.3	25.8	26.1	26.3	**25.8**
2003	26.5	25.8	25.7	25.5	25	25.2	24.6	25.3	25.5	26.6	26.5	26	**25.7**
2004	27.3	26.5	25.7	26.4	25.3	24.6	25	25.1	25.6	26.2	26.1	26.5	**25.9**
2005	26.7	26.2	26.2	25.9	26	25.2	25	25.6	25.7	25.9	26.4	26.5	**25.9**
2006	25.7	26.5	25.7	25.8	24.9	25.1	24.9	25.5	25.9	26.5	25.9	25.9	**25.7**
2007	26.2	27.2	25.6	25.5	25.3	24.7	25.3	25.1	25.6	25.6	26.1	26	**25.7**
2008	25.8	25.1	25.5	25.6	25	24.5	24.6	25.5	25.3	25.7	25.8	26.5	**25.4**
2009	25	25.5	25.4	25.4	25.4	24.6	24.9	25.5	25.9	26.4	26.5	25.9	**25.5**
2010	26.3	26.3	26.3	26	25.6	25.2	24.6	25.5	26.2	26.4	25.8	25.7	**25.8**
2011	26.1	25.6	25.9	25.3	25	25.1	25.1	25.5	25.8	26.6	26.3	25.3	**25.6**
2012	25.9	25.2	24.8	25.4	25	25	24.7	25.2	25.2	26.1	26.1	25.8	**25.4**
Promedio	**26.2**	**26.1**	**25.8**	**25.6**	**25.4**	**24.8**	**24.6**	**25.3**	**25.7**	**26.1**	**26.2**	**26.1**	**25.7**
Máximo	**27.3**	**27.2**	**26.7**	**26.7**	**26.2**	**25.5**	**25.6**	**26.1**	**26.5**	**26.8**	**27.3**	**27.0**	**26.6**
Mínimo	**25.0**	**25.1**	**24.8**	**24.5**	**24.7**	**23.9**	**23.6**	**24.2**	**25.1**	**25.3**	**25.6**	**25.3**	**24.8**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Tabla 9.Temperatura Ambiental Máxima Mensual (ºC) – Estación Nuevo Rocafuerte

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1990	31.5	31.3	30.2	30	29.9	28.1	28.3	30.2	31.1	31.4	30.9	30.7	**30.3**
1991	32.7	31.5	31	30	30.7	29.9	27.9	28.9	30.4	30.9	30.6	32.2	**30.6**
1992	32.5	33.1	30.9	30.7	31.3	29.7	28.2	30.2	30.6	30.8	30.8	30.4	**30.8**
1993	30.8	30.2	30.5	30.6	30.7	29.5	29.2	29.4	30.9	30.9	31.6	31.7	**30.5**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1994	32.5	31.1	30.7	30.4	30.1	28.9	28.9	29.6	29.9	30.7	31.3	31.2	**30.4**
1995	31.8	33.3	30.6	30.5	29.7	29.2	31	31.7	31.4	31.5	32	32.3	**31.3**
1996	31.6	30.9	30.6	30.5	30.1	28.5	28.9	31.2	31.5	31.1	32.1	31	**30.7**
1997	33.3	30.3	31.4	30.5	29	30	29.8	30.3	31.8	32.2	31.7	31.6	**31.0**
1998	31	31.8	31.4	31.2	30.4	29	29.5	31.9	32.2	32	31.7	32.6	**31.2**
1999	30.4	30.2	31.3	28.6	29.4	29.4	29.4	30.5	31.3	31.2	31.7	31.6	**30.4**
2000	33.3	32.4	30.8	30.3	30.1	29.9	28.6	30.9	31.4	32.3	33	31.2	**31.2**
2001	30.6	31.2	30.9	30.3	30.3	28.2	29.8	30.3	31.7	32.8	32.2	30.9	**30.8**
2002	32.5	30.8	30.8	30.9	30.5	29.3	29.8	31	31.9	31.2	31.4	31.8	**31.0**
2003	32.1	31.2	30.6	30.6	29.6	30.6	29.2	30.6	31.3	32.3	32.3	31.5	**31.0**
2004	33.5	32.6	30.8	32.2	30.6	29.4	30.2	31.2	31.8	32.5	31.8	32.6	**31.6**
2005	32.8	31.8	31.8	30.8	31.2	30.1	30	31.4	31.2	32.1	32.4	32.5	**31.5**
2006	31.5	32.6	31	31.1	30	30.5	30.5	31.4	32.1	32.7	32.2	31.4	**31.4**
2007	32	34.2	31.4	31.2	30.5	29.5	30.9	31.3	32.5	32	32.2	32	**31.6**
2008	31.5	31.2	31	31.4	29.8	29.3	30	31.8	31.1	32.1	32.1	32.9	**31.2**
2009	30.4	31	31.2	30.4	30.8	29.6	30.5	31.6	32.8	32.9	32.7	31.7	**31.3**
2010	33.2	32.1	32.3	31.6	31.4	30.2	30.1	31.7	33.7	32.9	32	31.5	**31.9**
2011	32.8	31.9	32	30.5	29.4	30.1	30.4	32.3	32.3	33.3	32.1	30.1	**31.4**
2012	31.8	30.9	29.9	30.5	30	29.9	30.4	31.2	31.3	32	32.3	31.7	**31.0**
Promedio	**32.0**	**31.6**	**31.0**	**30.6**	**30.2**	**29.5**	**29.6**	**30.9**	**31.6**	**31.9**	**31.9**	**31.6**	**31.0**
Máximo	**33.5**	**34.2**	**32.3**	**32.2**	**31.4**	**30.6**	**31.0**	**32.3**	**33.7**	**33.3**	**33.0**	**32.9**	**32.5**
Mínimo	**30.4**	**30.2**	**29.9**	**28.6**	**29.0**	**28.1**	**27.9**	**28.9**	**29.9**	**30.7**	**30.6**	**30.1**	**29.5**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Tabla 10. Temperatura Ambiental Mínima Mensual (ºC) – Estación Nuevo Rocafuerte

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1990	22.1	22.6	22.4	22.4	22.3	21.9	20.7	21.1	21.1	22.2	22.4	22.1	**21.9**
1991	22.2	21.9	22.5	22.6	22.7	22.2	21.7	20.8	21.9	21.3	22.1	21.6	**22.0**
1992	21.7	22.4	22.8	22.8	22.8	21.9	20.8	21.3	21.5	21.7	22	22.2	**22.0**
1993	22.2	22.1	22.5	22.4	22.5	22.1	21.2	21	21.6	21.9	22.3	22.1	**22.0**
1994	21.8	22.3	22.3	22.5	22.6	21.3	21.1	21	21.8	22	22.2	22.4	**21.9**
1995	21.6	22.3	22.3	22.7	22.5	22.3	21.7	21.6	22	22.1	22.3	22.5	**22.2**
1996	22.2	22.3	22.4	22.4	22.4	21.8	20.5	21.4	21.5	21.9	22.3	21.8	**21.9**
1997	21.8	22	22.6	22.5	22.4	22	21.6	21.7	22.3	22.7	22.8	22.8	**22.3**
1998	23.3	23.6	23.4	23.4	23	22.3	21.8	22	22	22.4	22.9	22.4	**22.7**
1999	22.6	22.3	22.4	22.1	21.9	22.1	21.1	21	22.1	22.1	22.1	22.7	**22.0**
2000	21.9	21.9	22.2	22.2	22.5	22.2	21.1	21.5	21.8	22	22.9	21.8	**22.0**
2001	21.5	21.7	22.4	22.2	22.6	21.1	21.6	21.4	21.7	22.4	22.5	22.7	**22.0**
2002	22.3	22.5	22.4	22.6	22.6	21.8	21.7	21.7	22	21.8	22.1	22.3	**22.2**
2003	22.2	22.4	22.4	22.3	22.3	22.1	21.3	21.5	21.5	22.4	22.1	22.5	**22.1**
2004	22.3	22.3	22.7	22.6	22.4	21.6	21.7	21.4	21.5	22.1	22.2	22.1	**22.1**
2005	22.4	22.8	22.9	22.9	22.5	22.1	21.1	21.4	21.5	22.1	22.3	22.1	**22.2**
2006	21.8	22.1	22.6	22.2	21.6	21.9	21.6	21.8	21.5	22.5	22.4	22.6	**22.1**
2007	23	22.2	22.3	22.7	22.1	21.9	21.5	21.3	21.7	22.1	22.4	22.4	**22.1**
2008	22.1	22.2	21.8	22.5	22.1	21.7	21.4	21.8	21.8	21.7	22.2	22.4	**22.0**
2009	22.2	22.5	22.3	22.5	22.3	21.8	21.9	22	22.2	22.4	23	22.7	**22.3**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
2010	22.2	23.4	23.1	23.2	22.8	22.3	21.4	22.1	22.2	22	22.4	22.1	**22.4**
2011	21.8	22.3	22.6	22.2	22.2	22.2	21.9	21.6	22.2	22.6	22.2	22.4	**22.2**
2012	22.1	21.9	22.2	22.63	22.1	21.9	21.6	21.2	21.5	22.3	22.5	22.8	**22.1**
Promedio	**22.1**	**22.3**	**22.5**	**22.5**	**22.4**	**21.9**	**21.4**	**21.5**	**21.8**	**22.1**	**22.4**	**22.3**	**22.1**
Máximo	**23.3**	**23.6**	**23.4**	**23.4**	**23.0**	**22.3**	**21.9**	**22.1**	**22.3**	**22.7**	**23.0**	**22.8**	**22.8**
Mínimo	**21.5**	**21.7**	**21.8**	**22.1**	**21.6**	**21.1**	**20.5**	**20.8**	**21.1**	**21.3**	**22.0**	**21.6**	**21.4**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Figura 6** se presenta la variación de la temperatura máxima, medio y mínima mensual de la estación Nuevo Rocafuerte, indicandose que a lo largo del año la variación de la temperatura es mínima.

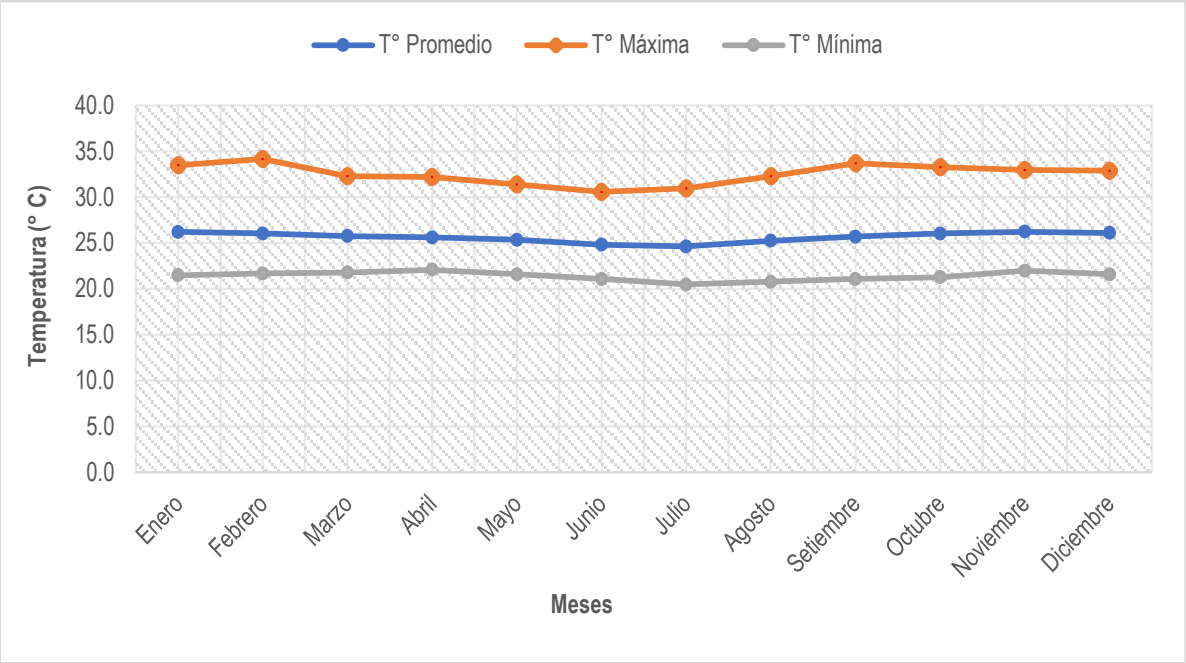


Figura 6. Precipitación Variación de Temperatura Ambiental – Estación Nuevo Rocafuerte
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En las **Tablas 11- Tablas 13** se presenta la data obtenida de la estación Barranca, información proporcionada por SENAMHI 2018 e Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microregión Pastaza - Tigre (ONERN, 1984).

Tabla 11.Temperatura Ambiental Media Mensual (ºC) – Estación Barranca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1966-75*	25.3	25.6	25.5	25.4	25.1	24.9	24.90	25.10	15.40	25.5	25.4	25.2	24.44
1984	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	26.06	S/D	24.95	S/D	S/D	27.10	26.04
1987	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	27.10	27.10
1988	27.87	27.07	25.85	27.28	26.17	27.59	27.80	27.54	26.22	25.71	24.94	25.57	26.63
1989	25.39	25.55	25.72	25.60	26.02	25.35	26.66	27.05	26.66	25.95	26.09	27.88	26.16
1990	25.96	26.63	25.75	25.91	27.62	26.44	27.35	28.39	29.11	27.87	27.52	27.50	27.17
1991	28.20	27.52	26.13	26.55	26.45	25.93	26.35	26.23	26.02	26.97	26.33	25.93	26.55
1992	26.45	25.13	25.32	25.78	25.73	26.08	25.81	26.13	26.06	S/D	S/D	S/D	25.83

Promedio	26.53	26.25	25.71	26.09	26.18	26.05	26.42	26.74	24.92	26.40	26.05	26.61	26.24
Máximo	28.20	27.52	26.13	27.28	27.62	27.59	27.80	28.39	29.11	27.87	27.52	27.88	27.17
Mínimo	25.30	25.13	25.32	25.40	25.10	24.90	24.90	25.10	15.40	25.50	24.94	25.20	24.44

Fuente: SENAMHI 2018/ *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microregión Pastaza - Tigre (ONERN, 1984)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.
S/D: Sin Dato

Tabla 12. Temperatura Ambiental Máximo Mensual (ºC) – Estación Barranca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1964-75	30.2	30.8	30.6	30.6	31.2	31.0	30.7	31.7	32.1	31.7	31.1	30.6	31.03

Fuente: *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microregión Pastaza - Tigre (ONERN, 1984)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Tabla 13. Temperatura Ambiental Mínimo Mensual (ºC) – Estación Barranca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1964-75	21.8	22.1	21.9	21.9	21.7	21.4	20.9	20.8	21.0	21.3	21.7	21.8	21.53

Fuente: *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microregión Pastaza - Tigre (ONERN, 1984)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Determinación de Información Faltante – Proporción Normal[2]:

En las tablas mostradas anteriormente (**Tabla 11**) se observa que no han sido registrados en ciertas temporadas las temperaturas, por lo que se ha procedido a completar los datos faltantes. Al contar con un registro mayor de 5 años se ha procedido a completar los datos faltantes solamente con los datos de la estación en estudio, empleando una ecuación para cada dato faltante (Método por Regresiones Múltiples), resultando, para n datos faltantes, un sistema de n ecuaciones con n incógnitas:

$$\frac{\begin{matrix}Temperatura\ durante\ el\ mes\ i\\ del\ año\ en\ estudio\end{matrix}}{\begin{matrix}Promedio\ de\ temperatura\\ durante\ el\ mes\ i\ para\ todos\ los\ años\\ de\ registro\end{matrix}} = \frac{\begin{matrix}Promedio\ de\ todas\ la\ temperatura\\ mensual\ en\ el\ año\ en\ estudio\end{matrix}}{\begin{matrix}Promedio\ Anual\ de\ la\ tempratura\\ para\ todo\ los\ años\ de\ registro\end{matrix}}$$

$$\frac{X_i}{N_i} = \frac{X_j}{P}$$

Dónde:

i :1, 2, 3 …….n (meses o periodos) de datos faltantes.
Ni : Promedio de la temperatura mensual a lo largo del periodo de registro para el mes i.
X_i : Dato faltante (temperatura de un mes determinado para un año determinado)
X_j : Temperatura promedio para los meses en los cuales sí existe registro, dentro del mismo año al que pertenece Xi, donde, j representa el subíndice que denomina todos los 12 meses del año distintos a i.
P : Promedio anual de temperatura para todo el registro existente.

Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 14**.

[2] Ramirez, M (2003). Hidrología Aplicada. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela (http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/PRECIPITACION%20DATOS.pdf)

Tabla 14. Temperatura Ambiental Media Mensual (ºC) Corregido – Estación Barranca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1966-75*	25.3	25.6	25.5	25.4	25.1	24.9	24.90	25.10	15.40	25.5	25.4	25.2	**24.44**
1984	26.3	26.0	25.5	25.9	26.0	25.8	26.06	26.5	24.95	26.2	25.9	26.4	**25.96**
1987	27.4	27.1	26.6	26.9	27.0	26.9	27.3	27.6	25.7	27.3	26.9	27.10	**26.99**
1988	27.87	27.07	25.85	27.28	26.17	27.59	27.80	27.54	26.22	25.71	24.94	25.57	**26.63**
1989	25.39	25.55	25.72	25.60	26.02	25.35	26.66	27.05	26.66	25.95	26.09	27.88	**26.16**
1990	25.96	26.63	25.75	25.91	27.62	26.44	27.35	28.39	29.11	27.87	27.52	27.50	**27.17**
1991	28.20	27.52	26.13	26.55	26.45	25.93	26.35	26.23	26.02	26.97	26.33	25.93	**26.55**
1992	26.45	25.13	25.32	25.78	25.73	26.08	25.81	26.13	26.06	26.0	25.6	26.2	**25.86**
Promedio	**26.61**	**26.33**	**25.79**	**26.17**	**26.26**	**26.13**	**26.53**	**26.82**	**25.02**	**26.43**	**26.08**	**26.47**	**26.22**
Máximo	**28.20**	**27.52**	**26.55**	**27.28**	**27.62**	**27.59**	**27.80**	**28.39**	**29.11**	**27.87**	**27.52**	**27.88**	**29.11**
Mínimo	**25.30**	**25.13**	**25.32**	**25.40**	**25.10**	**24.90**	**24.90**	**25.10**	**15.40**	**25.50**	**24.94**	**25.20**	**15.40**

Fuente: SENAMHI 2018/ *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microregión Pastaza - Tigre (ONERN, 1984)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Figura 7** se presenta la variación de la temperatura máxima, medio y mínima mensual de la estación Barranca.

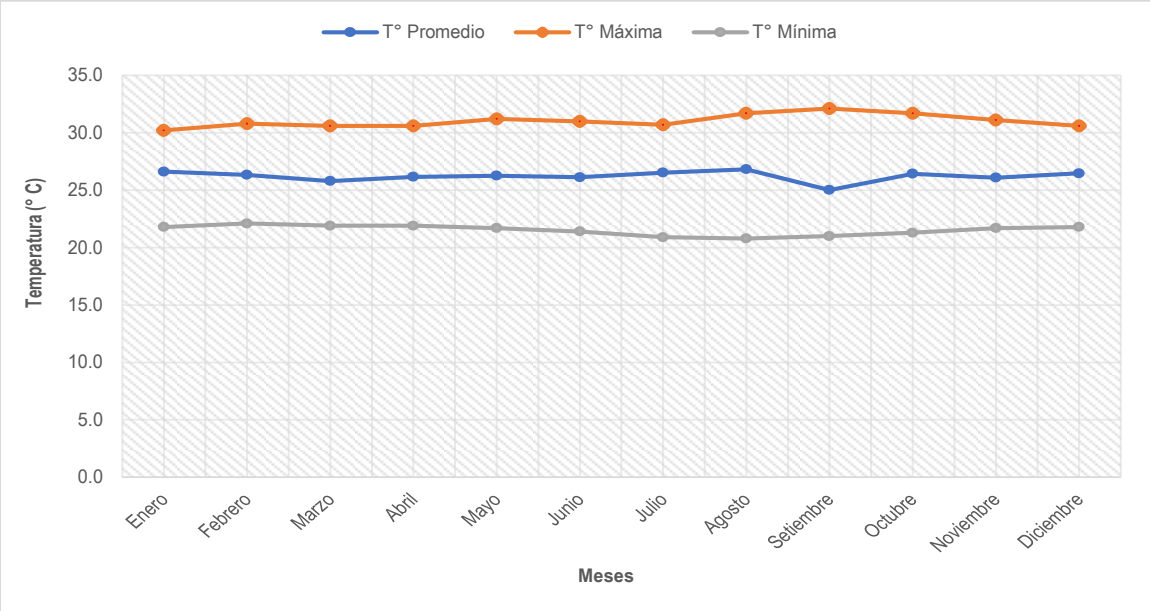


Figura 7. Variación de Temperatura Ambiental – Estación Barranca

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

2.1.3. Humedad Relativa

Para la caracterización de la Humedad Relativa en el área de estudio, se ha analizado la humedad relativa de la estación Nuevo Rocafuerte a nivel medio mensual, los valores de la humedad relativa fluctúan entre una máxima de 93% (junio) y mínima de 77% (febrero), siendo su humedad relativa

promedio anual de 86.7%.
La distribución mensual se muestra en la **Tabla 15**.

Tabla 15. Humedad Relativa – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1990	86	88	91	92	89	93	89	89	87	86	87	86	**88.6**
1991	82	84	87	88	88	89	90	86	87	84	87	82	**86.2**
1992	80	77	87	88	87	88	90	87	87	87	86	88	**86.0**
1993	86	88	89	89	88	89	89	86	86	86	86	85	**87.3**
1994	82	88	89	89	89	89	89	87	89	87	86	88	**87.7**
1995	83	80	89	89	89	89	85	85	86	86	85	84	**85.8**
1996	85	86	87	87	88	89	87	85	87	86	84	85	**86.3**
1997	79	85	84	87	89	87	85	85	85	85	86	86	**85.3**
1998	89	87	88	88	88	90	88	85	83	86	86	83	**86.8**
1999	87	89	85	90	89	88	87	84	84	85	84	85	**86.4**
2000	78	80	86	87	88	89	89	85	85	84	82	83	**84.7**
2001	85	84	87	87	88	90	87	86	84	84	85	88	**86.3**
2002	83	88	89	88	89	90	89	86	84	87	86	85	**87.0**
2003	86	88	88	89	90	89	88	87	87	85	85	88	**87.5**
2004	82	83	89	87	89	88	88	87	86	86	87	86	**86.5**
2005	85	87	88	89	88	89	87	86	86	86	86	85	**86.8**
2006	87	84	88	87	88	89	87	86	85	86	87	88	**86.8**
2007	88	80	87	89	88	90	88	88	87	87	85	86	**86.9**
2008	86	88	86	88	88	89	88	85	87	86	87	83	**86.8**
2009	89	88	88	88	88	89	88	86	85	85	86	87	**87.3**
2010	84	87	87	87	88	88	87	86	84	84	86	87	**86.3**
2011	83	87	86	88	89	89	87	85	86	84	86	89	**86.6**
2012	86	88	90	89	89	88	88	85	87	86	87	88	**87.6**
Promedio	**84.4**	**85.4**	**87.6**	**88.3**	**88.4**	**89.0**	**87.8**	**86.0**	**85.8**	**85.6**	**85.7**	**85.9**	**86.7**
Máximo	**89.0**	**89.0**	**91.0**	**92.0**	**90.0**	**93.0**	**90.0**	**89.0**	**89.0**	**87.0**	**87.0**	**89.0**	**89.6**
Mínimo	**78.0**	**77.0**	**84.0**	**87.0**	**87.0**	**87.0**	**85.0**	**84.0**	**83.0**	**84.0**	**82.0**	**82.0**	**83.3**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Figura 8** se muestran los valores de humedad relativa mensual para la estación Nuevo Rocafuerte en los diferentes periodos del año.

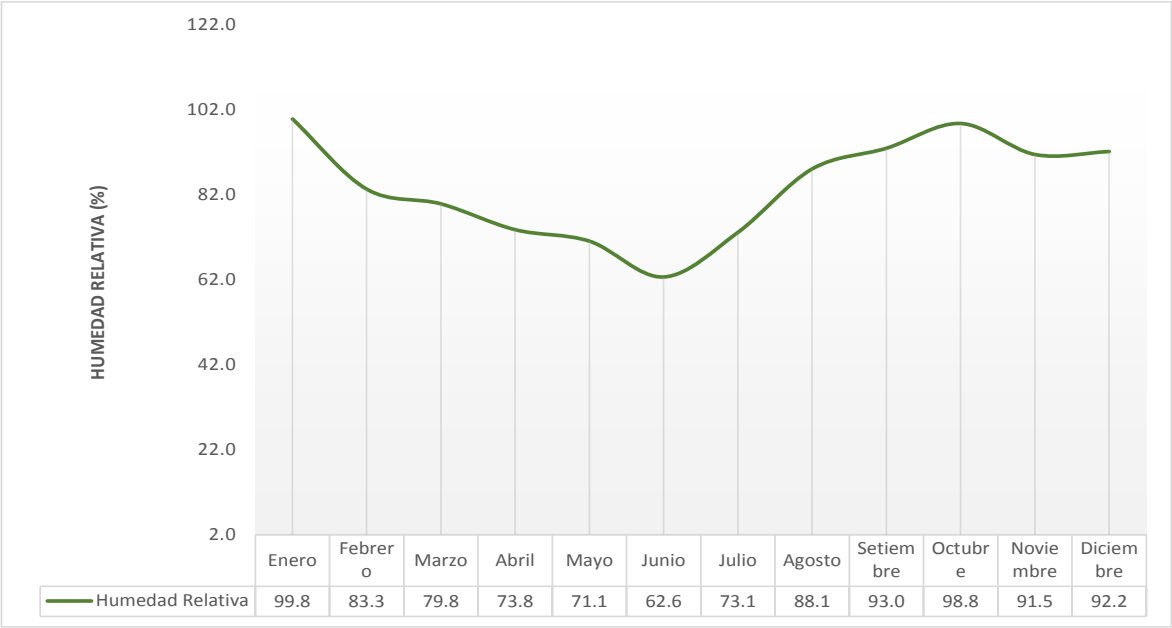


Figura 8. Humedad Relativa Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Asimismo, se ha determinado la relación indirecta que existe entre la temperatura y la humedad, considerando que a mayor temperatura habrá menor humedad. La comparación señalada se puede apreciar en la **Figura 9**.

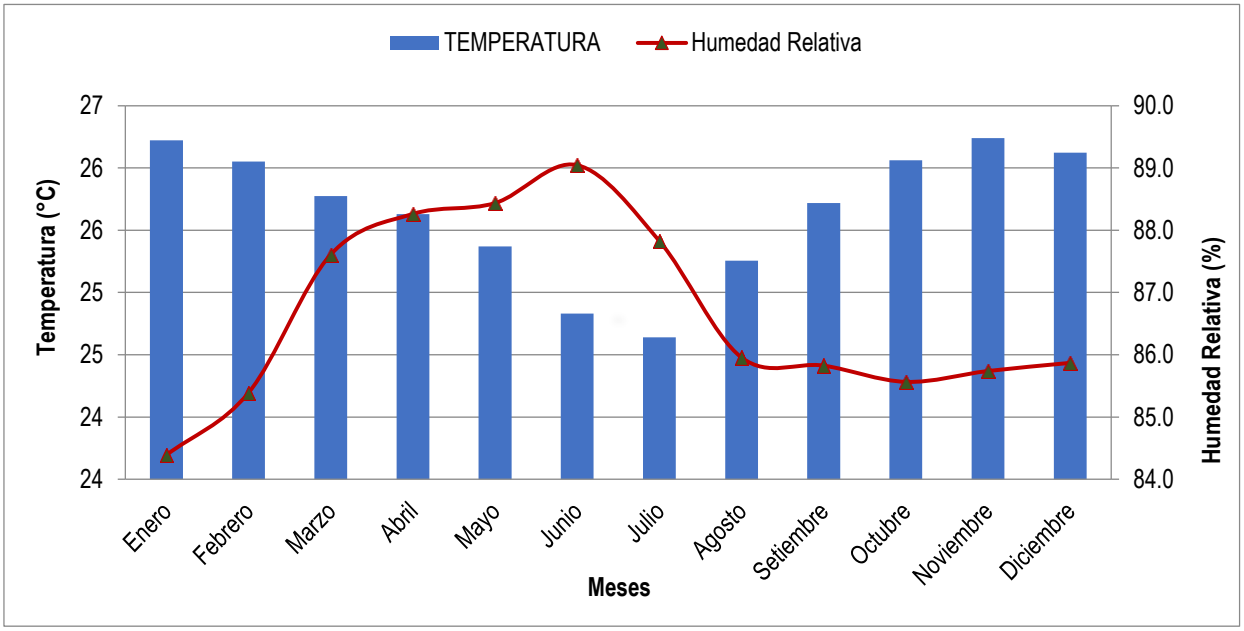


Figura 9. Valores Promedio de Temperatura y Humedad
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

2.1.4. Evaporación

La cantidad de agua que se evapora está en función de la temperatura, humedad del aire, velocidad

del viento, radiación solar y la presión atmosférica, así como de las condiciones del suelo y la cobertura vegetal. La evaporación se ha analizado empleando la información que presenta el estudio de ONERN (1970), a nivel mensual.

En la **Tabla 16** y **Figura 10** muestran la variación mensual de la evaporación. La evaporación total anual es de 1007.0 mm, variando de 35.4 mm (valor mínimo) en el mes de junio, a 132.4 mm (valor máximo) en el mes de enero.

Tabla 16 . Evaporación – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1990	100.8	S/D	83	S/D	83.4	54.5	82.4	98.8	S/D	108.8	86.6	92.1	**790.4**
1991	132.4	107.4	97	81	84	84.3	S/D	83.6	92.6	114.4	S/D	126.1	**1002.8**
1992	124.6	114.5	85.6	77.2	87	54.8	62.9	85.8	98.4	103.6	100.1	95.5	**1090.0**
1993	96.4	80.5	80.5	80.4	90.6	70.4	69.4	55.3	90.5	97.1	102	105.3	**1018.4**
1994	104.8	69.7	70.4	61.5	76.8	66.3	S/D	S/D	44.8	76.7	98.5	84	**753.5**
1995	112.3	105.6	82.4	79.3	76.5	67.7	102.2	100.9	101.6	104.2	109.6	113.8	**1156.1**
1996	95.9	92.1	72.8	70.5	57.7	55.5	76.9	100.4	72.5	73.5	98.9	79.2	**945.9**
1997	121.5	68	91.2	70.8	50.9	69.8	79.2	88.4	91.4	89.9	78.7	71.4	**971.2**
1998	63	72.5	80.1	80.9	82.6	57.9	70.3	97.5	101.8	98.6	78.9	101.5	**985.6**
1999	73.2	56.5	78.9	55.8	61.5	66.9	70.6	71.7	97.9	102.1	102.2	105.5	**942.8**
2000	131.9	105	86.8	76.8	60.5	64.1	71.2	100.4	96.8	117.6	116.4	104.4	**1131.9**
2001	95.1	80.7	81.4	66.7	54.3	39.6	49.8	71.6	97.6	112.1	90.1	71.6	**910.6**
2002	109	63.3	59.3	70	50.4	35.4	47.5	80.6	104.2	93.8	59.3	85.4	**858.2**
2003	82.2	74.1	76.7	64.4	56.7	81	60.3	79.7	80.3	90.5	96.7	81.8	**924.4**
2004	126	99.2	68	81.2	70.2	61	78.8	85.4	83.3	90.5	83.6	94.7	**1021.9**
2005	101.1	81.4	89.3	65.7	78.4	66.1	75.4	93.8	91	92.6	90.2	88.3	**1013.3**
2006	88.1	90.7	78.8	81	56.6	71.6	71.7	92.7	103.9	98.6	89.5	73.9	**997.1**
2007	79.9	95.3	63.3	74.5	78.9	56.1	84.5	74.9	96.1	92.4	89.7	87.6	**973.2**
2008	91	73.2	70.3	77.6	69.5	51.2	70.4	94.9	72.6	71.4	71.7	111.4	**925.2**
2009	50.8	56.8	74.3	68.5	70.5	53.4	68	95.7	110.5	110.8	96.7	85.5	**941.5**
2010	104.1	81.7	90.3	85	101.8	70	76.3	86.7	105.6	113.8	87.2	90.3	**1092.8**
2011	112.2	78.4	90.3	69.6	62.7	67.3	81.6	95.2	105.6	108.2	97	79.2	**1047.3**
2012	99.6	86.1	85.8	84.4	73	75.8	86.7	103.9	105.9	110.6	88.8	91.4	**1092.0**
Promedio	**99.8**	**83.3**	**79.8**	**73.8**	**71.1**	**62.6**	**73.1**	**88.1**	**93.0**	**98.8**	**91.5**	**92.2**	**1007.0**
Máximo	**132.4**	**114.5**	**97.0**	**85.0**	**101.8**	**84.3**	**102.2**	**103.9**	**110.5**	**117.6**	**116.4**	**126.1**	**1291.7**
Mínimo	**50.8**	**56.5**	**59.3**	**55.8**	**50.4**	**35.4**	**47.5**	**55.3**	**44.8**	**71.4**	**59.3**	**71.4**	**657.9**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.
S/D: Sin data

En la **Figura 10** se muestran los valores de evaporación mensual para la estación Nuevo Rocafuerte en los diferentes periodos del año.

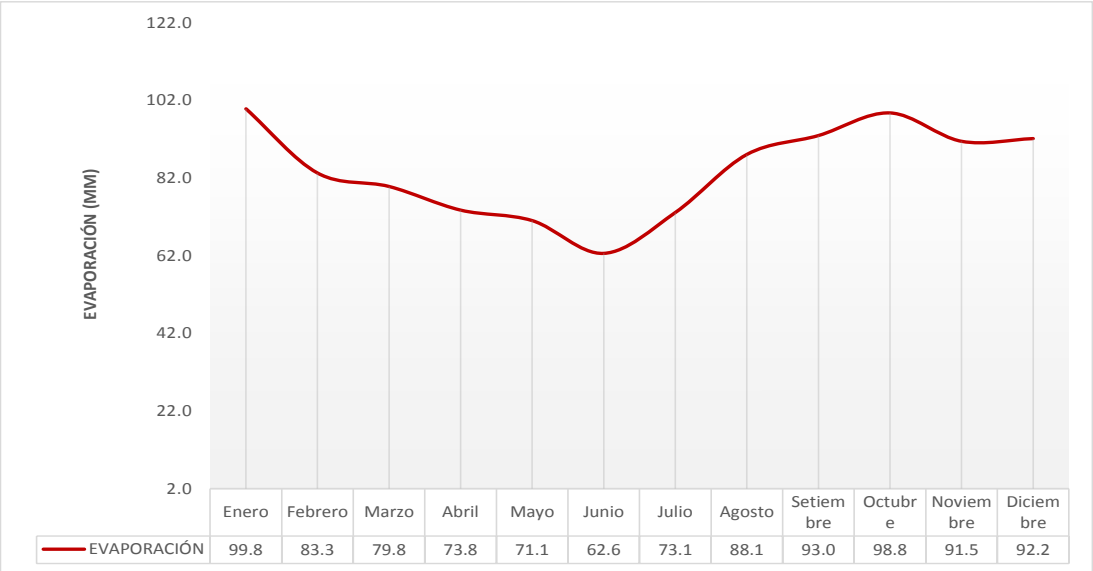


Figura 10. Evaporación Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

A. Nubosidad y Heliofanía

La nubosidad es la condensación del vapor de agua de la atmósfera en forma de gotitas de agua suspendidas en el aire, que se producen por un enfriamiento del aire húmedo.
La Heliofanía es la medida de la radiación solar, desde el punto de vista de la duración en tiempo de la radiación solar con la intensidad suficiente para producir formas definidas. Se mide en horas y minutos de brillo solar. El tiempo de duración del brillo solar está expresado en horas y décimos de hora, en relación con las horas teóricas de permanencia del sol sobre el horizonte (12 horas en el Ecuador).
La ocurrencia de nubosidad determina la cantidad de radiación solar existente. Por lo tanto, si bien hay energía incidente disponible, la concentración o densidad de la nubosidad hará que no se registre las horas luz que se presente en un día.
La nubosidad media anual es de 6,3 octas (unidad de medida empleada para describir la nubosidad en un lugar dado), siendo los meses de menor nubosidad de julio a enero, con un valor de 5 octas; y febrero, el mes de mayor nubosidad, con un valor de 8 octas. Estos valores nos indican que la zona es mayormente nublada.

En la **Tabla 17, Tabla 18**, **Figura 11 y Figura 12**, presentan la variación mensual de la nubosidad y heliofanía.

Tabla 17. Nubosidad (Octas) – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1990	7	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6	**6.3**
1991	6	7	7	6	6	6	7	7	6	6	6	6	**6.3**
1992	6	7	7	6	6	6	7	7	6	6	6	6	**6.3**
1993	6	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5	6	**6.2**
1994	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	**6.2**
1995	5	6	6	6	6	6	5	5	6	6	5	5	**5.6**
1996	6	6	7	7	6	7	6	6	5	6	6	7	**6.3**
1997	6	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	**6.3**
1998	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	6	6	**6.7**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
1999	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	**7.0**
2000	6	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	**6.5**
2001	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	**6.3**
2002	5	6	7	6	7	7	7	6	6	6	7	6	**6.3**
2003	6	7	7	7	7	6	7	7	6	7	6	7	**6.7**
2004	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	**6.4**
2005	6	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	5	**6.2**
2006	6	6	7	6	6	7	6	6	5	6	6	7	**6.2**
2007	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	**-**
2008	6	6	6	6	7	7	7	6	6	7	6	5	**6.3**
2009	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	**-**
2010	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	**-**
2011	6	7	6	7	7	7	6	6	6	6	6	7	**6.4**
2012	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	**-**
Promedio	**6.1**	**6.7**	**6.7**	**6.6**	**6.5**	**6.6**	**6.4**	**6.2**	**5.9**	**6.2**	**5.9**	**6.1**	**6.3**
Máximo	**7.0**	**8.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.0**	**7.1**
Mínimo	**5.0**	**6.0**	**6.0**	**6.0**	**6.0**	**6.0**	**5.0**	**5.0**	**5.0**	**6.0**	**5.0**	**5.0**	**5.5**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.
S/D: Sin data

En la **Figura 11** se muestran los valores de nubosidad mensual para la estación Nuevo Rocafuerte en los diferentes periodos del año.

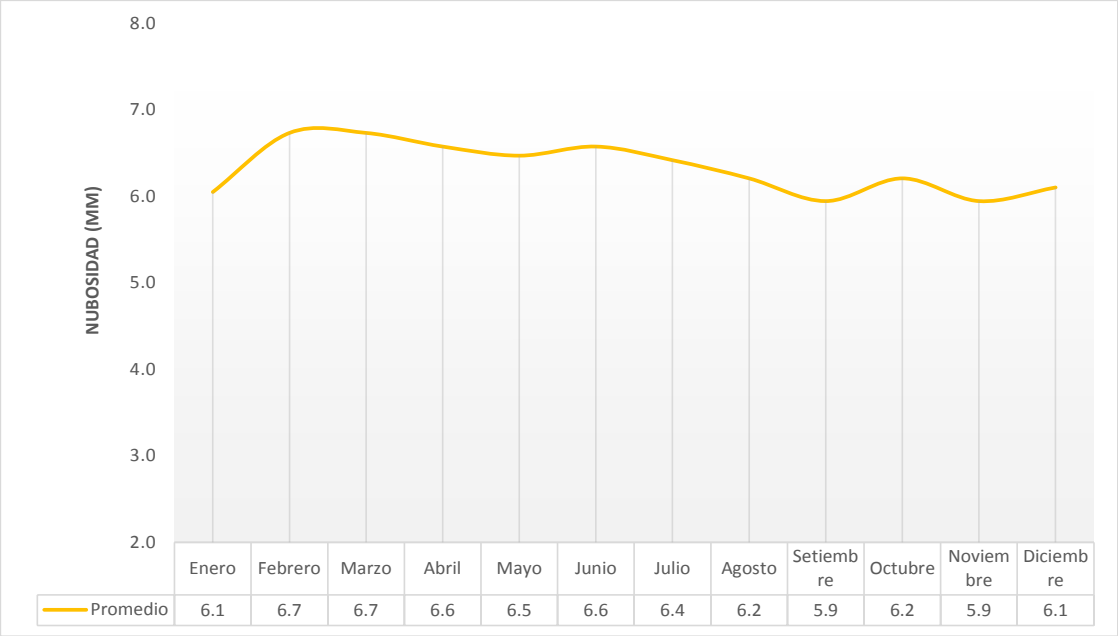


Figura 11. Nubosidad Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

La heliofanía media anual es de 1466.4 horas, siendo los meses de menor heliofanía de marzo a julio, con un valor de 92 horas; y enero, el mes de mayor horas luz, con un valor de 148.6 horas.

Tabla 18 .Heliofanía (Horas) – Estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1990	116.8	95.2	71.5	92.9	97.1	44.7	106.9	138.1	145	147.4	137.4	116.9	**1309.9**
1991	204.5	128.5	116.3	92.2	119.6	108.5	60.9	78.9	102.9	142.9	127.4	194.3	**1476.9**
1992	180.3	136.9	73.7	103.2	139.1	102.8	94.7	126.3	129.9	136.2	138.5	117	**1478.6**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1993	139.9	153.6	139.8	118.4	105.4	126.2	107.5	95.9	69.4	84.7	84.4	114.6	**1339.8**
1994	168	84.5	82.1	80.9	116.9	98.8	117.4	130.5	126.6	134.7	147.1	99	**1386.5**
1995	167.7	177.4	96.5	55.6	91.9	80.5	166.8	140.9	108.4	139.9	158.2	148.4	**1532.2**
1996	141.4	125	62.9	90.9	108.3	70	119.2	155.2	135.4	131.2	165.9	126.7	**1432.1**
1997	205.1	77.3	111.2	104.8	69.2	116.4	106.9	162.2	167.6	163.7	121.3	127.5	**1533.2**
1998	89.4	96.4	69.4	99.4	101.6	69.7	78.5	167	149.1	125.8	142.9	66.2	**1255.4**
1999	95	69.6	132.7	60.2	78.6	104.6	110.7	113.5	134.2	132	171.6	132.4	**1335.1**
2000	208.9	137.6	95.5	104	97	104.5	98.3	152.6	131.8	171.2	181.6	164.4	**1647.4**
2001	136.9	105.7	105.8	97.2	103.8	66.2	129.2	111.5	159.7	177.9	128.1	87.4	**1409.4**
2002	164	101	86.5	98.1	84.9	70.7	98.3	132.5	138.6	119.3	107.1	106.2	**1307.2**
2003	108.5	78.2	46.8	55.2	79.5	127.3	80.7	119.9	111.8	140.2	153.5	85.1	**1186.7**
2004	178.8	133	58.5	104.7	78.2	83	114.8	130.7	133.3	158.5	127.5	166.9	**1467.9**
2005	158.2	109.6	99.6	83.7	132.9	115.8	129.3	134.8	120.9	133.8	135.8	95.7	**1450.1**
2006	74.3	50.8	70.7	77.3	80.5	76.9	80.4	118	146.6	139.8	102.3	75.3	**1092.9**
2007	131.8	163.1	83.7	80.4	83.2	84.3	133.5	126.4	150.8	128.9	165.8	150.2	**1482.1**
2008	143	109.2	83.9	95.7	80.5	46.7	94.9	138.8	87.5	117.5	146	215.7	**1359.4**
2009	81.9	100.6	90.1	71.8	115.1	85.7	104.6	142.8	148.6	167.6	151	104.5	**1364.3**
2010	168.3	117.2	132.4	101.5	112.5	100.4	114.9	130.8	184.2	190	145.1	167.4	**1664.7**
2011	195.3	127.6	129.8	1059	79.3	101.5	132.6	160.7	173	172.2	151.3	82.3	**2564.6**
2012	159.9	121.7	76.5	106.1	111	130	132.6	165.9	160.5	178.4	172.4	136.9	**1651.9**
Promedio	**148.6**	**113.0**	**92.0**	**131.9**	**98.5**	**92.0**	**109.3**	**133.6**	**135.5**	**144.9**	**141.8**	**125.3**	**1466.4**
Máximo	**208.9**	**177.4**	**139.8**	**1059.0**	**139.1**	**130.0**	**166.8**	**167.0**	**184.2**	**190.0**	**181.6**	**215.7**	**2959.5**
Mínimo	**74.3**	**50.8**	**46.8**	**55.2**	**69.2**	**44.7**	**60.9**	**78.9**	**69.4**	**84.7**	**84.4**	**66.2**	**785.5**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

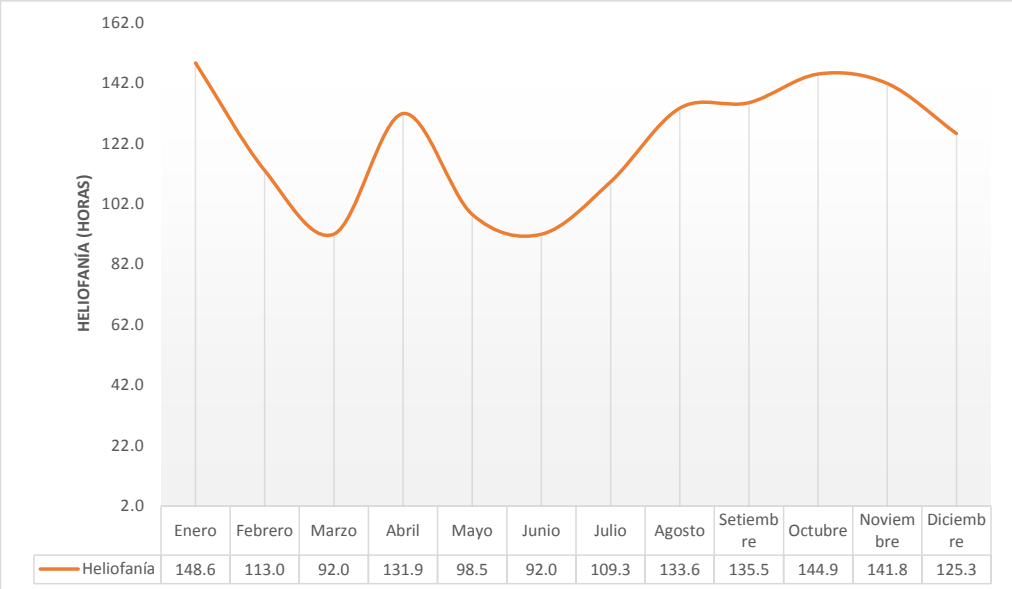


Figura 12. Heliofanía Mensual de la estación Nuevo Rocafuerte (1990-2012)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Asimismo, se ha determinado la relación indirecta que existe entre la nubosidad y heliofanía, considerando que a mayores horas de sol habrá menor nubosidad. La comparación señalada se puede

apreciar en la **Figura 13**.

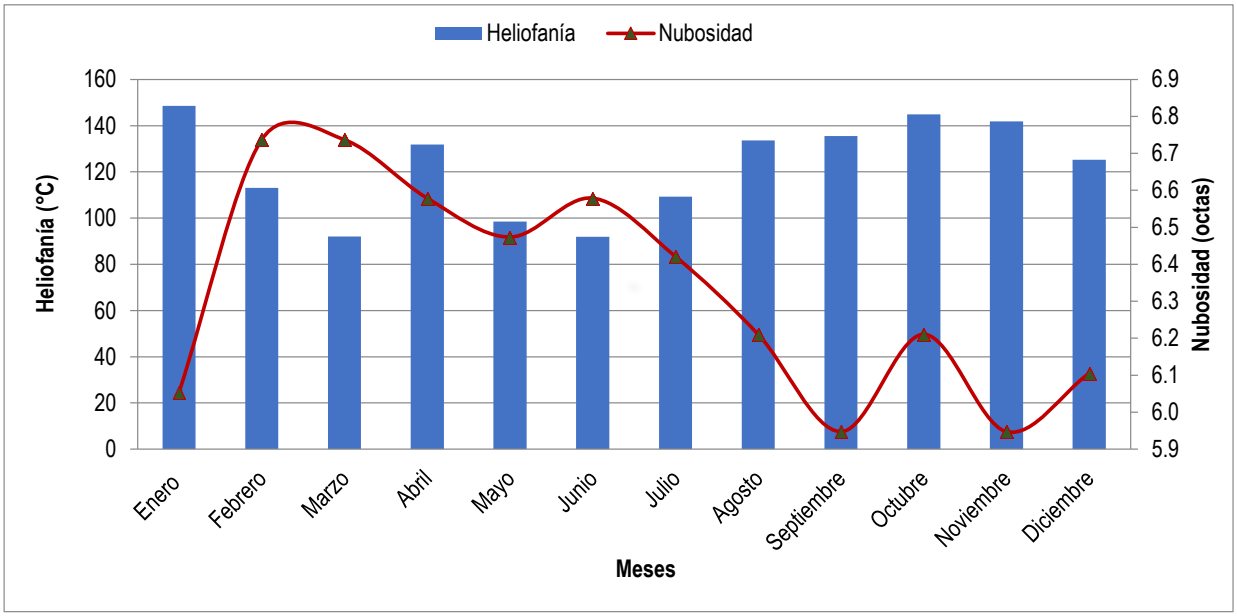


Figura 13. Valores Promedio de Nubosidad y Heliofanía
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

2.1.5. Dirección y Velocidad del Viento

En el área de estudio los vientos son generalmente débiles todo el año predominando las denominadas brisas suaves y calmas. En esta zona dominan los procesos de convergencia de vientos de los hemisferios norte y sur (vientos alisios). Esta faja funciona como una depresión donde convergen los vientos alisios de ambos hemisferios, consecuentemente, durante el verano, cuando la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical) está desplazada hacia el sur, los vientos que ingresan a la región proceden generalmente del NE; durante el invierno, no varia, los vientos predominantes proceden del NE.

Para el comportamiento de los vientos se tuvo en cuenta los datos suministrados por la Estación Trompeteros perteneciente al SENAMHI, la cual se encuentra más cercana al área de estudio y la estación Nuevo Rocafuerte perteneciente al INAMHI, el cual se cuenta con data mayor a 20 años.

En la **Tabla 19.** , se presentan los datos de dirección y velocidad media del viento de la estación, y se observan frecuentes datos de calmas (0 m/s), representando el 75% de los datos y las velocidades oscilan entre 1 y 2 m/s, cada una con diferentes direcciones. Cabe mencionar, que los datos presentados corresponden a los años de 1998-2002.

Tabla 19. Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Trompeteros

Año	Dir./Vel.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1998	Dirección	C	C	WNW	WSW	C	C	C	C	E	C	C	C
	Velocidad	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1999	Dirección	N	WSW	C	ENE	C	C	C	C	Set	C	ENE	C
	Velocidad	1	2	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0
2000	Dirección	C	N	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Velocidad	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	Dirección	C	C	S/D	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Velocidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	Dirección	NNW	C	C	C	C	C	WNW	E	WSW	WSW	C	C
	Velocidad	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

Fuente: Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012.

En la **Figura 14**, se observan las direcciones y velocidades promedios del viento, estás según la escala de Beaufort, se clasifican como ventolinas y vientos flojos.

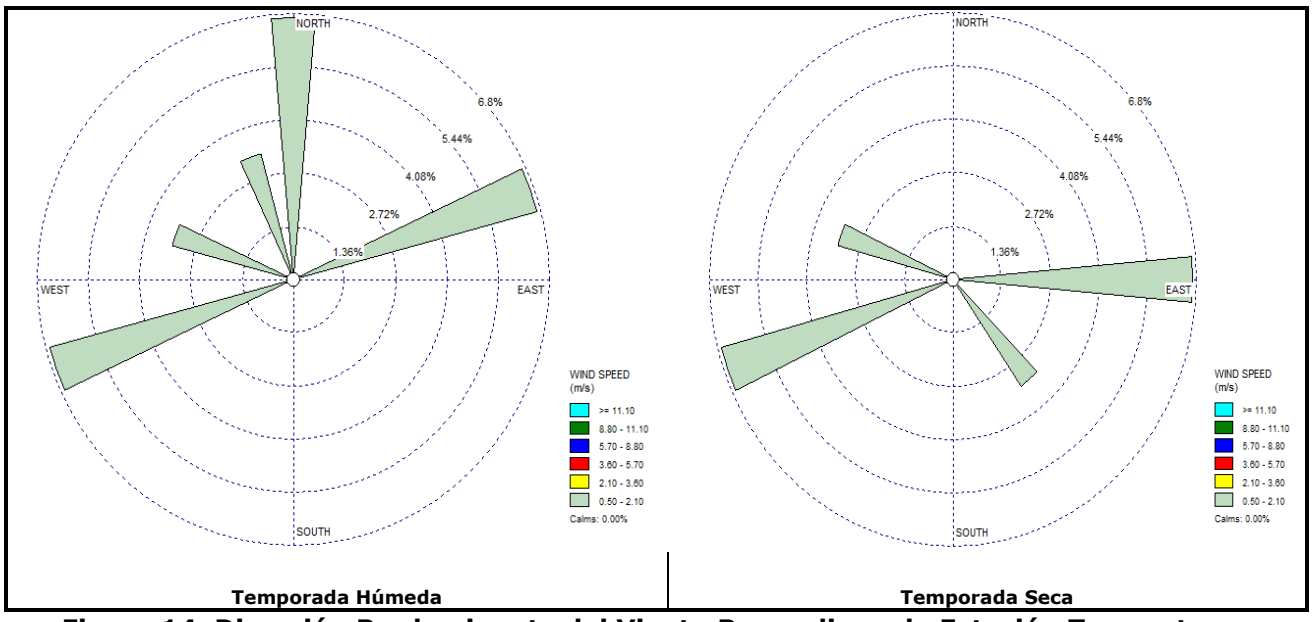


Figura 14. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Trompeteros
Fuente: Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012.

En la **Tabla 20**, se presentan los datos de dirección y velocidad media del viento de la estación Nuevo Rocafuerte, y se observan direcciones frecuentes de norte a este. Cabe mencionar, que los datos presentados corresponden a los años de 1990-2002.

Tabla 20.Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Nuevo Rocafuerte

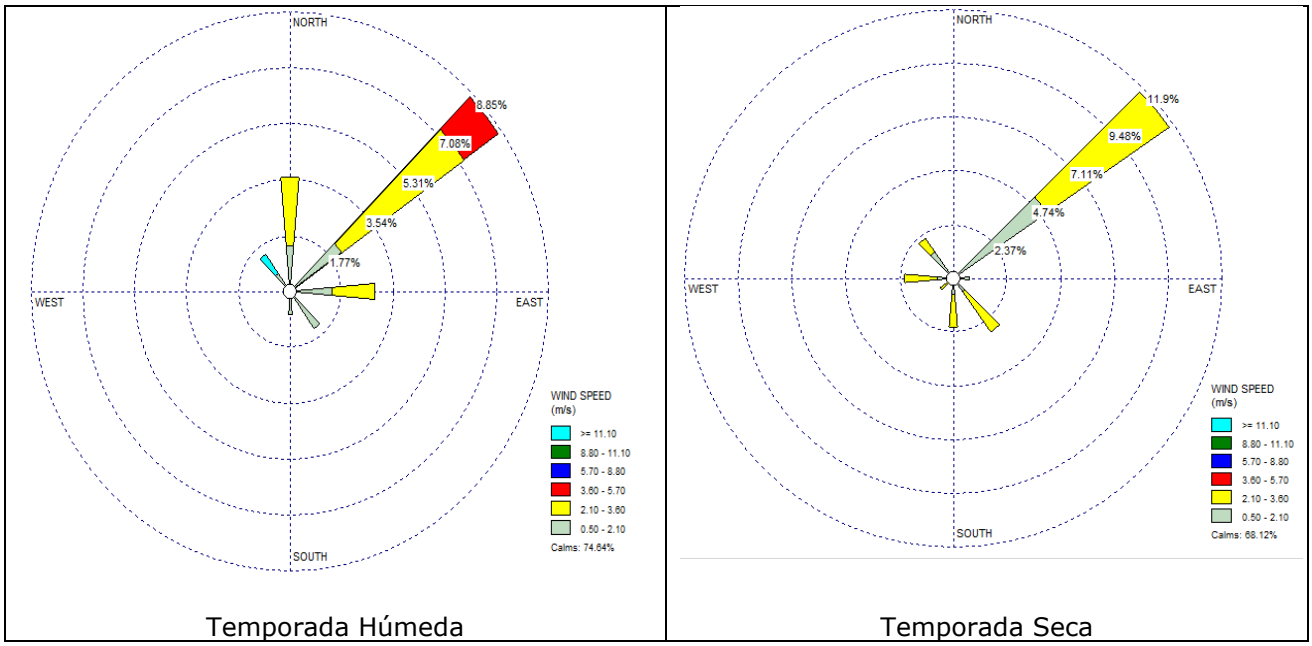
Año	Dir./Vel.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
1990	Dirección	NE	N	N	N	N	E	NW	NE	NE	W	E	NE	**NE**
	Velocidad	11.3	8.2	7.8	7.2	9.4	4.8	5.3	3.7	4.7	4.5	4.3	0.4	**6.0**
1991	Dirección	NE	NE	NW	SW	W	NE	NE	SE	S	NE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	1.1	2.4	1.3	1	1.1	7.2	6.8	9.3	8.5	9.5	9.3	14.1	**6.0**
1992	Dirección	NE	NE	NE	S	SE	NE	S	NE	SE	NE	N	E	**NE**
	Velocidad	12.2	14.7	8.9	6.7	6.6	5.5	6.6	6.7	7.7	7.8	8.4	9.2	**8.4**
1993	Dirección	E	SE	N	NE	NE	NE	W	NE	S	NE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	9.3	6.8	6.7	7.2	7.4	8.3	7.9	8.2	8.3	8.1	9.2	9.2	**8.1**
1994	Dirección	NE	NE	NW	SE	W	NW	NE	SE	SW	NE	NE	E	**NE**
	Velocidad	9.7	7.8	6.5	6.2	7.9	8.9	9.4	9.3	9.1	7.5	7.1	7.3	**8.1**
1995	Dirección	NE	NE	N	SE	SE	E	E	N	N	NE	E	NE	**NE**
	Velocidad	0.9	0.8	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	**0.6**
1996	Dirección	NE	N	NW	NW	NE	S/D	S/D	SW	NE	NW	NE	S/D	**NE**
	Velocidad	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.7	0.4	**0.5**
1997	Dirección	NE	NE	NE	NE	SW	SE	SW	NE	NE	NE	NE	NW	**NE**

Año	Dir./Vel.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
	Velocidad	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	**0.4**
1998	Dirección	NE	NE	NE	W	NE	SE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	**0.3**
1999	Dirección	NE	NW	NE	SW	NE	E	NE	E	E	E	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	**0.4**
2000	Dirección	NE	NE	NE	NE	NE	W	NE	NE	NE	NE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.7	0.7	0.5	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	**0.4**
2001	Dirección	NE	NE	NE	S/D	SE	S/D	S/D	S/D	NE	NE	SE	SW	**NE**
	Velocidad	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	0.5	0.6	0.5	0.5	**0.4**
2002	Dirección	N	E	SE	N	NW	NW	SE	NW	NE	NW	NE	NW	**NW**
	Velocidad	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	**0.6**
2003	Dirección	NE	NE	NE	NE	NW	NW	S/D	NE	N	NW	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.8	1.1	1	1	0.9	2.3	0.9	1.1	1.1	1.1	1	0.8	**1.1**
2004	Dirección	NE	NE	NE	N	NE	NE	SW	N	W	S/D	NW	NE	**NE**
	Velocidad	0.8	1	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	1	1.1	1	1.1	**0.9**
2005	Dirección	N	NE	N	NW	NE	NE	NW	SW	NE	NE	N	S/D	**NE**
	Velocidad	1.1	1	0.7	0.8	0.8	0.7	0.9	1	0.9	2.3	1	1.1	**1.0**
2006	Dirección	NE	NE	NE	N	S/D	NW	S/D	W	NE	SE	NE	N	**NE**
	Velocidad	1	1.1	0.9	1.1	1	0.9	0.9	1	1	0.9	0.9	0.8	**1.0**
2007	Dirección	NE	S/D	NE	NW	NE	NW	NE	N	W	NE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.6	0.7	0.6	43.7	0.7	0.6	0.7	0.9	1	0.8	0.8	0.8	**4.3**
2008	Dirección	NE	NE	NE	N	NW	SW	NE	NE	N	S/D	N	NE	**NE**
	Velocidad	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.6	0.8	**0.7**
2009	Dirección	NE	NE	NE	NW	NE	NW	NE	NW	N	NE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	1	1.2	1.1	1	0.9	**0.8**
2010	Dirección	N	NE	NE	N	N	N	NW	NE	NW	NE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	0.9	0.9	0.8	**0.8**
2011	Dirección	NE	NE	NE	SW	SE	NE	NE	DE	N	NE	0	NE	**NE**
	Velocidad	1	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	10.3	0.9	1	0.8	0.7	**1.6**
2012	Dirección	NE	N	NE	N	SW	NE	NW	SW	SW	SE	NE	NE	**NE**
	Velocidad	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	**0.7**

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.
S/D: Sin Dato

Las velocidades promedias de los vientos en la estación Nuevo Rocafuerte en temporada húmeda son de 0.68 m/s. En temporada seca las velocidades promedias son 0.60 m/s, siendo la dirección predominante para ambas temporadas la noreste.

En la **Figura 15**, se observan las direcciones y velocidades promedios del viento, estás según la escala de Beaufort, se clasifican como ventolinas y vientos flojos.



Temporada Húmeda Temporada Seca

Figura 15. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Nuevo Rocafuerte
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

2.2. Comportamiento Espacial

La caracterización del comportamiento espacial del clima en el área de estudio, se ha realizado principalmente en base a la precipitación; elemento que está asociado directamente a la altitud y a las condiciones fisiográficas del entorno.

El comportamiento espacial se ha analizado en base a la información de las estaciones que se encuentran dentro o cercanas de la cuenca, sobre todo de las más cercanas al área de estudio y que poseen información de precipitación.

2.3. Comportamiento Altitudinal de la Precipitación Medio Anual

Para el análisis de la precipitación con respecto a la altitud, se ha considerado la información de las estaciones de Cahuide, Sargento Puño, Teniente López, Rimachi, Barranca, Borja, Nuevo Rocafuerte, Andoas y Soplín las cuales son las cercanos al ámbito de estudio.

Los valores promedios mensuales que dan lugar al cálculo de las precipitaciones medio anuales se muestran en la **Tabla 21**.

Tabla 21.Precipitación Medio Mensual y Anual (mm)

Estación	Altitud	Anual
Cahuide	237	3284.0
Sargento Puño	200	2237.1
Teniente López	241	2673.1
Rimachi	131	2268.6
Barranca	150	1747.4
Borja	450	3528.7
Nuevo Rocafuerte	185	2833.6
Andoas	200	2419.0

Estación	Altitud	Anual
Soplín	185	1955.7

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Con los valores obtenidos de precipitación medio anual y la altitud de las 9 estaciones, se ha determinado que el comportamiento de estas 2 variables se encuentra en relación directa, es decir se incrementa la precipitación a mayor altitud.

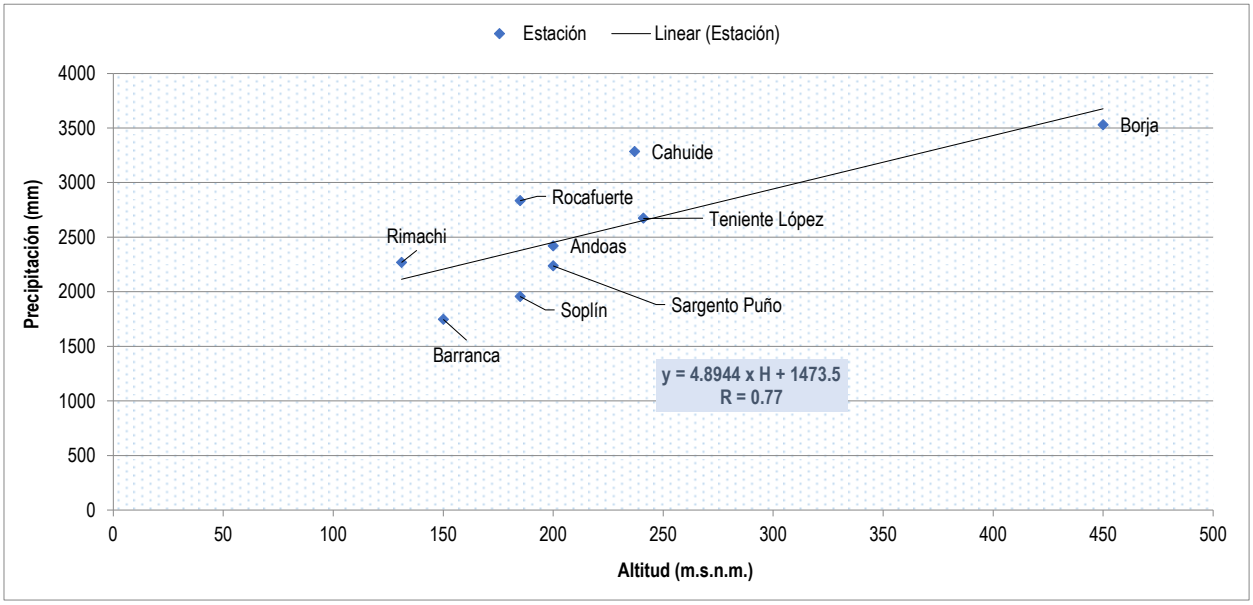


Figura 16. Relación - Altitud Versus Precipitación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

La ecuación matemática resultante de este análisis de regresión, tal como se observa en la **Figura 16**; corresponde a una relación lineal, con un coeficiente de correlación igual 0,77; lo cual implica una buena correspondencia de la variación de la precipitación con respecto a la altitud; su signo positivo (+) expresa la relación directa de la precipitación con respecto a la altitud. Esta ecuación matemática queda representada por:

P = 4.8944 x H + 1473.5

Dónde:

P = Precipitación medio anual en (mm)

H = Altitud con respecto al nivel del mar (msnm)

R = 0,77

R = Coeficiente de Correlación

A partir de la ecuación matemática obtenida, se ha calculado las precipitaciones medio anuales para diversas altitudes, lo cual ha permitido elaborar el mapa de isoyetas. En la **Tabla 22** se presenta la distribución espacial de las precipitaciones calculadas para altitudes de 50, 75, 100, 150 y 200.

Tabla 22. Relación Altitud Versus Precipitación

Altitud (msnm)	Precipitación Medio Anual (mm)
50	1718.2
75	1840.6
100	1962.9

Altitud (msnm)	Precipitación Medio Anual (mm)
150	2207.7
200	2452.4

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

En la **Figura 17** se presenta el mapa de Isoyetas de la cuenca del Pastaza, obtenidas de las diferentes estaciones.

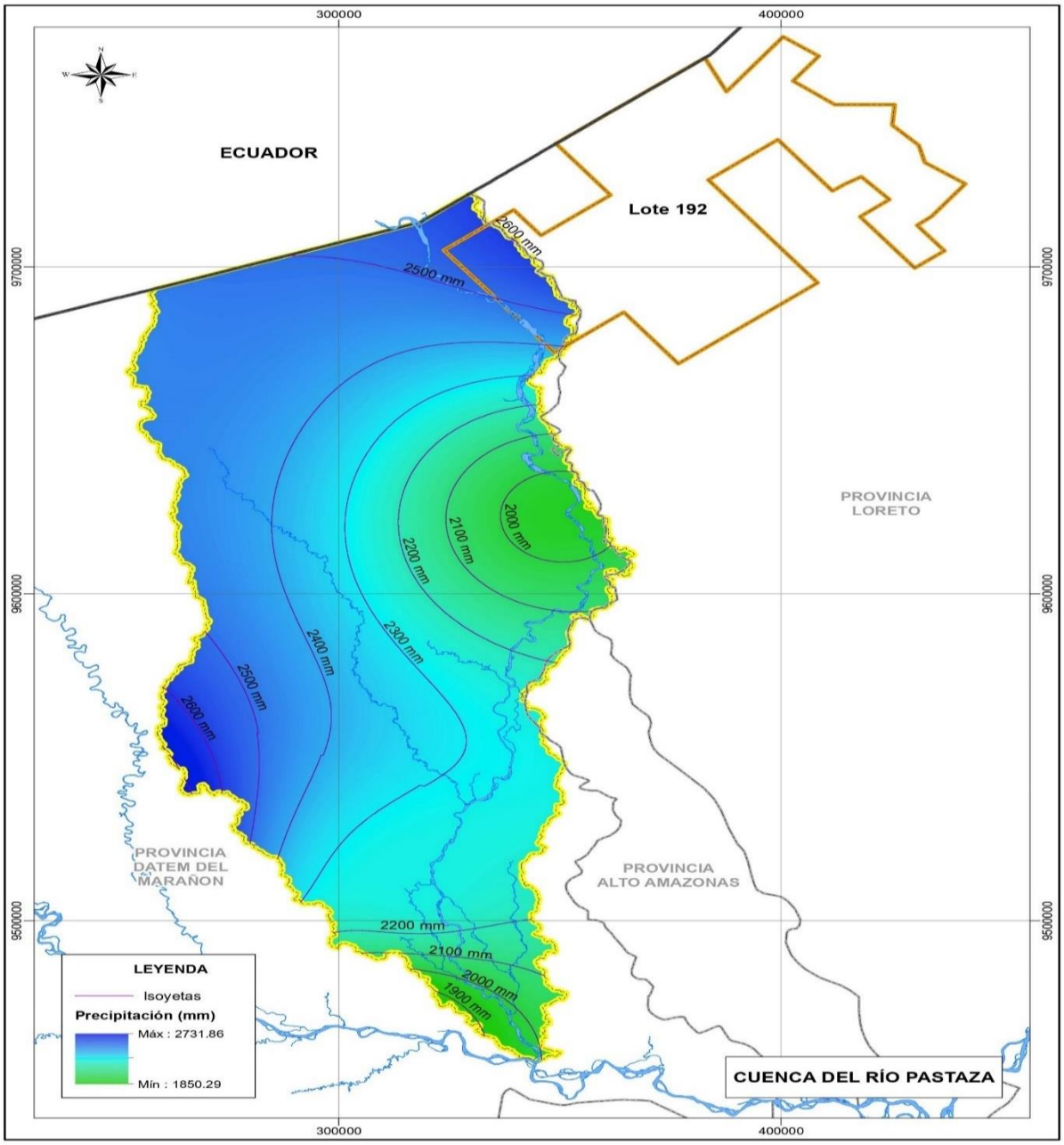


Figura 17. Mapa de Isoyetas de la cuenca del Pastaza
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Además, se consultaron otros estudios de precipitación realizados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador (INAMHI) y la empresa Frontera Energy, los cuales se presentan en la **Figura 18**.

Precipitación media cuenca Pastaza (mm)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2015	157.2	187.2	280.6	317.7	69.7	75.1	46.3	6.9	30.5	169.3	129.1	106.8
2016	79.7	196.8	224.5	224.2	58.9	49.0	55.0	37.3	53.3	131.1	72.4	174.8
2017	170.7	208.9	225.5	214.1	91.8							
normal	**159.0**	**216.0**	**235.0**	**242.0**	**126.0**	**84.0**	**96.0**	**78.0**	**88.0**	**202.0**	**220.0**	**203.0**

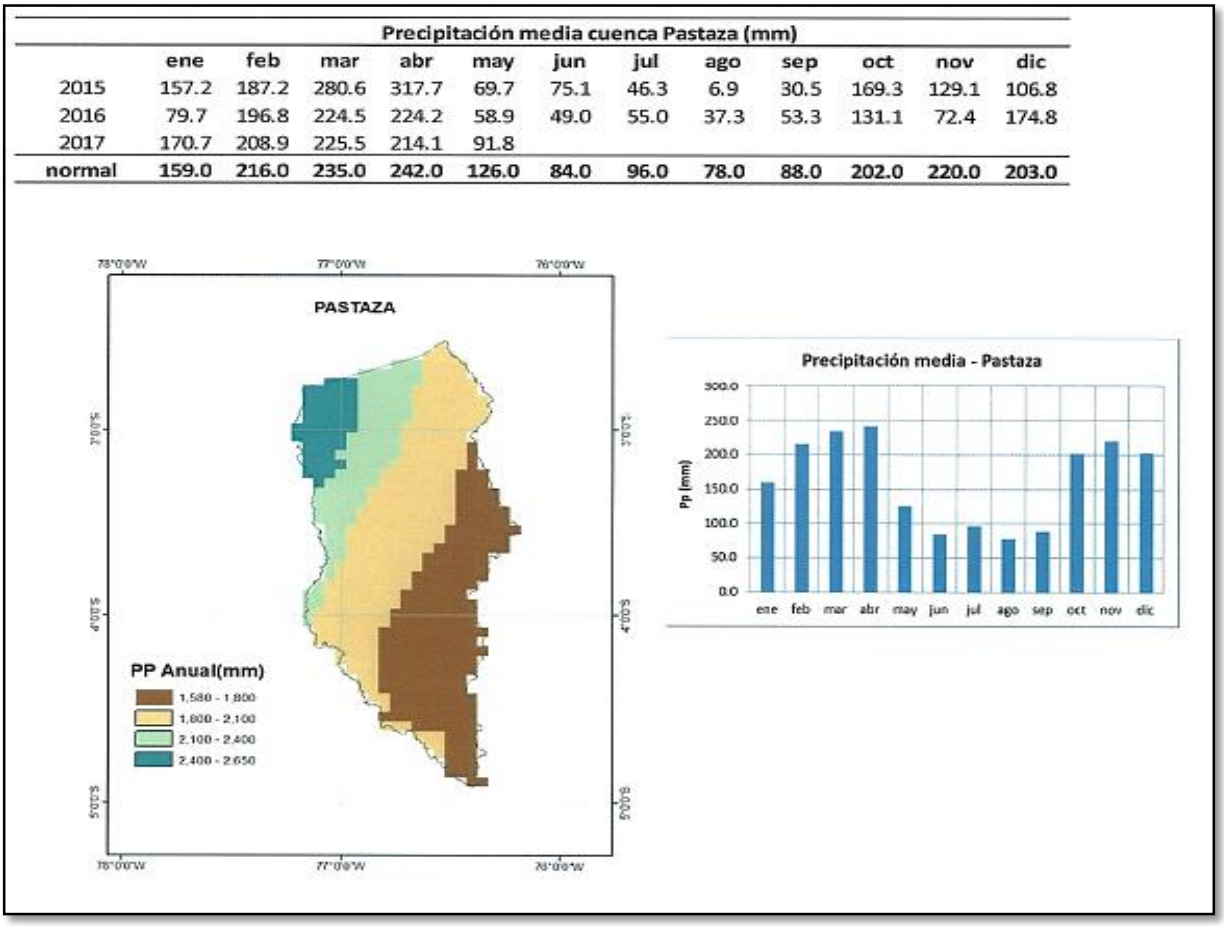


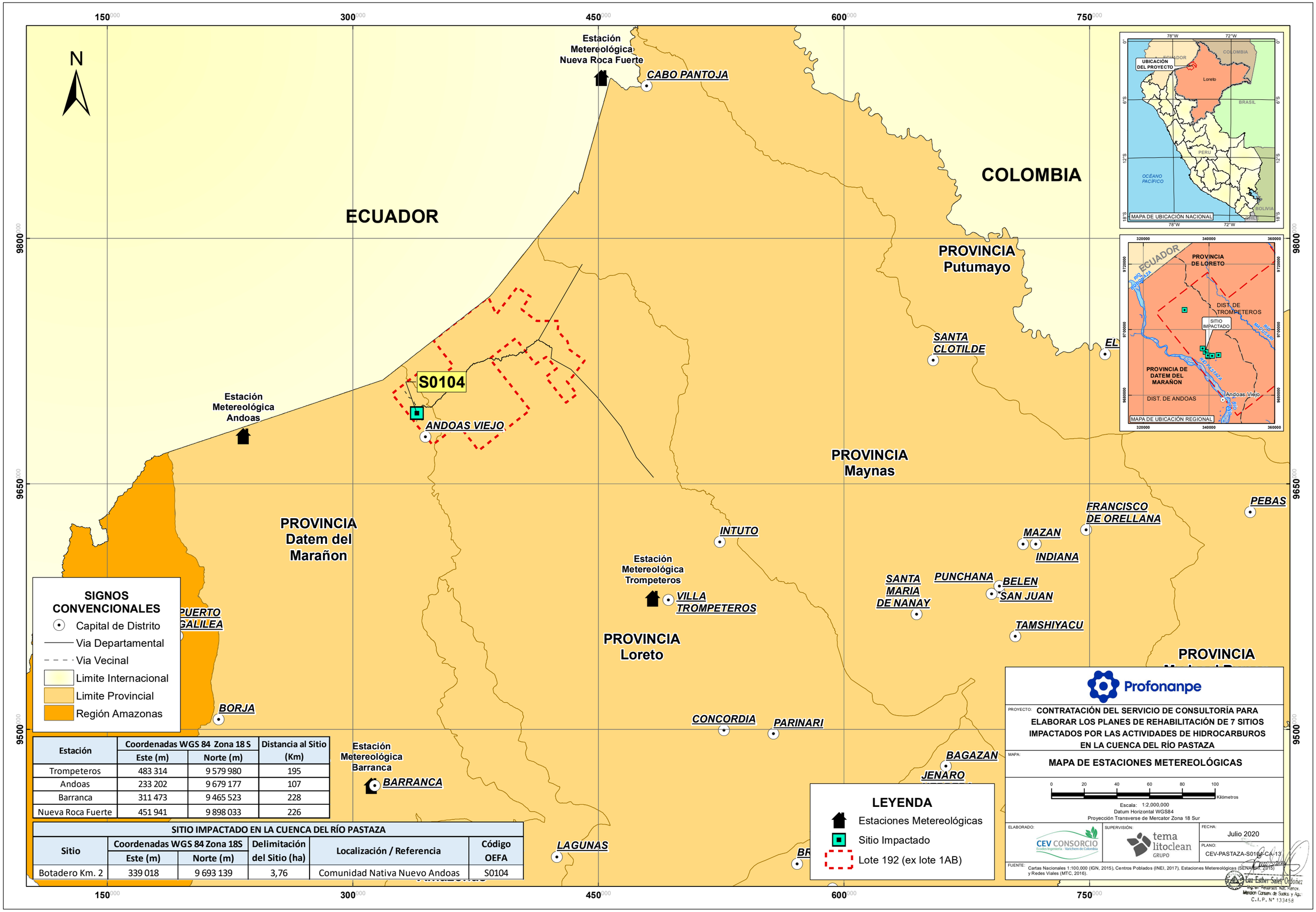
Figura 18. Distribución Espacial y Temporal de la Climatológica de Precipitación en la Cuenca Pastaza

Fuente: Informe Técnico.- Régimen Hidrometeorológico y comportamiento de las precipitaciones en las cuencas de los ríos Tigre, Pastaza y Marañón para los años 2015, 2016 y 2017; SENAMHI, 2017.

En base a los resultados obtenido en el Informe Técnico presentados por el SENAMHI, realizados a la cuenca del Pastaza, se puede concluir que las mayores precipitaciones se dan entre los los meses de octubre a abril (temporada húmeda), siendo las de menores precipitaciones entre los meses de mayo a agosto (temporada seca). Sin embargo, en el análisis realizado en el presente informe el periodo de lluvia se presenta entre los meses de abril a junio, además, según la información analizada la época menos húmeda (registros de menor precipitación) se presenta en el periodo entre agosto y septiembre.

ANEXO

Anexo I. Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Distrito
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Limite Internacional
- Limite Provincial
- Región Amazonas

Estación	Coordenadas WGS 84 Zona 18 S		Distancia al Sitio (Km)
	Este (m)	Norte (m)	
Trompeteros	483 314	9 579 980	195
Andoas	233 202	9 679 177	107
Barranca	311 473	9 465 523	228
Nueva Roca Fuerte	451 941	9 898 033	226

SITIO IMPACTADO EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

Sitio	Coordenadas WGS 84 Zona 18S		Delimitación del Sitio (ha)	Localización / Referencia	Código OEFA
	Este (m)	Norte (m)			
Botadero Km. 2	339 018	9 693 139	3,76	Comunidad Nativa Nuevo Andoas	S0104

LEYENDA

- Estaciones Metereológicas
- Sitio Impactado
- Lote 192 (ex lote 1AB)

Profonanpe

PROYECTO: CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ELABORAR LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE 7 SITIOS IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

MAPA: **MAPA DE ESTACIONES METEREOLÓGICAS**

0 20 40 60 80 100 Kilómetros

Escala: 1:2.000.000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transverse de Mercator Zona 18 Sur

ELABORADO: CEV CONSORCIO Estudios Ingeniería - Vanchem de Colombia

SUPERVISIÓN: tema litoclean GRUPO

FECHA: Julio 2020

PLANO: CEV-PASTAZA-S0104-CA-13

FUENTE: Cartas Nacionales 1:100,000 (IGN, 2015), Centros Poblados (INEI, 2017), Estaciones Metereológicas (SENAMHI, 2015) y Redes Viales (MTC, 2016).

Ing. Luz Esther Sales Ordoñez
Ingeniero Recursos Natl. Renov.
Maestría Conserv. de Suelos y Ag.
C.I.P. N° 133458

Anexo MIDAGRI
Observación N° 9

INFORME DE EDAFOLOGIA
SITIO S0104 (Botadero km 2)

Servicio de Consultoría para la elaboración de los Planes de Rehabilitación de 07 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en las Cuenca del Río Pastaza

PREPARADO PARA

FONDO DE PROMOCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERÚ

Profonanpe

ELABORADO POR

CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

Agosto, 2021

RUBEN PELAYO MARQUINA POZO
INGENIERO AGRONOMO
Reg. CIP N° 60952

[i]LISTA DE CONTENIDOS

1.1. ESTUDIO EDAFOLOGICO Y CUM DE LAS CUENCAS PASTAZA 4
1.2. USO DE LA TIERRA DE LAS CUENCAS PASTAZA 5

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Suelos Identificados en el área del proyecto 4
Tabla 2. Categoría y subclase de Uso de Tierras 5

Levantamiento de Observaciones al Expediente "Servicio de Consultoría para la elaboración de los Planes de Rehabilitación de 07 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del Río Pastaza".

INFORME EDAFOLÓGICO

1. INFORME EDAFOLÓGICO

1.1. ESTUDIO EDAFOLOGICO Y CUM DE LAS CUENCAS PASTAZA

El presente informe de cada uno de los 19 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en las Cuencas del Río Pastaza y Río Tigre de los contiene la información edafológica y su respectiva interpretación práctica, en términos de Capacidad de Uso Mayor, proveniente del estudio *"Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Microregión Pastaza-Tigre",* del departamento de Loreto, realizado *por* ONERN-1984, a nivel de "Reconocimiento" sobre una superficie aproximada de 650,000 ha.

El estudio mencionado ha sido objeto de actualización, sistematización, automatización y afinamiento de la información descriptiva y cartográfica del Recurso Suelo y su correspondiente Clasificación de Tierras, a cargo de la Dirección de Evaluación de Recursos Naturales (DERN-DGAAA-MINAGRI) el año 2016, realizada de acuerdo con las normas, reglamentos, sistemas de clasificación y lineamientos vigentes en el país; documento técnico que suministra información científica-práctica, como apoyo a las Instituciones públicas o privadas del país y usuarios en general, vinculados con la formulación de planes, políticas y estrategias a seguir en la planificación de desarrollo de las actividades agropecuaria-forestal.

Las unidades de suelos como las áreas misceláneas, han sido delimitadas e identificadas en el Mapa de Suelos, mediante unidades cartográficas, conformadas por Consociaciones (una unidad edáfica o área miscelánea, dominante) y Asociaciones (dos unidades edáficas proporcionales).

La descripción y mapeo de suelos, ha sido realizado tomando como base los criterios y normas establecidas en el *Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos (DS N° 013-2010-AG),* el Manual de Levantamiento de Suelos o Soil Survey Manual (revisión-1993); asimismo, la clasificación taxonómica ha sido realizada siguiendo las definiciones y nomenclatura establecidas en la Taxonomía de Suelos, del *Sistema del Soil Taxonomy (2014)*; ambos, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Así mismo la clasificación determinada, ha sido correlacionada con la *Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo FAO (2007)*.

La información edáfica que contiene el presente trabajo, toma en cuenta los rasgos fisiográficos, geológico-litológicos, ecológicos y las características morfológicas, físico-mecánicas, químicas y biológicas de los suelos; que ha permitido realizar la actualización de la *Clasificación Natural o Taxonómica* a nivel de *Subgrupo de Suelos,* a escala 1:100 000.

Tabla 1. Suelos Identificados en el área del proyecto

SOIL TAXONOMY 2014				FAO 2007	UNIDADES DE SUELOS
ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUB GRUPO	GRUPO	
Entisols	Aquents	Epiaquents	Typic Epiaquents	Gleysoles	Bajial (Bj)
	Fluvents	Udifluvents	Typic Udifluvents	Fluvisoles	Isla (Is)
					Marcella (Ma)
					Andoas (An)
Inceptisols	Aquepts	Epiaquepts	Typic Epiaquepts	Gleysols	Aguajal 2 (Ag2)
	Udepts	Dystrudepts	Typic Dystrudepts	Cambisols	Río Tigre (RT)
					Forestal (Fo)
					San Jacinto (SJ)
					Soldado (Sd)

					Frontera (Ft)
					Colina (Cl)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

La información Edafológica desarrollada para el Área del Proyecto, es base asimismo para la determinación de los pronósticos o lineamientos sobre su comportamiento y aprovechamiento bajo sistemas de manejo, uso y conservación del recurso suelo, en armonía con su entorno ambiental. De acuerdo con el Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor (D.S 017-2009-AG), en términos de su aptitud potencial de uso. En anexo las Descripciones de la Clasificación de Tierras y Uso Actual de las Tierras.

1.2. USO DE LA TIERRA DE LAS CUENCAS PASTAZA Y RIO TIGRE

La información obtenida y recopilada en campo, además con la interpretación analógica de las imágenes satélite Landsat TM 2016, Ikonos de alta resolución de 0.50 m, año 2015, ha sido utilizada para la Clasificación del Uso de la Tierra y su distribución sistemática según las categorías propuestas por la Unión Geográfica Internacional UGI (vigente en la DERN-DGAAA del MINAGRI, sistema de clasificación que, establece 9 categorías según el grado de intensidad del uso de la tierra, de las cuales 7 categorías no se adaptan a la realidad espacial del área del Proyecto: "Rehabilitación de sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en las cuencas del Río Pastaza y Río Tigre.

La Clasificacion de Uso de la Tierra (UGI) comprende las siguientes categorías:

- Áreas dedicadas a usos urbanos e industriales, y/o instalaciones gubernamentales y/o privadas.
- Las cuatro siguientes categorías (2, 3, 4 y 5), está referida a áreas destinadas a los diferentes usos agrícolas, comprendiendo los ocupados por los cultivos de hortalizas, frutales, cultivos diversos y praderas mejoradas.
- Las dos siguientes (6, 7) corresponden a tierras ocupadas por pastos naturales y bosques.
- Dos categorías más (8) referidas a terrenos no productivos; que están referidos a los pantanos, ciénagas; (9) Terrenos sin uso y/o improductivos, categoría que clasifica a los terrenos, que se encuentran en barbecho o en descanso temporal después de la cosecha.

Tabla 2. Categoría y subclase de Uso de Tierras

CATEGORIA Y SUBCLASE DE USO
1. Áreas Urbanas y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas
2. Terrenos con Cultivos de Hortalizas
3. Terrenos con Frutales y Cultivos Perennes
4. Terrenos con Cultivos Extensivos
5. Área con Pastos Mejorados Permanentes
6. Área con Pastos Naturales
7. Terrenos con Bosque
- Terrenos con bosque secundario
- Terrenos con bosque primario o clímax
8. Terrenos pantanosos y/o cenagosos
- Terrenos hidromórficos
9. Terrenos sin uso y/o improductivos
- Tierras eriazas, descanso, barbecho, cajas de río, lagunas

Fuente: Clasificación de Uso Actual de las Tierras. DERN-MINAGRI.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal del estudio es determinar el Uso Actual de la Tierra de los Diecinueve (19) sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en las Cuencas del Río Pastaza y Río Tigre, contenidos en los Planes de Rehabilitación. Ubicados en un ambiente geográfico tropical de la Selva Baja del Norte del Perú, comprendido en la Zona de Vida: Bosque húmedo – Tropical (a 250 m.s.n.m de altitud).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar las diferentes formas de Uso de la Tierra de los (7) sitios ubicadas en las cuencas del Río Pastaza
- Determinar la vegetación natural de acuerdo a la zona de vida.

338800 338900 339000 339200

9693700 9693600

N

Q.Capahuari Yacu Este

C3se

S0104

SIGNOS COVENCIONALES

- Sitio Impactado
- Río
- Quebrada
- Bajial
- Via Vecinal
- Delimitación del Sitio Impactado
- Lote 192 (ex Lote 1AB)

Descripción - CUM	Elementos del Paisaje	Simbolo	Superficie		Color
			Ha.	%	
Tierras aptas para Cultivos Permanentes, de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y riesgo de erosión	Fuertemente inclinada (8 - 15%)	C3se	3.76	100	
Superficie Total			3.76	100	

SITIO IMPACTADO EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

Sitio	Coordenadas WGS 84 Zona 18S		Delimitación del Sitio (ha)	Localización / Referencia	Código OEFA
	Este (m)	Norte (m)			
Botadero Km. 2	339 018	9 693 139	3,76	Comunidad Nativa Nuevo Andoas	S0104

Profonanpe

PROYECTO: **CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ELABORAR LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE 7 SITIOS IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA**

MAPA:

MAPA DE CUM DEL SITIO IMPACTADO S0104

0 30 60 90 120 150 Metros

Escala: 1:2,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transverse de Mercator Zona 18 Sur

ELABORADO: CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

SUPERVISIÓN: tema litoclean GRUPO

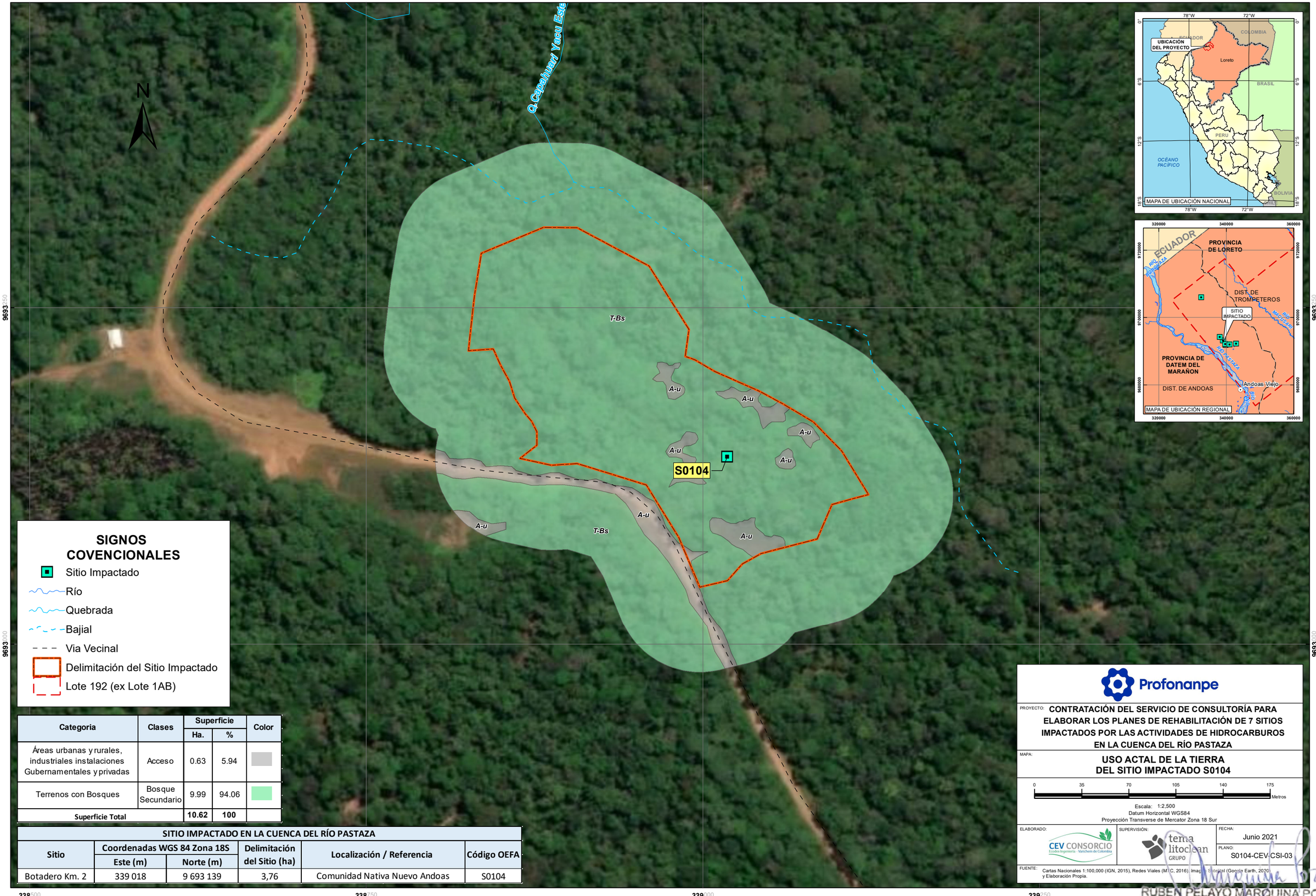
FECHA: Junio 2021

PLANO: S0104-CEV-CSI-03C

FUENTE: Cartas Nacionales 1:100,000 (IGN, 2015), Redes Viales (MTC, 2016), Imagen Satelital (Google Earth, 2020) y Elaboración Propia.

RUBEN PELAYO MARQUINA POZO
INGENIERO AGRONOMO
Reg. CIP N° 60952

Anexo MIDAGRI
Observación N° 10



SIGNOS COVENCIONALES

- Sitio Impactado
- Río
- Quebrada
- Bajial
- Via Vecinal
- Delimitación del Sitio Impactado
- Lote 192 (ex Lote 1AB)

Categoria	Clases	Superficie		Color
		Ha.	%	
Áreas urbanas y rurales, industriales instalaciones Gubernamentales y privadas	Acceso	0.63	5.94	
Terrenos con Bosques	Bosque Secundario	9.99	94.06	
Superficie Total		**10.62**	**100**	

SITIO IMPACTADO EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

Sitio	Coordenadas WGS 84 Zona 18S		Delimitación del Sitio (ha)	Localización / Referencia	Código OEFA
	Este (m)	Norte (m)			
Botadero Km. 2	339 018	9 693 139	3,76	Comunidad Nativa Nuevo Andoas	S0104

Profonanpe

PROYECTO: CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ELABORAR LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE 7 SITIOS IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

MAPA:

USO ACTAL DE LA TIERRA DEL SITIO IMPACTADO S0104

0 35 70 105 140 175 Metros

Escala: 1:2,500
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transverse de Mercator Zona 18 Sur

ELABORADO: CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Vatchem de Colombia

SUPERVISIÓN: tema litoclean GRUPO

FECHA: Junio 2021

PLANO: S0104-CEV-CSI-03

FUENTE: Cartas Nacionales 1:100,000 (IGN, 2015), Redes Viales (MTC, 2016), Imagen Satelital (Google Earth, 2020) y Elaboración Propia.

RUBEN PELAYO MARQUINA POZO
INGENIERO AGRONOMO
Reg. CIP N° 60952

Anexo MIDAGRI
Observación 13

PLAN DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA
SITIO S0104 (BOTADERO km 2)

Servicio de Consultoría para Elaborar los Planes de Rehabilitación de 7 Sitios Impactados por las Actividades de Hidrocarburos en la Cuenca del Río Pastaza

PREPARADO PARA

FONDO DE PROMOCIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PERÚ

Profonanpe

ELABORADO POR

CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

Agosto, 2021

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVO 3
2 PRINCIPIOS GENERALES 3
3 IMPACTOS POR CONTROLAR 3
4 MEDIDAS Y/O ACCIONES A DESARROLLAR 4
4.1. MANEJO DE FLORA 4
4.2. MANEJO DE FAUNA 5
4.3. AHUYENTAMIENTO DE FAUNA 6
4.4. LUGAR DE APLICACIÓN 6
4.5. MECANISMOS Y ESTRATEGIAS DE PARTICIPACIÓN 7
4.6. PERSONAL REQUERIDO 7
4.7. INDICADORES DE SEGUIMIENTO 7
4.8. RESPONSABLE DE EJECUCIÓN 7

1 OBJETIVO

Establecer los lineamientos respecto al adecuado manejo de la flora y fauna en algún estado de conservación nacional e internacional, con el fin de evitar y/o minimizar la alteración de la biota durante las etapas del proyecto.

2 PRINCIPIOS GENERALES

En su marco de su política, ECODES-VARICHEN ha propuesto y considerado los siguientes principios para el desarrollo del Plan de Rehabilitación del Sitio impactado S0104 (Botadero Km 2).

3 IMPACTOS POR CONTROLAR

A continuación en la **Tabla 1** se presenta el listado de impactos a mitigar durante la ejecución de actividades

Tabla 1. Listado de actividades e impactos sobre flora y fauna en el sitio S0104 (Botadero Km 2)

Actividades	Impactos sobre la Flora y Fauna
Habilitación de campamentos	Remoción de la cubierta vegetal
	Alteración de la flora por la generación de material particulado
	Alteración de la estructura y volumen de la cubierta forestal
	Perdida de nicho ecológico
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos medianos y mayores
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos voladores
	Alteración en los desplazamientos de roedores
	Alteración en los desplazamientos de anfibios y reptiles
	Alteración en los desplazamientos de invertebrados artrópodos
	Alteración en los desplazamientos de aves
Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial	Ahuyentamiento de la fauna silvestre
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos voladores
	Alteración en los desplazamientos de invertebrados artrópodos
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos medianos y mayores
	Alteración en los desplazamientos de aves
	Alteración en los desplazamientos de anfibios y reptiles
Uso de Maquinarias y Equipos, Generación de Ruidos y Emisiones	Alteración de la flora por la generación de material particulado
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos voladores
	Alteración en los desplazamientos de invertebrados artrópodos

Actividades	Impactos sobre la Flora y Fauna
	Ahuyentamiento de la fauna silvestre
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos medianos y mayores
	Alteración en los desplazamientos de aves
	Alteración en los desplazamientos de anfibios y reptiles
Manejo del Campamento: Generación de Aguas Residuales Domésticas y Manejo de Lixiviados	Disminución de la abundancia y composición de la vegetación
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos voladores
	Alteración en los desplazamientos de invertebrados artrópodos
	Alteración en los desplazamientos de mamíferos medianos y mayores
	Alteración en los desplazamientos de aves
	Alteración en los desplazamientos de roedores
	Alteración en los desplazamientos de anfibios y reptiles

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

4 MEDIDAS Y/O ACCIONES A DESARROLLAR

4.1. Manejo de Flora

- Se realizará un inventario forestal previo al desbosque del sitio S0104, reconociendo las especies con algún estatus de conservación para, de ser posible, evitar su tala.
- Se limitarán en lo posible que las actividades se realicen estrictamente en el área delimitada del sitio, evitando de este modo acrecentar el daño a los hábitats.
- Se prohibirá estrictamente a todo el personal la recolección y/o extracción de flora silvestre y sus derivados.
- En general, durante todas aquellas acciones que requieran corte/remoción de la vegetación, se evitará en la medida de lo posible la tala de especímenes en peligro de extinción y/o endémicas.
- Se prohíbe terminantemente la quema de la vegetación bajo cualquier circunstancia.
- Durante los trabajos de desbroce, no se empleará ningún tipo de producto químico como son los herbicidas.
- Se capacitará al personal trabajador sobre las especies de flora protegidas, sensibles o endémicas presentes en el área del sitio contaminado, de ser el caso.
- Previamente a la intervención, en aquellos casos donde se identifiquen especies protegidas de flora, se procederá a elaborar el expediente respectivo para solicitar la autorización correspondiente al SERFOR.
- Prohibir la recolección, venta o posesión de las plantas locales.
- Realizar el rescate o traslocación de especies de interés para la conservación.
- Se prohíbe la introducción de especies de flora exótica.

4.2. Manejo de Fauna

- Se limitará las actividades en lo posible, estrictamente al área delimitada del Sitio S0104, evitando de este modo acrecentar el daño a los hábitats de la fauna.
- Antes de realizar el desbroce o desbosque se realizará un recorrido por el área de trabajo para identificar la probable presencia de individuos de fauna y provocar su ahuyentamiento. Sólo de ser necesario se retirarán los individuos de la zona de desbroce/desbosque manualmente y siguiendo los procedimientos y recomendaciones establecidas por un especialista ambiental.
- Se prohibirá estrictamente a todo el personal la recolección y/o extracción de fauna silvestre.
- El personal de campo será capacitado en el reconocimiento de especies amenazadas y potencialmente peligrosas, principalmente serpientes venenosas.
- Se prohibirá estrictamente a todo el personal la realización de actividades de caza y pesca en el área del sitio S0104 y zonas aledañas.
- Se prohibirá estrictamente a todo el personal que labore en el proyecto, la posesión de animales silvestres vivos o preservados y/o sus pieles.
- Durante las excavaciones, se colocarán en lo posible, defensas para evitar la caída de animales silvestres que puedan cruzar el área.
- Se realizará un adecuado manejo de los residuos sólidos para no afectar la dinámica de potenciales especies plaga (roedores, insectos).
- Debe prohibirse que cualquier trabajador alimente animales silvestres.
- Se limitará el tránsito del personal trabajador al área delimitada por los componentes del proyecto.
- Brindar capacitación e inducciones a sus trabajadores sobre buenas prácticas de manejo para la protección de la fauna silvestre.
- Realizar inspección previa de las áreas antes del desbosque y/o movimiento de tierras, con la finalidad de identificar especies de fauna de poca movilidad las cuales deberán ahuyentarse, o caso contrario realizar el rescate y traslado de la fauna a lugares cercanos con condiciones ecológicas similares.
- En aquellos casos donde sea necesario manipular fauna silvestre, deberá incluir protocolos de manejo y bioseguridad, los cuales deben ser ejecutados por un especialista, a fin de garantizar el bienestar para los individuos de la fauna silvestre y el personal a cargo.
- Una vez se tenga establecido un plan de movilidad, deben contemplarse medidas frente al atropellamiento de fauna.
- Limitar o reducir la generación de ruidos molestos
- Los vehículos y maquinarias deberán transitar a velocidades moderadas a fin de evitar o reducir la posibilidad de que se produzcan atropellos de animales silvestres
- Evitar destruir los sitios de importancia para la fauna, tales como comederos, abrevaderos, galerías, nidos, colpas, entre otros. Y de ser el caso, mejorar su estado de conservación dentro del sitio impactado.
- Prohibir a todos los trabajadores y contratistas la captura de crías y polluelos en el frente de la obra; así como la comercialización (compra y venta) de especies silvestres y sus derivados en las áreas reconocidas como sensibles; establecer un horario en donde las actividades no afecte a la fauna silvestre.
- Si las especies de fauna silvestre se acercan al área donde se estén realizando los trabajos proyectados, se deberán paralizar los trabajos, debiendo esperar a que el animal se aleje a una distancia prudente antes reiniciar actividades.

- Se reportará todo avistamiento de especies de fauna en las zonas de trabajo, a fin de tomar posteriormente las precauciones respectivas, como por ejemplo reforzar la capacitación brindada al respecto y la colocación de señalización respectiva.
- Debe implementarse un programa de señalización para protección de fauna local y cercado de zonas de importancia biológica (nidos, comederos, etc.)
- Plan de contingencia frente ataque de animales peligrosos.

4.3. Ahuyentamiento de Fauna

El ahuyentamiento se realizará en horas de la mañana, durante el día y hasta las últimas horas de la tarde. Es importante realizar el ahuyentamiento en un corto tiempo antes de llevar a cabo las actividades de desbosque y desbroce, con la finalidad de que los individuos de fauna no puedan regresar a sus refugios. Se utilizarán técnicas llamadas de amedrentamiento y modificación del hábitat, que incluyen principalmente dos métodos: auditivo/visual y mecánico.

- *Ahuyentamiento auditivo*, se realiza mediante el uso de sirenas portátiles de uso marino, o parlantes (con amplificador) que reproduzcan ruidos lo suficientemente fuertes para ahuyentar individuos. Además, junto con estímulos visuales se reproducirán vocalizaciones o llamados de predadores. Las sirenas y parlantes deben accionarse estratégicamente, ubicándolas en el centro del área de trabajo y funcionando en intervalos de 5 minutos. Este tipo de ahuyentamiento es efectivo para casi todas las especies de mamíferos y aves, además de muchas especies de anfibios y reptiles.

- *Ahuyentamiento visual*, se realiza mediante el uso de siluetas o globos pintados con características de algunos predadores, esto se realizará junto con reproducción de sonidos de los mismos. Adicionalmente, durante las horas de la noche se usarán reflectores de luz para ahuyentar especies nocturnas sensibles a la luz, lo cual se realizará conjuntamente con la reproducción de sonidos para incrementar las probabilidades de ahuyentamiento.

- *Ahuyentamiento mecánico y modificación de hábitat*, se aplica después y durante el ahuyentamiento auditivo para estimular a los individuos que aún permanecen en el área a desplazarse. Se realiza con el apoyo de varas con las cuales se sacude la vegetación de los diferentes niveles para asustar a los animales sin dañarlos. Esto se realizará desde el nivel del suelo hasta una altura de 3 metros aproximadamente para lo cual se contará con varas largas de aproximadamente dos metros de largo. Después de sacudir la vegetación se procederá a retirar algunos componentes del hábitat que pueden servir como refugio, tales como troncos, ramas, hojarasca, rocas, entre otras. Este método es efectivo para todos los grupos de fauna.

Es importante que el personal que apoye en la realización del ahuyentamiento cuente con equipo de protección personal como cascos guantes y botas, para evitar el contacto con animales estresados.

Después de realizar el ahuyentamiento y antes del desbroce y desbosque se realizará una inspección para la búsqueda de individuos de fauna recorriendo el área y dando énfasis a las especies difíciles de ahuyentar y a especies de baja movilidad que podrían estar en el área. De encontrarse individuos de fauna, se tratará de ahuyentarlos mecánicamente tratando de causarles el mínimo estrés.

4.4. Lugar de Aplicación

Área delimitada el sitio S0104, área de Campamento Base, área de tratamiento y área de acopio.

4.5. Mecanismos y Estrategias de Participación

- Participación de los monitores comunales.
- Involucramiento del personal supervisor que realizara las actividades de remediación.
- De ser posible, podrían participar el jefe de la comunidad, representantes de las Federaciones, entre otros.

4.6. Personal Requerido

- Supervisor de Medio Ambiente.

4.7. Indicadores de Seguimiento

- Registros de Encuentro con Fauna.

4.8. Responsable de Ejecución

Empresa contratista a cargo de los trabajos de remediación.