



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR DERRAME
DE HIDROCARBUROS EN EL CENTRO POBLADO NUEVA
ESPERANZA, DISTRITO DE NIEVA, AMAZONAS, PERÚ, 2018.**

AUTORA : Bach. Rocio Jara Vilca

ASESOR : Ing. M.Sc. Elí Pariente Mondragón

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR DERRAME
DE HIDROCARBUROS EN EL CENTRO POBLADO NUEVA
ESPERANZA, DISTRITO DE NIEVA, AMAZONAS, PERÚ, 2018.**

AUTORA : Bach. Rocio Jara Vilca

ASESOR : Ing. M.Sc. Elí Pariente Mondragón

Registro:.....

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR DERRAME
DE HIDROCARBUROS EN EL CENTRO POBLADO NUEVA
ESPERANZA, DISTRITO DE NIEVA, AMAZONAS, PERÚ, 2018.**

AUTORA : Bach. Rocio Jara Vilca

ASESOR : Ing. M.Sc. Elí Pariente Mondragón

Registro:.....

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres:

Heriberto Jara Huimac y María Antonia Vilca Yalta, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se lo debo a ellos, en los que incluye este, su paciencia y abnegación, el apoyo moral y la gran confianza brindada, más que mis padres son mis mejores amigos.

A mis hermanos:

Sadith Isabel y Heriberto, por su presencia y compañía, son fuente de fortalezas para alcanzar mi propósito soñado.

AGRADECIMIENTO

A Dios Por haberme dado la vida, la sabiduría, que han permitido haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, por protegerme durante todo mi camino, por darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi Asesor de Tesis Ing. M.Sc. Elí Pariente Mondragón, por las horas de tolerancia, esfuerzo, perseverancia, su valiosa y desinteresada orientación y guía en la elaboración de la presente tesis de investigación. Así mismo agradecerle por compartir su conocimiento y experiencias como investigador.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Porque en sus aulas, recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de sus docentes.

Al Personal que labora en el Km 397 + 300 – Tramo II del oleoducto Norperuano Capataz Pacheco y su gente al mando, por el apoyo incondicional en la ejecución del proyecto de investigación.

A los pobladores del centro poblado de Nueva esperanza, Santa María de Nieva Por la hospitalidad brindada durante la ejecución del proyecto de investigación

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO

RODRIGUEZ DE MENDOZA

Dr. Policarpio Chauca Valqui
RECTOR

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. Flor Teresa García Huamán
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

M.Sc. Edwin Díaz Ortiz
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

Yo Elí Pariente Mondragón, docente de la UNTRM-A, hago constar que he asesorado la ejecución de la tesis titulada **“Caracterización de suelos afectados por derrame de hidrocarburos en el Centro Poblado Nueva Esperanza, Distrito de Nieva, Amazonas, Perú, 2018”**, elaborado por la tesista Rocio Jara Vilca, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza quien suscribe, da Visto Bueno al informe final de la tesis en mención.

Chachapoyas, 19 julio 2019



Ing. M.Sc. Elí Pariente Mondragón
ASESOR

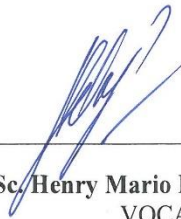
JURADO EVALUADOR



Dra. Cástula Alvarado Chuqui
PRESIDENTE



M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina
SECRETARIO



M.Sc. Henry Mario Peláez Rodríguez
VOCAL



ANEXO 2-0

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo Rocio Jara Vilca
identificado con DNI N° 72690038 Estudiante de la Escuela Profesional de
Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: Caracterización de suelos afectados por derrame de hidrocarburos en el centro poblado Nueva Esperanza, distrito de Nieva, Amazonas, Perú, 2018.

La misma que presento para optar: Título de Ingeniero Ambiental

2. La tesis no ha sido plagada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 01 de Julio de 2019





ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 11 de JULIO del año 2019, siendo las 11:00 horas, el aspirante: JARA VILCA ROCÍO defiende públicamente la Tesis titulada: "CARACTERIZACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL CENTRO POBLADO NUEVA ESPERANZA, DISTRITO DE NIEVA, AMAZONAS, PERÚ, 2018" para optar el Título Profesional en INGENIERIA AMBIENTAL otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:
 Presidente : Dra. Cástula Alvarado Chuqui
 Secretario : M.Sc. Ing. Gino Alfredo Vergara Medina
 Vocal : M.Sc. Ing. Henry Mario Páez Rodríguez



Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado (X) No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 12:00 hrs. del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.

_____ PRESIDENTE _____ SECRETARIO _____ VOCAL

OBSERVACIONES: _____

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	iv
JURADO EVALUADOR	v
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIA.....	vi
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1 Zona de Estudio.....	5
2.2 Zona de Vida y Vegetación.....	8
2.3 Fauna	8
2.4 Geomorfología.....	9
2.5 Suelos	9
2.6 Capacidad de Uso Mayor de Suelo	9
2.7 Clima	10
2.8 Metodología.....	10
2.8.1 Consideraciones Generales y Selección del Sitio.....	10
2.8.2 Muestreo.....	11
2.8.3 Criterios de Evaluación para el Suelo Afectado	15

2.8.4 Estimación del Volumen de Suelo Afectado	15
iii. RESULTADOS	17
3.1 Resultados Físicos y Químicos del Suelo del Sitio de Estudio.....	17
3.2 Concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo - HTP en el Suelo.....	19
3.3 Concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles - COV's en el Suelo.....	19
3.4 Resultados de Plomo (Pb) del Suelo del Sitio de estudio.....	20
3.5 Volumen de Suelo Afectado por Hidrocarburos	20
IV. DISCUSIONES	21
4.1 Resultados Físicos y Químicos del Suelo del Sitio de Estudio.....	21
4.2 Concentración de Hidrocarburos Totales del Petróleo en el Suelo (HTP).....	23
4.3 Concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles en el Suelo (COV's).....	24
4.4 Resultados de Plomo (Pb) del Suelo del Sitio de Estudio.....	25
4.5 Volumen de Suelo Afectado por Hidrocarburos.....	26
V. CONCLUSIONES	27
VI. RECOMENDACIONES	29
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Muestreo de Suelos.....	12
Tabla 2. Número mínimo de puntos de muestreo según área afectada por hidrocarburos	12
Tabla 3. Resultados de pH y C.E (us/cm).....	17
Tabla 4. Resultado de nutrientes.....	17
Tabla 5. Características texturales.....	18
Tabla 6. Relaciones entre textura del suelo y la CIC.....	18
Tabla 7. Concentración de HTP (mg/kg) en el sitio de estudio.....	19
Tabla 8. Concentración de COV's (mg/kg) en el sitio de estudio.....	19
Tabla 9. Resultados de Plomo.....	20
Tabla 10. Estimación de volumen de suelo contaminado.....	20
Tabla 11. Criterios para determinar la calidad de un suelo en cuanto a su contenido de fósforo	21
Tabla 12. parámetros de COV's de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos según el uso de suelo agrícola.....	25
Tabla 13. Volumen referencial de suelos afectados.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1. Ubicación del departamento de Amazonas, la provincia de Condorcanqui y el distrito de Nieva.....	5
Figura 2. Mapa de ubicación del Distrito de Nieva.....	6
Figura 3. Rangos altitudinales del Distrito de Nieva.....	7
Figura 4. Vista panorámica del área de estudio.....	11
Figura 5. Ubicación de los puntos de muestreo – Sector 1, 2, 3, 4.....	14
Figura 6. Sistema de Cuarte.....	15

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Centro Poblado Nueva Esperanza, a 20 Km del Distrito Santa María de Nieva (Prov. Condorcanqui), en el área afectada por el derrame de petróleo, sucedido en el Km 397 + 300 Tramo II del Oleoducto NorPeruano. Se consideró como objetivos: caracterizar los suelos afectados mediante análisis físico-químicos; determinar el contenido de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's); valorar el contenido de metales pesados (Pb); así mismo, estimar el volumen del suelo contaminado por hidrocarburos. El proceso metodológico consistió inicialmente en un reconocimiento del área de estudio, georreferenciando el lugar afectado; seguidamente se realizó el muestreo de suelo siguiendo la normatividad peruana, enmarcada en el D.S. N° 002-2013-MINAM. El análisis del muestreo de suelos documenta que las muestras analizadas, tanto de muestras superficiales como de muestras en profundidad, las concentraciones de HTP y COV's son inferiores a los estándares establecidos en el D.S.N°011-2017 MINAM (ECA) para suelos. El trabajo incluye descripciones, ilustraciones y aclara la situación actual del área afectada por el derrame de petróleo en el Km 397 + 300 Tramo II en el Centro Poblado Nueva Esperanza.

Palabras Claves: Hidrocarburos, suelos afectados, compuestos volátiles.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Nueva Esperanza Town Center, 20 km from the Santa María de Nieva District (Prov. Condorcanqui), in the area affected by the oil spill, which occurred at Km 397 + 300 Section II of the NorPeruano Pipeline. The objectives were considered: to characterize the affected soils through physical-chemical analysis; determine the content of Total Oil Hydrocarbons (TPH) and Volatile Organic Compounds (VOC's); assess the content of heavy metals (Pb); likewise, estimate the volume of soil contaminated by hydrocarbons. The methodological process consisted initially in a recognition of the study area, georeferencing the affected area; Subsequently, soil sampling was carried out following the Peruvian regulations, framed in the D.S. No. 002-2013-MINAM. The analysis of soil sampling documents that the samples analyzed, both from surface samples and samples in depth, the concentrations of HTP and VOC's are lower than the standards established in D.S. N ° 011-2017 MINAM (ECA) for soils. The work includes descriptions, illustrations and clarifies the current situation of the area affected by the oil spill at Km 397 + 300 Section II in the Nueva Esperanza Settlement Center.

Key Words: Hydrocarbons, affected soils, volatile compounds.

I. INTRODUCCIÓN

La humanidad conoce la existencia de los combustibles fósiles desde hace miles de años; Sin embargo, no fue hasta la invención de la máquina de vapor y el desarrollo de la revolución industrial que se comenzó a utilizar el carbón en cantidades significativas. Posteriormente, con la invención del automóvil y el motor de combustión interna, el petróleo se convirtió en la principal fuente de energía para el transporte terrestre y marítimo. En la actualidad, junto con el gas natural, el petróleo se ha convertido en el recurso energético fundamental de las sociedades y todavía no se han encontrado fuentes alternativas para reemplazarlo (Educ.ar, 2017). El sector de hidrocarburos se ha expandido de manera importante en los últimos años, convirtiéndose en pieza clave del crecimiento de la economía mundial; el consumo de energía, la exploración, las reservas y la producción han aumentado de manera considerable y actualmente considerado como motor del crecimiento económico en varios países del mundo (Velásquez, 2016).

La contaminación por petróleo se produce por su liberación accidental o intencionada en el ambiente, provocando efectos adversos sobre el hombre o sobre el medio, directa o indirectamente. La contaminación involucra todas las operaciones relacionadas con la explotación (downstream), transporte (midstream) y almacenamiento (upstream) de hidrocarburos, que conducen inevitablemente al deterioro gradual del ambiente. Afecta en forma directa al suelo, agua, aire, fauna y la flora (Greco, 2015). La contaminación por hidrocarburos puede impedir el intercambio gaseoso con la atmosfera, iniciando una serie de procesos físico-químicos simultáneos, como evaporación y penetración, que dependiendo del tipo de hidrocarburo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida, pueden ser procesos más o menos lentos lo que ocasiona una mayor toxicidad, generando de esta manera graves consecuencias ambientales tanto en la flora como en la fauna. Así mismo los hidrocarburos en la atmosfera tienden a acumularse y a formar una capa hidrofóbica, induciendo la fragmentación de los agregados, causando reducción, inhibición de la cobertura vegetal y la modificación de las poblaciones microbianas del ambiente edáfico (Benavides,2006; Martínez, 2013). Los derivados de hidrocarburos (gasolina, queroseno, aceites, combustibles, parafinas, y el asfalto entre otros), impactan la capa superficial del suelo, y se transportan hasta aguas subterráneas, generando su contaminación, incluso pueden ser transportados por escorrentía extendiendo aún más el

daño ambiental. Las condiciones fisicoquímicas, se ven alteradas, por ejemplo, en los cuerpos de agua se presenta disminución del oxígeno disuelto debido a la reducción de la transferencia de oxígeno entre la fase atmósfera – agua, al igual que la entrada de luz al medio, que inhibe el crecimiento de ciertas especies y disminuye la fijación de nutrientes (Jiménez, 2006; Cubillos, 2014).

A nivel mundial, los problemas de contaminación se deben a derrames accidentales que ocurren durante la exploración, extracción y transporte de hidrocarburos (Ponce, 2014). los dos mayores derrames de petróleo en el mundo han sido provocados por la Guerra del Golfo de 1991 y por la ruptura en las conducciones del pozo petrolífero Ixtoc I (Golfo de México) (Alonso, 2012).

El Perú tiene sus títulos de nobleza petrolífera, cuando el mundo sólo conocía del siglo XX, la brea ya era explotada; y en los tiempos modernos, a partir de mediados del siglo XIX, en 1823 antes que ningún otro país de Hispano-América, se hizo la primera perforación en búsqueda de petróleo en el Norte del Perú, poco después del primer pozo que se perforó en el mundo; donde el Coronel Drake hizo en Titusville (Pennsylvania) en el año 1859 (Noriega, 1962). En el Perú en 1863 se encontró aceite liviano a una profundidad de 26 metros; este resultó ser el primer pozo petrolero de nuestro país y Sudamérica. A principios del siglo pasado se inició la explotación de los campos de Zorritos, Negritos, Lobitos, instalándose los primeros equipos de la Refinería de Talara. Desde esa época, empresas peruanas y extranjeras han puesto su mejor esfuerzo al servicio del desarrollo petrolero en el país (PetroPerú, 2013). En el Perú se producen alrededor de 36 millones de barriles anuales de petróleo crudo; la selva es la región más productiva, con un promedio de 24,8 millones de barriles al año (equivalente a 68 000 barriles por día), produciendo el 70% del petróleo crudo del país. La costa le sigue con 6,8 millones de barriles de petróleo crudo del país. El resto es extraído del zócalo continental, que producen 4,4 millones de barriles al año (equivalente a 12 000 barriles diarios) (MINAGRI, 2008).

El petróleo en su estado natural se le denomina crudo y se clasifica según su referencia de mercado (origen), su contenido en azufre o su grado API. La gravedad API (del inglés: American Petroleum Institute) es un método de clasificación según la densidad (viscosidad y fluidez) del crudo en comparación con el agua a temperaturas iguales. De esta forma la densidad API es la medida inversa a su gravedad específica respecto al agua.

A pesar que se trata de una cantidad sin peso ni dimensiones, la medida se refiere en "grados" y se mide a través de un densímetro. Un índice superior a 10 implica que el crudo es más liviano que el agua, por lo que flota sobre ella. Esta clasificación es más práctica que teórica, ya que no toma en cuenta la composición real u otras características del crudo (cómo su contenido en azufre) aparte de su fluidez y viscosidad. Más bien se utiliza para catalogar y establecer el precio del crudo considerando factores que determinan su capacidad para la extracción, transporte y refinación. Mientras mayor sea la viscosidad del crudo (menor gravedad API) es también más difícil de extraer, transportar y refinar para la obtención de sus derivados. (Nava, 2014). El petróleo proveniente de la selva peruana se denomina petróleo pesado por contener 22 grados API (OSINERGMIN, 2016).

En el artículo 72 de la Ley Orgánica de Hidrocarburos del Perú - Ley 26221 establece: Que cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, podrá construir, operar y mantener ductos para el transporte, de hidrocarburos y de sus productos derivados, de acuerdo a un contrato de concesión para el transporte, que se otorgará con sujeción a las disposiciones que establezca el reglamento que dictará el Ministerio de Energía y Minas, y cumpliendo con los siguientes requisitos a presentar: un Estudio de Impacto Ambiental, Estudio de Riesgo, Manual de Diseño, Propuesta Tarifaria, Servidumbre y Ejecución del Proyecto y el diseño del ducto para el transporte de hidrocarburos líquidos debe realizarse acorde al Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ducto establecido en el D.S.N°081-2007-EM y las Normas Técnicas del Instituto de Normas Nacionales Americanas (ANSI) y de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) que indican como debe estar recubierto en ducto por cinta y pintado con pintura epoxi para evitar corrosión; y también debe poseer un manual de operaciones y mantenimiento que debe ser actualizado cada 2 años y así mismo pasar por inspecciones periódicas de las juntas soldadas y juntas por encima de la cabeza (Osinergmin, 2013).

Los derrames se originan en el Oleoducto Norperuano, una infraestructura de 48 años de antigüedad y con más de 800 kilómetros de longitud de la estatal PetroPerú, con deficiencias de mantenimiento, de acuerdo con las autoridades. Según un informe elaborado en mayo por el regulador Osinergmin para la Defensoría del Pueblo, la mitad de las 51 fugas de crudo ocurridas entre 1997 y 2016, el 16% tienen origen en procesos de corrosión y un 2%, en fallos operativos de la petrolera (Fowks, 2018).

En el año 2015, Pluspetrol administraba la extracción de hidrocarburos del lote 192 y, esta reveló que existían más de 2 000 pasivos ambientales, como derrames de crudo, montículos de chatarra, cilindros con residuos tóxicos abandonados en toda la zona de la concesión petrolera (López, 2017). El oleoducto Norperuano de Petroperú entró en operaciones en el año de 1972, y tiene 854 km de longitud y atraviesa diversos ecosistemas de costa, sierra y selva (Petroperú, 2008). Desde 1977 al 2016, la tubería del oleoducto ha sufrido 61 roturas y consecuentes derrames de petróleo; no cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), pero se maneja con un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) que establece su compromiso de adoptar medidas de mantenimiento integral de las tuberías para evitar impactos negativos en el ambiente (Salazar, 2016).

Las emergencias de derrame de petróleo en nuestra región Amazonas en el Oleoducto Norperuano han venido ocurriendo desde el año 2011 (ARA,2016), cuando el OEFA asumió competencias de fiscalización ambiental en el subsector hidrocarburos, hasta el 2016, se han registrado 20 emergencias ambientales significativas en el Oleoducto Norperuano de Petroperú (Salazar , 2016), de las cuales seis emergencias ocurrieron en diferentes sitios dentro de la región Amazonas localizándose en Imaza, Nieva, Bagua, El Milagro (2 veces) y La Peca (ARA, 2016).

La responsabilidad social (RS) es el control que una organización ejerce sobre los impactos que sus decisiones y actividades ocasionan en la sociedad y el medio ambiente mediante un comportamiento ético y transparente que contribuya al “desarrollo sostenible”, que toma en consideración las expectativas de las partes interesadas, que cumple la legislación aplicable y que está integrada en toda la organización (ISO 26000, 2010).

En éste trabajo de investigación se evaluó el nivel de afectación por el derrame de hidrocarburo en los suelos del Centro Poblado de Nueva Esperanza-Distrito de Nieva-Región Amazonas, se consideraron como objetivos específicos: caracterizar los suelos afectados en el área de derrame de petróleo mediante análisis físico-químicos; determinar el contenido de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) a escala espacial, horizontal y vertical del suelo, valorar el contenido de metales pesados (Pb) y, estimar el volumen del suelo contaminado por hidrocarburos en el Centro Poblado Nueva Esperanza, Amazonas, Perú.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Zona de Estudio

2.1.1 Ubicación de la Zona de Estudio

La investigación tiene como escenario la Provincia de Condorcanqui (Departamento de Amazonas), en el Distrito Nieva, específicamente en el Centro Poblado Nueva Esperanza, el cual se encuentra a 497 msnm, posee 105 habitantes y está clasificado como población rural. La ubicación de la zona de estudio se encuentra en el Km 397 + 300 Tramo II del Oleoducto NorPeruano, donde el 04 de setiembre del 2012 sufrió una ruptura la tubería, el cual transportaba crudo desde Andaos en la región Loreto, hasta Bayóvar, Piura.

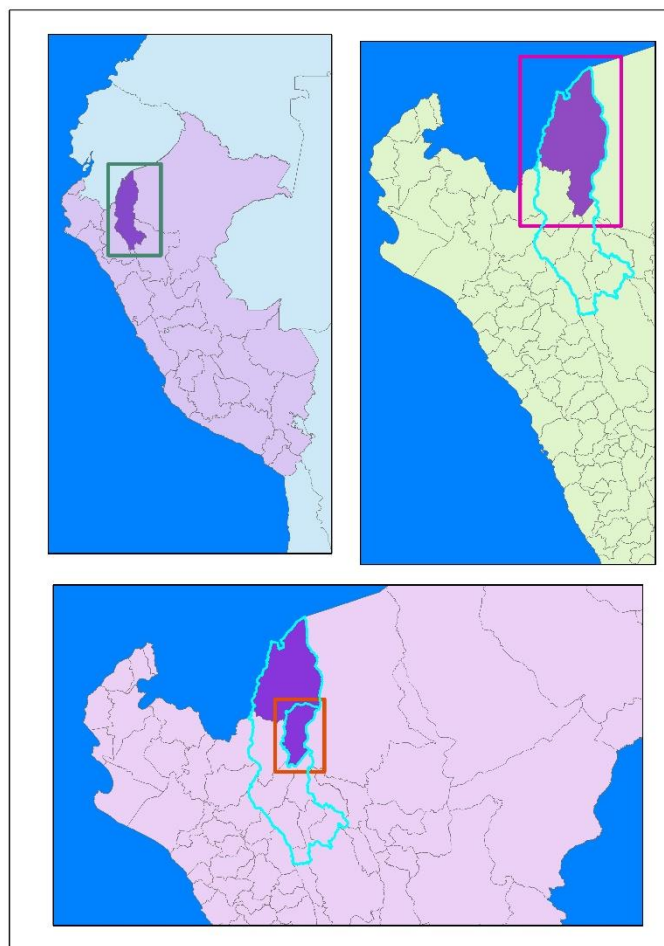


Figura 1. Ubicación del departamento de Amazonas, la provincia de Condorcanqui y el distrito de Nieva

Fuente: Elaboración propia

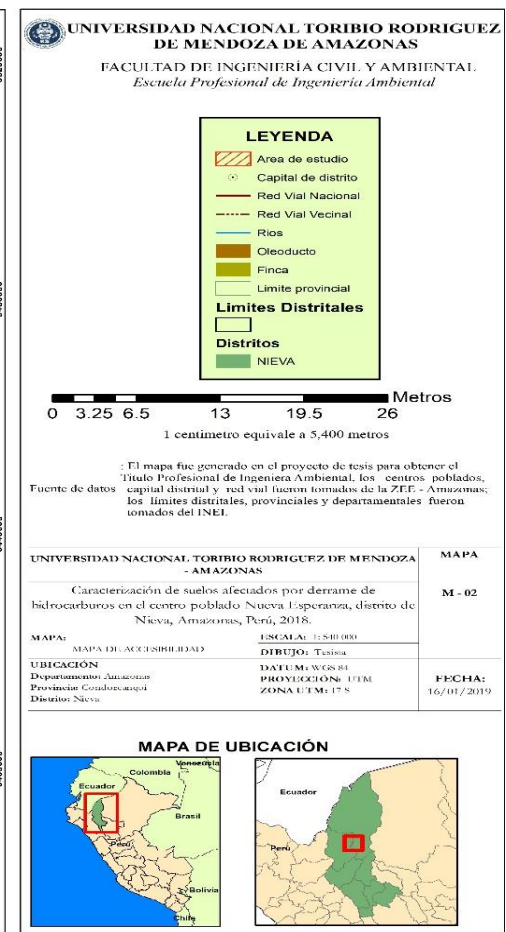
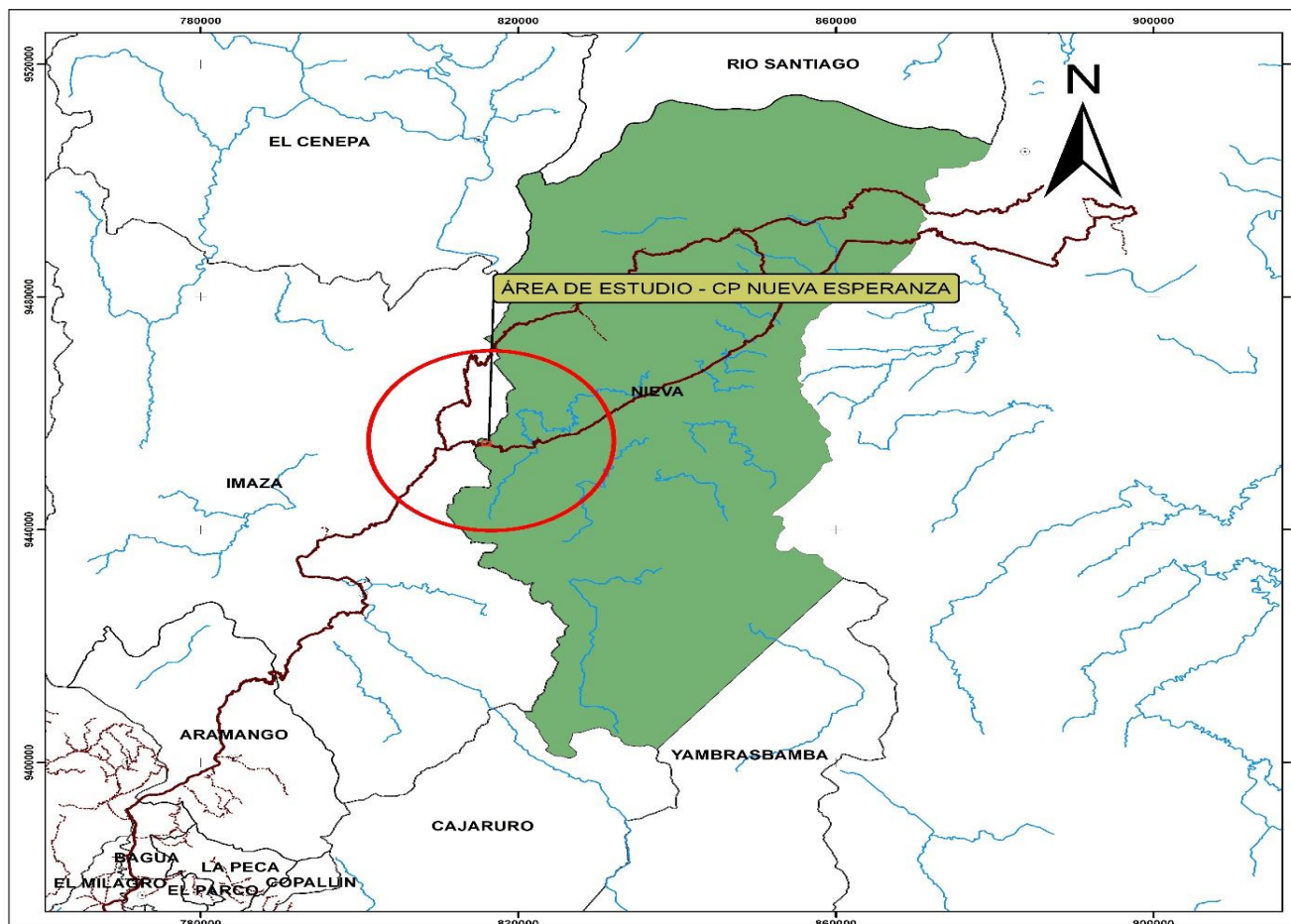


Figura 2. Mapa de ubicación del Distrito de Nieva

Fuente: Elaboración propia

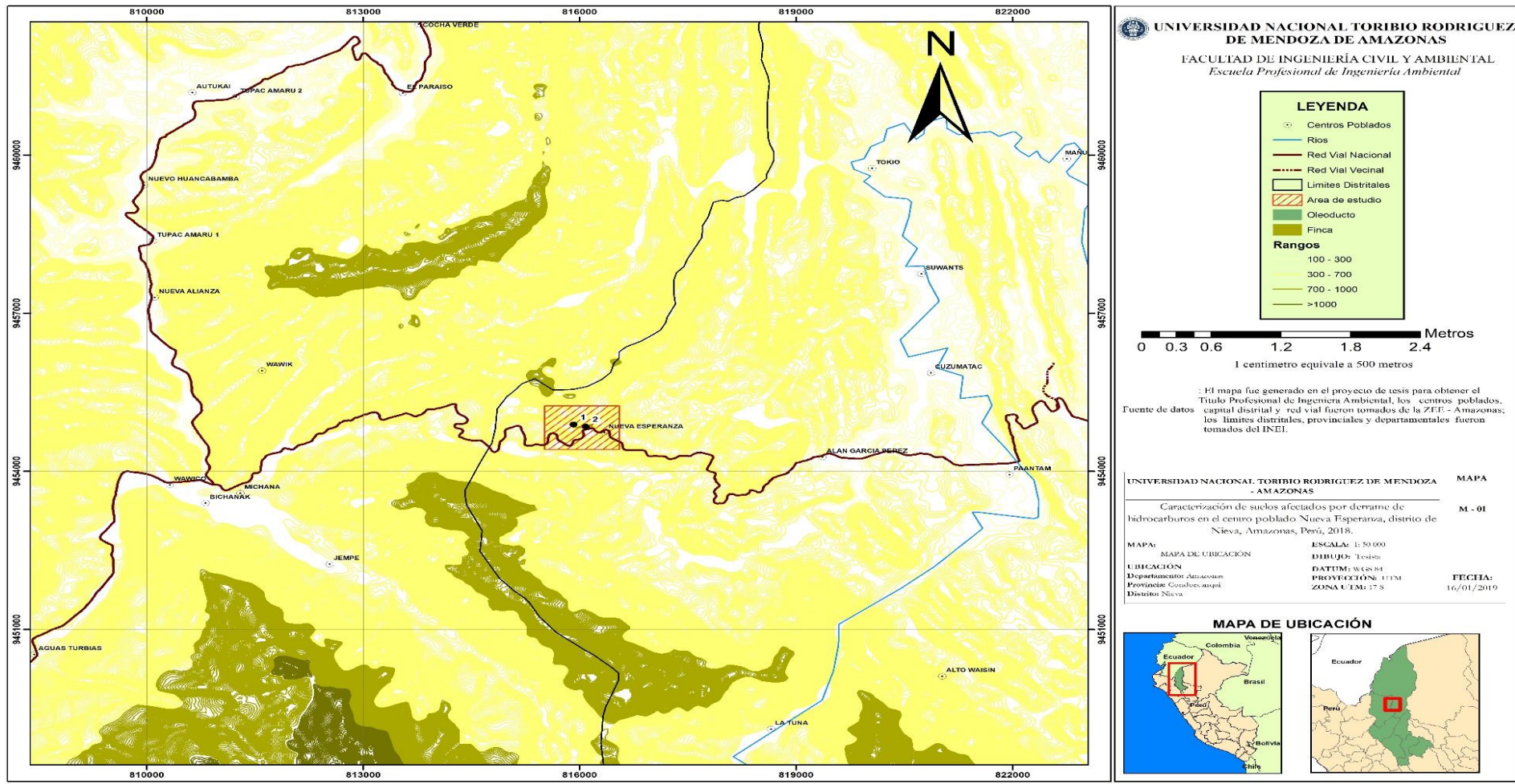


Figura 3. Rangos altitudinales del Distrito de Nueva

Fuente: Elaboración propia

2.2 Zona de Vida y Vegetación

El área de estudio corresponde a la zona de vida Bosque muy húmedo tropical. La vegetación se caracteriza por tener una menor proporción de árboles caducifolios que en el bosque seco tropical. Se encuentran especies representativas como: Ceiba, Higueras, Caucho, y Ceiba bonga. Se encuentran una gran variedad de helechos. También son características las plantas heliconiaceas como el platanillo. El dosel normalmente está formado por árboles altos, de 25 a 35 m de altura; los árboles emergentes gigantes superan los 50 m de altura (IIAP, 2010).

2.3 Fauna

Acoge innumerables especies de animales, sobre todo especies de tamaño relativamente pequeño. Gran parte de las especies presentes pueden trepar o volar, lo que les permite refugiarse en los árboles y aprovechar los nichos y recursos que están disponibles en ellos. En las quebradas y ríos atraviesan los bosque habita una sorprendente cantidad de peces, predominando las especies de los órdenes Characiformes (peces “normales”, con escamas) y Siluriformes (bagres y afines); en estos lugares también se observan cangrejos de agua dulce de las familias Trichodactylidae y Pseudothelphusidae (IIAP, 2010).

Los anfibios son diversos; sobresalen las ranas y sapos, con muchas especies que son activas durante el día. Entre las más vistosas están las ranas venenosas (Dendrobatidae), que, con sus brillantes colores, advierten a los depredadores de las mortales toxinas que secreta su piel. Los reptiles son igualmente diversos, sobresaliendo numerosas especies de serpientes, algunas de ellas muy venenosas; por ejemplo, las mapanás y otras especies de la familia Viperidae y las corales (Micrurus). Los lagartos son abundantes y van desde diminutos geos de costumbres nocturnas hasta las grandes iguanas que se asolean junto a los cursos de agua. También hay varias especies de tortugas, babillas y caimanes (IIAP, 2010).

Entre las aves destacan especies grandes y muy ornamentales como guacamayas, loros y tucanes, habitantes del dosel del bosque. Las grandes águilas arpías (*Harpia harpyja*) y miquera (*Morphnus guianensis*) patrullan silenciosamente el dosel, donde son los depredadores de mayor tamaño (IIAP, 2010).

2.4 Geomorfología

La provincia de Condorcanqui presenta Montañas sinclinales de la cordillera del Cóndor – Huaracayo, montañas originadas por eventos tectónicas que marcaron el final de la era cretácea, fue desarrollado paralelamente a las montañas anticlinales de la Cordillera del Condor-Huaracayo. Corresponden a relieves que se encuentran sometidas a una intensa disección generalizada, definen una tendencia de retroceso de vertientes, que deviene por su misma configuración estructural que ha originado una gran forma cóncava (IIAP,2010).

2.5 Suelos

Presentan suelos Cambisol Dístrico-Acrisol Háptico; los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas. Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases. En zonas de elevada pendiente su uso queda reducido al forestal o pascícola. Los Acrisoles se desarrollan principalmente sobre productos de alteración de rocas ácidas, con elevados niveles de arcillas muy alteradas, las cuales pueden sufrir posteriores degradaciones (Corral, 2015).

Los suelos presentan pobreza en nutrientes minerales, la toxicidad por aluminio, la fuerte adsorción de fosfatos y la alta susceptibilidad a la erosión, son las principales restricciones a su uso. Grandes áreas de Acrisoles se utilizan para cultivos de subsistencia, con una rotación de cultivos parcial. No son muy productivos salvo para especies de baja demanda y tolerantes a la acidez como la piña, caucho o palma de aceite (Salas, 2007).

2.6 Capacidad de Uso Mayor de Suelo

El área de investigación presenta un uso de suelo agrícola según la clasificación de uso mayor de suelo. El suelo agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad. El suelo agrícola debe ser en primer lugar un suelo fértil que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo que sean luego cosechados y utilizados por el hombre (IIAP, 2010).

2.7 Clima

El área se caracteriza por ser superhúmedo cálido, presentando una temperatura entre 17.5 y 21 °C, la lluvia entre 2.300 y 2.800 milímetros anuales (IIAP, 2010).

2.8 Metodología

La caracterización de un suelo contaminado o afectado por hidrocarburos, consiste en determinar el nivel de concentración de hidrocarburos en el suelo, la profundidad a la que se encuentra el contaminante y la extensión superficial que abarca esta afectación, entre otros parámetros (pH, textura, conductividad eléctrica y metales pesados). No obstante, es crucial el diseño de muestreo, el procedimiento para tomar las muestras y la calidad de los resultados, este último es garantizado por el laboratorio donde se realizan los análisis (Santos, 2007).

El muestreo se realizó, en el sitio afectado por el derrame de petróleo el año 2012, utilizando como herramienta de perforación saca tierra, esta herramienta facilitó la toma de muestras en forma de cuña a diferentes profundidades.

2.8.1 Consideraciones generales y selección del sitio

Dentro de la información que se recabó se encuentran registros, tesis y material cartográfico de la zona, así mismo material sobre el ámbito de estudio. Ubicación del área, diagnóstico rural (Zona de vida, fauna, geomorfología, suelos, capacidad de uso mayor y clima).

La selección del sitio de estudio y el respectivo muestreo se hizo considerando los siguientes aspectos:

- (1) Inspecciones visuales y entrevistas con los propietarios de las áreas afectadas, información para delimitar las áreas.
- (2) Reconocimiento del área afectada con apoyo de personal de la empresa PetroPerú con la finalidad de confrontar si las áreas de estudio han sido afectadas por el derrame de petróleo.
- (3) Las áreas seleccionadas fueron georreferenciadas con ayuda de un Sistema de Posición Global (GPS).

(4) Cuando se trata de contaminación recientes en los suelos y principalmente ocasionados por hidrocarburos, sólo se considera las concentraciones de HTP, COV's y metales pesados; además si la meta es estudiar solo el área contaminada (Iturbe, 1998).



Figura 4. Vista panorámica del área de estudio

Fuente: Elaboración propia

2.8.2 Muestreo

En principio, con la finalidad de poder cumplir con las indicaciones del acápite 2.8.1, se tomaron muestras de suelo para análisis de HTP y COV's. Se realizó un muestreo para muestras superficiales (HTP) y un muestreo para muestras a profundidad (COV's). La razón de utilizar estas dos técnicas de muestreo fue porque la toma de muestras superficiales no es aplicable para la determinación de sustancias o compuestos orgánicos volátiles (COV's) (MINAM, 2014). Las muestras de suelo, fueron tomadas de los sectores: sector 1, 2, 3 y 4 (Figura 5)

a. Toma de muestras superficiales

Las muestras superficiales se tomaron hasta una profundidad de 60 cm, y en este tipo de muestras es permisible y recomendable tomar muestras compuestas. La toma de muestras superficiales no es aplicable para determinación de COV's. Para la toma de estas muestras de tuvo en cuenta el espesor de las capas con respecto al uso del suelo (MINAM, 2014). La profundidad empleada se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Muestreo de Suelos

Fuente: Adaptación de la Guía de Suelos del MINAM 2017

Usos del suelo	Profundidad del muestreo (capas)
Suelo agrícola	0-30 cm
	30-60 cm

a.1. Número Mínimo de Puntos de Muestreo

El objetivo fue detectar la existencia de contaminación en el suelo a través de muestras representativas, con la finalidad de indicar si el suelo supera o no, los Estándares de Calidad ambiental de acuerdo al D.S.N°011 – 2017 MINAM.

El protocolo seguido para determinar los puntos de muestreo, esta expresado en la guía de muestreo de suelo del MINAM (2014) que establece:

- realizar un muestreo de identificación donde el número mínimo de puntos de muestreo se determina según el área de estudio.
- La capa de suelo agrícola analizada debe ser de 0 – 30 cm
- las submuestras individuales deben ser unidas en una muestra compuesta, la cual mediante sistema de cuarteo debe llegar a formar una sola muestra compuesta por sector seleccionado.

Tabla 2. Número mínimo de puntos de muestreo según área afectada por hidrocarburos

ÁREA DE POTENCIAL INTERES (ha)	PUNTOS DE MUESTREO EN TOTAL
0.1	4
0.5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38

30	40
40	42
50	44
100	50

Fuente: Guía de muestreo de suelos del MINAM (2014).

Se determinó que el área adyacente del oleoducto es 853 m² y el área agrícola (finca) es de 1.4 ha. Por lo tanto:

1ha → 9 puntos de muestreo

1.4 ha → x puntos de muestreo

2 ha → 15 puntos de muestreo

Tenemos una relación de $\frac{1}{6}$; interpolando: $x = \Delta m y + n$, donde:

$x =$ puntos de muestreo

$$\Delta m = \frac{15-9}{2-1} = 6$$

$$y = 0.4$$

$$n = 9$$

$$\therefore x = 6 \times 0.4 + 9 = 11.4 \cong 12$$

entonces decimos que en 1.4 ha se necesita 12 puntos de muestreo como mínimo, pero para abarcar mejor el área de estudio se consideró 40 puntos de muestreo para el estudio correspondiente.

Los 40 puntos de muestreo corresponden las 40 submuestras tomadas para muestreo superficial, los cuales estuvieron repartidas de la siguiente manera: 10 puntos de muestreo por cada sector, considerándose 4 sectores (Figura 4). Las submuestras de cada sector (10 submuestras) por separado fueron unidas y por sistema de cuarteo se formó 1 muestra representativa por cada sector.

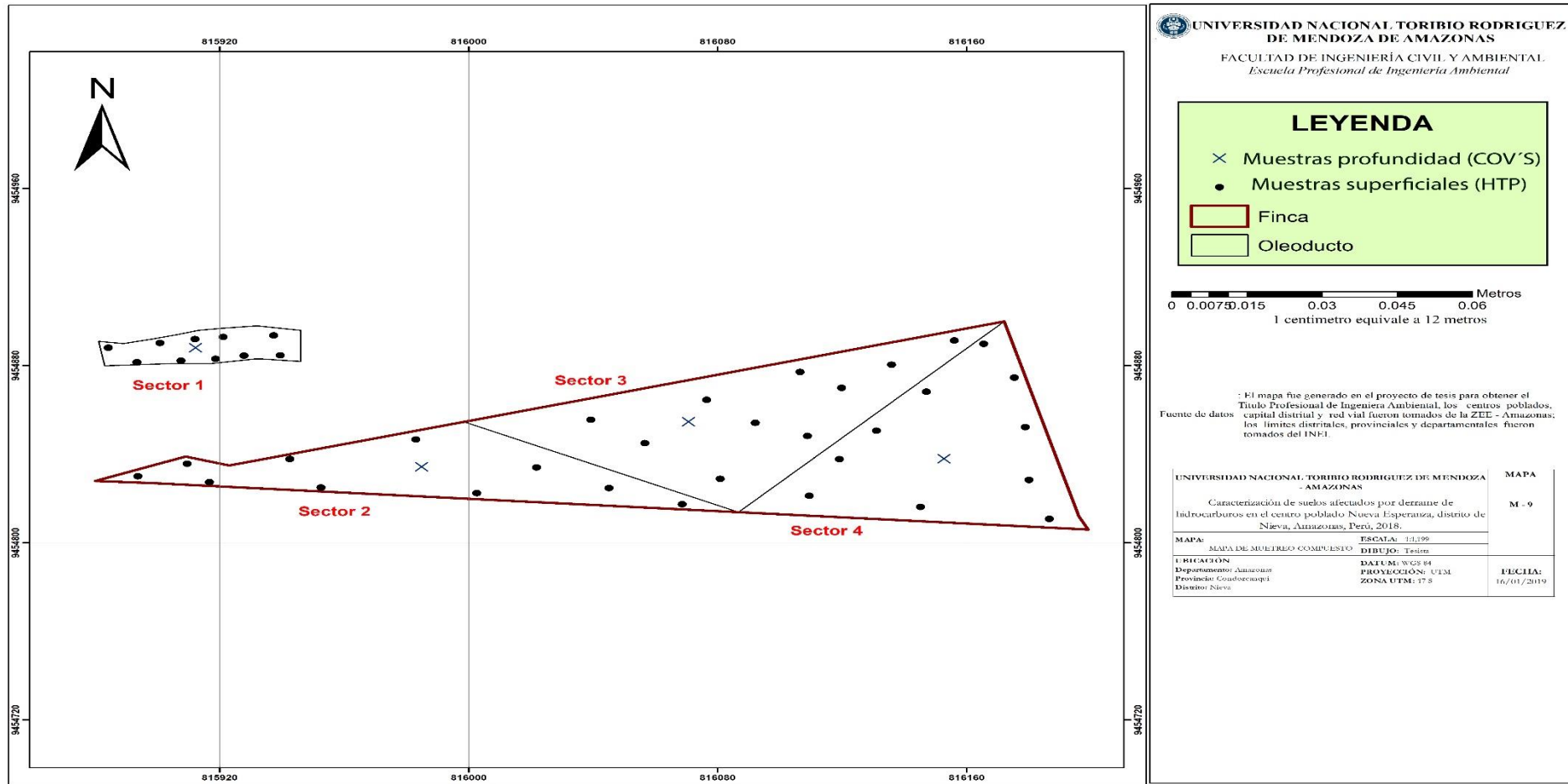


Figura 5. Ubicación de los puntos de muestreo – Sector 1, 2, 3, 4

Fuente: Elaboración propia

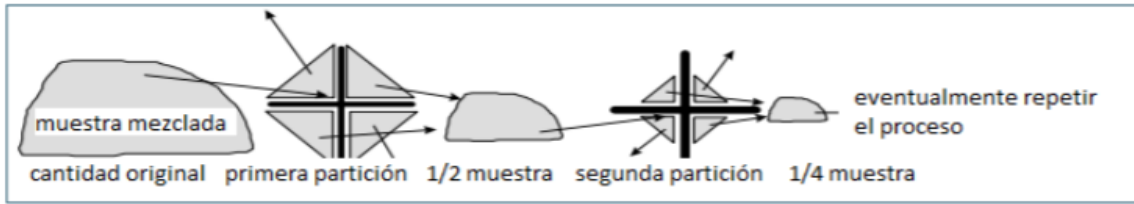


Figura 6. Sistema de Cuarteo

Fuente: Guía de muestreo de suelos del MINAM (2014)

b. Toma de Muestra en Profundidad

El protocolo que se utilizó para tomar las muestras a profundidad, fue el expresado en la guía para el muestreo de suelos del MINAM (2014), consistió en los siguientes pasos:

- No aplica para compuestos orgánicos volátiles hasta una profundidad de 1 m.
- Las muestras de suelo serán simples, colectadas en un solo punto de muestreo.
- Evitar el uso de recipientes para las muestras de suelos, recipientes que ocasionan la pérdida de hidrocarburos volátiles.
- Las muestras simples de suelos colectados fueron cuatro, colectadas en un solo punto de muestreo, es decir una sola muestra.

Las muestras de suelos colectadas para el análisis de sustancias o compuestos orgánicos volátiles (COV's), fueron 4 muestras simples, colectadas en un solo punto de muestreo. Ésta información se sintetiza en la Tabla 4.

2.8.3 Criterios de Evaluación para el Suelo Afectado

Se tomaron como referencia los Estándares de Calidad Ambiental de hidrocarburos indicados en los ECAs para suelos (MINAM, 2017), y se consideró aplicable el valor señalado para fracción ligera de hidrocarburos – F1 (moléculas entre 5 y 10 átomos de carbono). No se definieron niveles de contaminación en los suelos afectados, debido a la concentración de hidrocarburos encontrados. Así mismo este punto fue complementado en el proyecto con la finalidad de establecer prioridades en la remediación de los sitios.

2.8.4 Estimación del Volumen de Suelo Afectado

En base a los resultados obtenidos en el muestreo y en las observaciones realizadas en el área de investigación, se delimitó las áreas afectadas por los hidrocarburos.

Posteriormente se realizó una estimación del volumen del suelo afectado. Para el cálculo de este volumen, en principio se establecieron los límites de la afectación en cada sitio, con base en las concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo. Esto se realizó a las dos profundidades de muestreo, tanto para muestras superficiales (0 – 30 cm) como para muestras en profundidad (1 – 1.50 m). Seguidamente se ponderó un espesor con base a la profundidad a la que se tomaron las muestras, y finalmente el volumen se obtuvo multiplicando la superficie de afectación para el espesor asignado.

$$V = S \times E$$

V : Volumen de suelo contaminado (m^3)

S : Superficie de afectación (m^2)

E : Espesor asignado (m)

III. RESULTADOS

3.1 Resultados Físicos y Químicos del Suelo del Sitio de Estudio

Luego del análisis de laboratorio se documenta los valores que se muestran en la Tabla 3 para pH y C.E para el suelo en estudio.

Tabla 3. Resultados de pH y C.E (us/cm)

Análisis de caracterización	Muestras evaluadas			
	M1 (sector 1)	M2 (sector 2)	M3 (sector 3)	M4 (sector 4)
pH	5.38	5.85	5.54	6.06
C.E.	0.05	0.03	0.04	0.02

Fuente: Elaboración propia

En el sector 4 se muestra un pH mayor (6.06) que el sector 1 (5.38) y la Conductividad Electrica en el sector 1 (0.05) mayor que en el sector 4 (0.02).

Los resultados obtenidos de los nutriente principales se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultado de nutrientes

Análisis de caracterización	Muestras evaluadas			
	M1 (sector 1)	M2 (sector 2)	M3 (sector 3)	M4 (sector 4)
P (ppm)	4.18	5.91	5.23	6.00
K (ppm)	183.92	181.39	388.85	137.59
C(%)	3.64	2.22	3.56	3.60
M.O (%)	6.28	3.83.	6.13	6.21
N(%)	0.31	0.19	0.31	0.31

Fuente: Elaboración propia

En el sector 3 hay mayor concentración de potasio (K) (388.85 ppm), en el sector 4 hay mayor cantidad de Fosforo (P) (6.00 ppm), hay mayor porcentaje de carbono en el sector 1 (3.64%); Por lo tanto, también posee el mayor porcentaje de Materia Orgánica (M.O)

(6.28%), y el menor porcentaje de nitrógeno (N) se encuentra en el sector 2; manteniéndose igual en los sectores 1,3 y 4 (0.31%).

Entre las características texturales, las muestras presentan una mayor proporción de arena y arcilla que de limo, como se expresa en la Tabla 5.

Tabla 5. Características texturales

Análisis de caracterización	Muestras evaluadas			
	M1 (sector 1)	M2 (sector 2)	M3 (sector3)	M4 (sector 4)
Arena (%)	60	62	66	62
Limo (%)	14	14	12	12
Arcilla (%)	26	24	22	26
Clase textura	Fr.Ar.A.	Fr.Ar.A.	Fr.Ar.A	Fr.Ar.A

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de la caracterización de los suelos está directamente involucrado con el aumento o disminución de los cationes Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ y $Ar^{+3}+H^+$ de la capacidad de intercambio catiónico (CIC). Los valores se expresan en la Tabla 6.

Tabla 6. Relaciones entre textura del suelo y la CIC

Análisis de caracterización	Muestras evaluadas			
	M1 Sector 1	M2 Sector 2	M3 Sector 3	M4 Sector 4
CIC	25.60	26.40	27.20	30.40
Ca⁺²	16.53	17.78	16.41	23.40
Mg⁺²	3.14	3.21	3.16	3.28
K⁺	0.36	0.32	0.88	0.33
Na⁺	0.18	0.29	0.16	0.23
Ar⁺³+H⁺	0.16	0.00	0.17	0.00

Fuente: Elaboración propia

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es mayor en el sector 4 (27.20) y es menor en el sector 1 (25.60).

3.2 Concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo - HTP en el suelo

La concentración de HTP en el sector 1 es 14.766 mg/kg siendo el más alto y en el sector 4 es 3.980 mg/kg siendo este el más bajo, pero aun así, estos valores se encuentra, por debajo de 200 mg/kg que refiere los Estándares de Calidad Ambiental de suelo agrícola (Tabla 7).

Tabla 7. Concentración de HTP (mg/kg) en el sitio de estudio

SECTOR	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m) 0 a 0.30
Sector 1	P1-HTP	14.766
Sector 2	P2-HTP	9.822
Sector 3	P3-HTP	3.966
Secor 4	P4-HTP	3.980

Fuente: Elaboración propia

3.3 Concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles – COV's en el suelo

La concentración de tricloroetileno y tetracloroetileno obtenidos en el muestreo a profundidad, muestran concentraciones mínimas de detección del método LDM (Tabla 8).

Tabla 8. Concentración de COV's (mg/kg) en el sitio de estudio.

Muestra	Profundidad (m) (1.00 – 1.50)	
	Tricloroetileno	Tetracloroetileno
(Sector 1) P1 - COV	<0.0001	<0.01
(Sector 2) P2 - COV	<0.0001	<0.01
(Sector 3) P3 - COV	<0.0001	<0.01
(Sector 4) P4 - COV	<0.0001	<0.01
L.D.M Tricloroetileno	0.1 mg/kg	
L.D.M Tetracloroetileno	0.01g/kg	

Fuente: Elaboración propia

3.4 Resultados de Plomo (Pb) del Suelo del Sitio de Estudio

En la Tabla 9 se presentan los valores de plomo del suelo analizado en el área de estudio. Puede observarse en términos generales que las concentraciones de plomo se encuentran son muy bajos.

Tabla 9. Resultados de Plomo

MUESTRA	Pb ppm
(Sector 1) M1	2.24
(Sector 2) M2	2.4
(Sector 3) M3	2.63
(Sector 4) M4	2.7

Fuente: Elaboración propia

3.5 Volumen de Suelo Afectado por Hidrocarburos

Se obtuvo un volumen estimado de 4200 m^3 para HTP y de 21 000 m^3 para COV's. Como se expresa en la Tabla 10. Por lo tanto, el volumen de suelo afectado sería 25 200 m^3 .

Tabla 10. Estimación de volumen de suelo contaminado.

COMPUESTO	Profundidad de la muestra (cm)	Espesor considerado (m)	Superficie en plano (m^2)	Volumen de suelo (m^3)
HTP	0-30	0.30	14 000	4 200
COV's	0-1.50	1.50	14 000	21 000
TOTAL				25 200

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIONES

4.1 Resultados Físicos y Químicos del suelo del sitio de estudio

Previamente a los análisis de los hidrocarburos, se analizaron las características del suelo, determinando las siguientes características fisicoquímicas. Se observa que el suelo presenta un pH fuertemente ácido en los sectores uno y tres (5.4 – 5.5) y un pH medianamente ácido en los sectores dos y cuatro (5.85 – 6.06) (Chavarría, 2011); estos valores indican que los sectores con pH medianamente ácidos, pueden permitir el crecimiento de las bacterias, sin embargo se necesita un pH entre 6 y 8 siendo el valor óptimo un pH de 7 (NYSDEC, 1996; EPA510 – B – 04 – 003; EPA 510 – B – 95 – 007; Baker, 1994). Los valores de Conductividad Eléctrica están entre 0.02 - 0.05 dS/m, indicando que son suelos no salinos por encontrarse entre los valores de 0 – 2 dS/m (Flores, 1991); interpretándose como suelos cuya presencia de sales, no es perjudicial para el suelo y cultivos (Badia, 1992), por lo tanto estos valores no son una limitante para el buen funcionamiento de los microorganismos en el suelo (Santos, 2007).

Los valores de fósforo (P) encontrados en el sitio de estudio (4.18 – 6.0 ppm) indican, de acuerdo a NOM-021-RECNAT(2000) niveles bajos (< 5.5 ppm) en cuanto a la presencia de este nutriente en el suelo. Según Chavarría (2011) estos valores encontrados indican que los cultivos en esta área tendrán alta probabilidad de ser susceptibles a plagas y dificultad al crecer.

Tabla 11. Criterios para determinar la calidad de un suelo en cuanto a su contenido de fósforo (NOM-021-RECNAT, 2002)

Categoría	Valor
Bajo	< 5.5
Medio	5.5 – 11
Alto	>11

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo al analizar los valores de Carbono Orgánico, estos valores se encuentran entre 2.22 – 3.64 % indicando valores MEDIOS de contenido de carbono ya que los rangos entre 2.9 - 4.6 % (Fassbender y Burnemisza, 1987). No obstante los valores de carbono orgánico indican alto o bajo porcentaje de materia orgánica que tiene el suelo; por ende los valores “MEDIO” en nutrición (K, N, P) son de bajo porcentaje.

Las características texturales de las muestras presentan una mayor proporción de arenas (66%) y arcillas (26%) que de limo (14%). Este es un aspecto muy importante debido a que los hidrocarburos están contenidos en las proporciones de arcillas y limos. Existe presencia de suelos Franco Arcillosos Arenosos que nos indican suelos con moderada permeabilidad, teniendo cierta desventaja para el paso del agua, oxígeno y nutrientes necesarios en el suelo (Gutierrez, 2007).

Los valores de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se encuentra entre 25.60 – 30.40 meq/100 gr, esto indica valores entre 15 – 30 meq/100 gr (valor alto) (Intagri, 2015). Interpretándose como alta habilidad del suelo para retener nutrientes por el contenido de material ilita y clorita; por lo tanto, es un suelo rico en Materia Orgánica (Chavarria, 2011). La CIC es importante dentro del potencial nutricional del suelo porque almacena nutrientes para las plantas Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , y posteriormente los libera de forma paulatina (Zavaleta, 1992).

Las arcillas y la Materia Orgánica del suelo tienen la propiedad de comportarse como iones de carga negativa, son capaces de retener o adsorber cationes. Esta capacidad del suelo es lo que nos permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas, cuanto mayor sea esta «capacidad» mayor será la fertilidad natural del suelo (Garrido, 1993).

La saturación por bases (V) se refiere al porcentaje de cationes respecto al valor de la C.I.C., indicando la cantidad de cationes intercambiables que hay en el suelo. Por ello la saturación por bases es menor en suelos ácidos y cercana a 100 o del 100 % en suelos básicos. Cuanto mayor sea el grado de saturación más posibilidades tiene el suelo para retener cationes. La C I C. de un suelo puede aumentarse por la adición de materia orgánica. Aunque este aumento sólo se notara en los primeros centímetros del suelo puede en algunas ocasiones aumentar considerablemente la producción del cultivo. Cuando la saturación por bases (V) es baja, lo que ocurre en los suelos ácidos, puede elevarse hasta cifras cercanas al 90 % adicionando enmiendas calizas. De esta forma el pH del suelo se eleva hasta 6 - 7 obligando a que los iones H^{+} salgan de las sedes de intercambio dejando su lugar para otros cationes. Nuestra área en estudio presenta un suelo medio presentando una saturación base que va de 50- 90% (Garrido, 1993), indicando un suelo ácido.

La concentración de cada Cation Intercambiable es una indicación de la fertilidad del suelo y muestra el balance de los cationes en el suelo el cual es muy Importante en la

nutrición de las plantas. El calcio y el magnesio existen en la solución del suelo, el calcio es el Ión más abundante en el suelo, pero en los suelos ácidos se lixivian y el aluminio lo reemplaza. Las propiedades del suelo que más afectan la disponibilidad del calcio para la planta son el material parental, el pH y la capacidad de Intercambio catiónico (CIC). Una relación entre calcio y magnesio de más de 5:1 puede resultar en una deficiencia de magnesio; lo normal es 4:1. Si la relación entre magnesio y potasio es menor de 1:2 hay posibilidad de una deficiencia de magnesio. En suelos ácidos, una concentración de menos de 4 meq Ca/100gr puede ser deficiente; más de 10 meq Ca /100gr es alta. Una baja concentración de magnesio es menos de 0.5 meq Mg /100gr y más de 4 meq Mg/100gr es alta (Meckean, 1993).

El contenido del potasio en el suelo depende mucho del material parental. Las formas más disponibles para la planta son el potasio soluble y el potasio intercambiable, el cual está asociado con la materia orgánica, los sesquióxidos y entre algunas arcillas. Estas dos formas están en un equilibrio dinámico en el suelo, En suelos tropicales una concentración de potasio de 0.2 meq K/100gr es bajo mientras una de 0.6 meq K/100gr es alta. La determinación de potasio no indica la capacidad del suelo para liberar a largo plazo el potasio fijado aprovechable por la planta (Meckean, S 1993).

4.2 Concentración de Hidrocarburos Totales del Petróleo en el Suelo (HTP)

En el área de estudio se analizaron, para hidrocarburos totales de petróleo cuatro muestras compuestas, que proceden del sistema de cuarteo de 40 sub-muestras, como se expresa en la Tabla 7. En la tabla se evidencia, que las concentraciones de HTP en el sector 1 es 14.766 mg/kg ubicado en el margen derecho del área; y en el margen izquierdo una concentración de 3.9 mg/kg.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos según los usos de suelo allí mencionados: suelo agrícola, suelo residencial y suelo comercial (MINAM, 2017).

Para la comparación de los niveles de afectación del área de estudio, se consideró el uso del suelo agrícola, por ser un suelo dedicado a la producción de cultivos y con aptitudes para el desarrollo de la ganadería. No obstante, los otros dos usos que establece la norma, son suelos ocupados por población (suelo residencial) y ocupados por operaciones comerciales y de servicios (suelos comerciales) (MINAM, 2017).

Los valores límites establecidos en los ECAs para suelos de uso agrícola son los siguientes (MINAM, 2017),

- (1) Hidrocarburos de Petróleo de Fracción F1 o Fracción Ligera: 200 mg
- (2) Hidrocarburos de Petróleo de Fracción F2 o Fracción Media: 1200 mg
- (3) Hidrocarburos de Petróleo de Fracción F3 o Fracción Pesada: 3000 mg

Analizando los resultados de las concentraciones de hidrocarburos de petróleo obtenidos (Tabla 7) se consideró aplicable el valor de F1 para toda el área, debido a que las cuatro muestras analizadas, registran valores por debajo de los niveles de referencia que establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos. Los resultados documentados pueden haber sido influenciados por la topografía del área, por los desniveles presentes; los escurrimientos del agua pluvial junto con los contaminantes pudieron haberse desplazado hacia los niveles más bajos.

Los valores de HTP en las muestras de suelo reportan valores entre 3.9 – 14.7 mg/Kg, indicando que el área de estudio no representa un riesgo a la salud humana (contacto directo) o para flora o fauna (MINAM, 2014). Los valores encontrados indican que no existe un nivel de afectación en el área y podemos afirmar que el sitio afectado ha tenido cierto grado de rehabilitación y esto puede deberse a la remediación natural que siempre está presente en la naturaleza. Así mismo las concentraciones de hidrocarburos de petróleo encontradas (3.9 – 14.7 mg/Kg) no se encuentran en el intervalo de la literatura recomendada para la aplicación de una técnica de remediación de suelos contaminados por hidrocarburos (EPA510-B-94-003; EPA510-B-95-007).

4.3 Concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles en el Suelo (COV's)

Los resultados de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) para las cinco muestras analizadas (Tabla 8) también fueron comparados con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos (MINAM, 2017); los valores para suelos agrícolas de COV's se expresan en la Tabla 12.

Tabla 12. parámetros de COV's de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos según el uso de suelo agrícola.

Parámetros	Concentración (mg/kg. suelo seco)
Tetracloroetileno	0.1
Tricloroetileno	0.01

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados obtenidos (Tabla 8) y comparando con los niveles de referencia del Perú (Tabla 12), se aprecia que ambos parámetros analizados se encuentran por debajo de los niveles de referencia establecidos en los estándares de Calidad Ambiental (MINAM, 2017). Dado que en principio, el sitio reflejaba un área potencialmente contaminada, y para eliminar la certeza de la existencia de una distribución espacial en profundidad de los COV's, se realizó un muestreo avanzando en profundidad, de otra forma no se podría documentar y aclarar que el área de estudio no representa un riesgo a la salud humana (contacto directo) o para flora o fauna. Los resultados encontrados probablemente se deban al grado de atenuación natural que siempre está presente en la naturaleza (suelo, aire, agua, plantas) (Corona, 2004). Así mismo de las actividades de limpieza por parte de la empresa PetroPerú; información recabada en el reconocimiento del área de estudio.

El análisis presenta el área desafectada, las concentraciones de tricloroetileno y tetracloroetileno obtenidas del muestreo a profundidad expresan niveles mínimos de detección del método (LMD). Esta evidencia de resultados fue un parámetro desfavorable para continuar con muestreos a mayor profundidad.

4.4 Resultados de Plomo (Pb) del Suelo del Sitio de Estudio

De las cuatro muestras analizadas, las concentraciones de plomo son inferiores al nivel de referencia de las ECAs. Los valores se encuentran entre 2.2 y 2.7 ppm indicando presencia de éste en el suelo, pero no existe riesgo a la salud humana, flora y fauna ya que los ECA establece el valor de 70 ppm para un suelo agrícola contaminado (MINAM, 2014).

4.5 Volumen de Suelo Afectado por Hidrocarburos

En la Tabla 5 se aprecia la profundidad a las que se tomaron las muestras de suelo, el espesor considerado y la superficie en planos; obteniéndose un volumen estimado de suelo para HTP es de 4 200 m³ y 21 000 m³ para COV's.

Mediante la determinación del contenido de hidrocarburos y análisis de los valores encontrados, se afirma que no existe contaminación en el km 397 + 300 del tramo II del oleoducto Norperuano, lugar donde ocurrió el derrame de hidrocarburos el 04 de septiembre del año 2012. Si los resultados fueran distintos, superando los niveles de referencia de los ECA para suelos, del suelo real afectado, se tendría un volumen afectado como se expresa en la Tabla 13. Así mismo las concentraciones encontradas de HTP y COV no se encuentran en el intervalo de la literatura recomendada para la aplicación de una técnica de remediación de suelos (EPA 510-B-94-003; EPA 510-B-95-007).

Tabla 13. Volumen referencial de suelos afectados

Sitio	Volumen total estimado de suelos afectado (m³)
Centro Poblado Nueva Esperanza km 397 + 300 Tramo II	25 200

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

1. El petróleo que proviene de nuestra región Amazonas es un petróleo pesado porque posee 22 grados API.
2. Los análisis físico químicos muestran un pH fuertemente ácido (5.4 – 5.5) y medianamente ácido (5.85 – 6.06), los valores de Conductividad Eléctrica refieren que es un suelo no salino por encontrarse entre los rangos de 0.02 - 0.05 dS/m. Las características texturales indican que hay mayor porcentaje de arena (66%) y arcilla (26%) que de limo (16%), por lo tanto, se encuentra en la clase textural Franco Arenoso Arcilloso; así mismo la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se encuentra entre 25.60 – 30.40 meq/100gr, indicando alta capacidad de retención de nutrientes, pero el valor de carbono orgánico indican el valor de Materia Orgánica (6.28 %) presente en el suelo, así mismo el valor medio de la concentración de nutrientes (N, P, K).
3. Las concentraciones de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) encontradas fueron de 14.76 mg/kg es decir afirmando presencia de contaminante, pero al analizarse con los Estándares establecidos en el D.S. N° 011-2017 MINAM que indican valores de 200 mg/kg fracción ligera y 3000 mg/kg fracción pesada, ambos para suelo de uso agrícola, el resultado se encuentra por debajo del parámetro establecido.
4. Las concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) encontrados (tricloroetileno: <0.00001 y tetracloroetileno; <0.01) fueron inferiores a los estándares establecidos en el D.S. N° 011-2017 MINAM (0.1 mg/kg tetracloroetileno y 0.01 mg/kg tricloroetileno, ambos para suelo de uso agrícola).
5. Los resultados de plomo (Pb) del suelo en estudio van de 2.4 – 2.7 ppm siendo inferiores al nivel de referencia de las ECAs que indican 70 ppm para un suelo contaminado agrícola.
6. La integración de los resultados 3 y 4 estima que el volumen de suelo potencialmente afectado fue de aproximadamente 25 200 m³, de los cuales 4 200 m³ corresponden a HTP y 21 200 m³ a COV's.
7. Los resultados documentados no dan lugar a un muestreo más avanzado, porque el muestreo realizado para la caracterización fue de carácter “Muestreo de detalle” (MINAM, 2014) y como resultado de la información generada se establece no continuar con los procesos de gestión del suelo afectado (Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente) o propuesta de remediación.

8. La tierra contaminada por hidrocarburo es tratada como residuo peligroso, por lo cual solo es extraída del sitio donde ocurre el derrame y es transportada a la estación más cercana para su almacenamiento y tratamiento.
9. Según el estudio de riesgo de manejo de hidrocarburos que detalla el tipo de derrame (fuga menor, fuga mayor y ruptura), la probabilidad de ocurrencia y la frecuencia de incidentes; según la investigación dada se puede afirmar que el derrame ocurrido el 4 de septiembre del 2012 en el centro poblado de Nueva Esperanza, distrito de Nieva, provincia de Condorcanqui, región Amazonas fue una fuga mayor ocasionado por la geomorfología del terreno.
10. El oleoducto Norperuano tiene 48 años en funcionamiento y puede ser que el paso del tiempo haya deteriorado los ductos lo cual puede ser una respuesta a los tantos accidentes de derrame ocurrido en nuestra región Amazonas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Es importante realizar la caracterización de los seis sitios donde sucedieron los derrames de petróleo en la región Amazonas, con el propósito de ampliar el conocimiento de suelos contaminados en la región, puesto que el incluido en este trabajo documenta el segundo estudio de las seis mencionadas áreas afectadas.
2. A las autoridades locales, regionales, implementar mecanismos que ayude a la conservación y manejo de los recursos naturales.
3. Que los ductos que realizan el transporte de hidrocarburo líquido de nuestra amazonia sea reforzado según lo señalado en el Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ducto establecido en el D.S.N°081-2007-EM y las Normas Técnicas del Instituto de Normas Nacionales Americanas (ANSI) y de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), que menciona el recubrimiento con cinta del ducto así mismo estar cubierto de pintura epoxi para evitar corrosión y de esta manera evitar las fallas o accidentes de ruptura .
4. A las organizaciones competentes realizar una actualización de la Zonificación Ecológica y Económica de nuestra región Amazonas para poder trabajar con datos más actualizados ya que es una dificultad en la recopilación de información en el trabajo de investigación.
5. Que la información sobre los derrames ocurridos en nuestra amazonia peruana y los informes técnicos de la recuperación de las áreas dañadas, así mismo su monitoreo sean de información pública.
6. Que la empresa PetroPerú tenga una responsabilidad social del control de impactos negativos en el desarrollo de sus actividades y así potenciar su desarrollo sostenible.
7. Colocar Raspatubo Inteligente, como dispositivo o herramienta que se mueva a través del interior del ducto con el propósito de inspeccionar y permitir la ubicación de anomalías en los ductos (deformaciones, pérdida de espesor, grietas, abolladuras).

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agriculturers. (2014). *La Importancia de la Materia Orgánica en el Suelo* .
- Alonso, R. (2012). *Proyecto de Recuperación de Suelos Contaminados por Hidrocarburos Cerdanyol del Vallés*.
- ARA. (2016). *Informe N°-2016-GR Amazonas/ARA-AMAZONAS/DEGA-MJRR*.
- Ariana P. Torres, D. C. (2016). *Medición de pH y Conductividad Eléctrica*. Purdue Agriculture, pág. 10.
- Benavides, L. &. (2006). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo. *Publicacion Científica Nova (4)*, 4.
- Badia, D. (1992). *Suelos Afectados por Sales Unidat d'Ecología (UAB)*, Bellaterra. 12 ed. Barcelona, Es Recuperado de :
<http://publicacions.rec.cat/repository/pdf/00000112%5c00000090.pdf>.
- Baker, K. (1994). Biorremediación of surface and subsurface soils. En:Bioremediación. KatherineH. Baker adn Diane S. Hersum (eds) McGraw_hill. pp. 203-259.
- Chavarría, F. (2011). *Edafología I*. Caldas, Colombia.
- Corona, L. (2004).Atenuación natural de suelos contaminados con hidrocarburos (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Mexico.
- Cubillos, J. P. (2014). *Phytoremediation of Water and Soils Contaminated by Petroleum Hydrocarbons. Ingeniería y Competitividad*.
- Corral, R. (2015). *Capacidad de uso y evaluación de suelos para distintos usos forestales mediante SIG en el Valle de los Pedroches (Córdoba)* (Tesis Doctoral). Universidad de Cordoba.
- Educ.ar. (2017). Combustibles Fósiles. *Energías de mi País*.
- EPA 510-B-94-003 and EPA 510-B-95-007. *How to evaluate alternative cleanup technologies for underground storage tank sites: A guide for corrective action*

plan reviewers. Chapter V. EPA-OUST underground storage tanks.

(<http://www.epa.gov/swerust1/pubs/tums.htm>)

Flores,A. (1991) Suelos Salinos y sólidos. Instituto Superior de Ciencias Agrarias de la Habana, Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos Yriego. La Habana

Fowks, J. (2018). *Los afectados por derrame de petróleo en la Amazonia peruana tiene metales pesado en el cuerpo.*

Garrido, S. (1993). *Interpretación de Análisis de Suelo.*

Gonzáles, E. .. (2017). *La matriz energética global y sus tendencia.* Lima.

Greco. (2015). *Contaminación por la Industria Petrolera .*

IIAP. (2006). *Zonificación Ecológica y Economica .*

INIA. (2015). Semana de la Ciencia y Tecnología., (pág. 19).

Intagri. (2015). *La capacidad de intercambio catiónico del suelo.* Recuperado de [http://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-](http://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo#sthash.MraeCVEL.dpus)

[suelo#sthash.MraeCVEL.dpus](http://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo#sthash.MraeCVEL.dpus)

Jiménez, D. L. (2006). *Estudio de impacto ambiental generado por un derrame de hidrocarburos sobre una zona estuarina, aledaña al terminal de ecopetrol en Tumaco.*

Kraus, R. (2015). *Petroleo : Prospección y perforación .*

Kraus, R. S. (2012). *Petróleo: Prospección y Perforación .*

Martinez, E. ., (2013). Crecimiento de Casuarina equisetifolia (Casuarinaceae) en suelo con diesel, y aplicación de bioestimulación y bioaumentación. *Biologia Tropicas Vol.61.*

Martinez.E, A. y. (2014). *Fertilidad del Suelo y Parametros que lo Definen.*

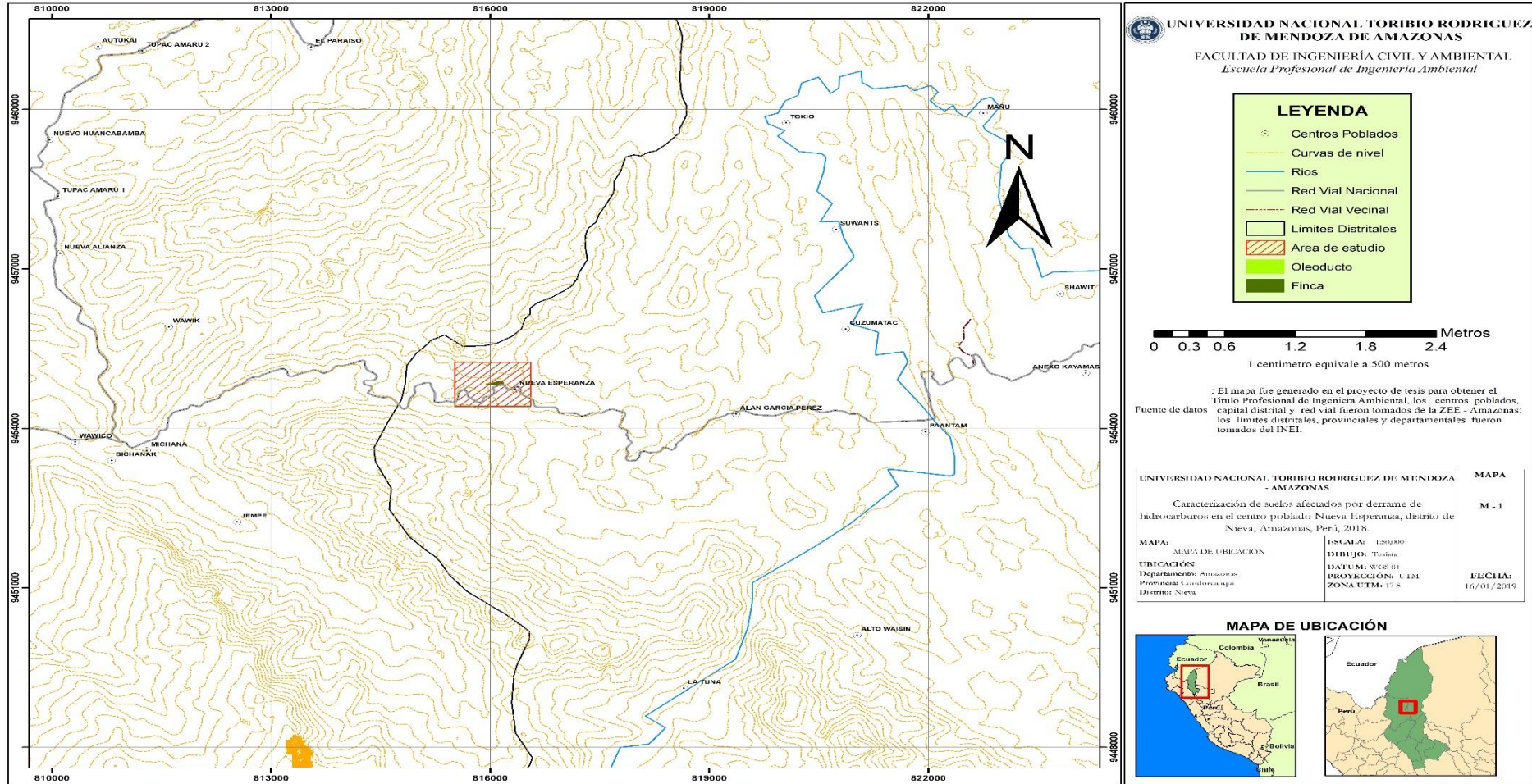
Mckean, S. (1993). *Manual de Análisis de Suelo y Tejido Vegetal.*

- MINAGRI. (2008). *Producción de petróleo* . Lima.
- MINAGRI. (2013). *Producción anual de petróleo*.
- MINAM. (2017). *Estandares de calidad ambiental para el suelo. D.S. N° 011-2017-MINAM. Lima*. Lima.
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2014). *Guía para Muestreo de Suelos - D.S. N° 002-2013-MINAM, ECA para Suelo*. Lima.
- Nava, M. (2014). *Tipos de petróleo crudo según grado API (liviano a extrapesado)*.
- Navarro, A (1994). *Física de suelos en enfoques agrícolas*. Universidad Autónoma Narro. Saltillo, Coah. Mexico.
- Noriega, C. (1962). *Historia de la industria del petróleo en el Perú desde sus comienzos hasta la fecha* .
- NYSDEC, 1996. Biocell and Biopile Desings for small-scale Petroleum-contaminated Soils Projects. New York State Department of Environmental Conservación. Division of Enviromental (Remediation. Spill Technology an remediation Series (STARS). STARSMEMO #2
(<http://www.dec.state.ny.us/website/der/stars/pr6stor2.html>)
- NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario oficial, 31 de diciembre del 2002.
- OEFA. (2016a). *Resolución directorial N° 012-2016-OEFA/DS*. Obtenido de www.oefa.gob.pe.
- Olguin. (2002). *El petróleo , el recorrido de la energía*.
- OSINERGMIN. (2013). *Curso transporte de integridad de ductos*.
- OSINERGMIN. (2016). *La industris de los hidrocarburos líquidos en el Perú* .
- PetroPerú. (2013). *Orígenes del Petróleo en el Perú* . Obtenido de <https://www.petroperu.com.pe/Main.asp?Seccion=389>.

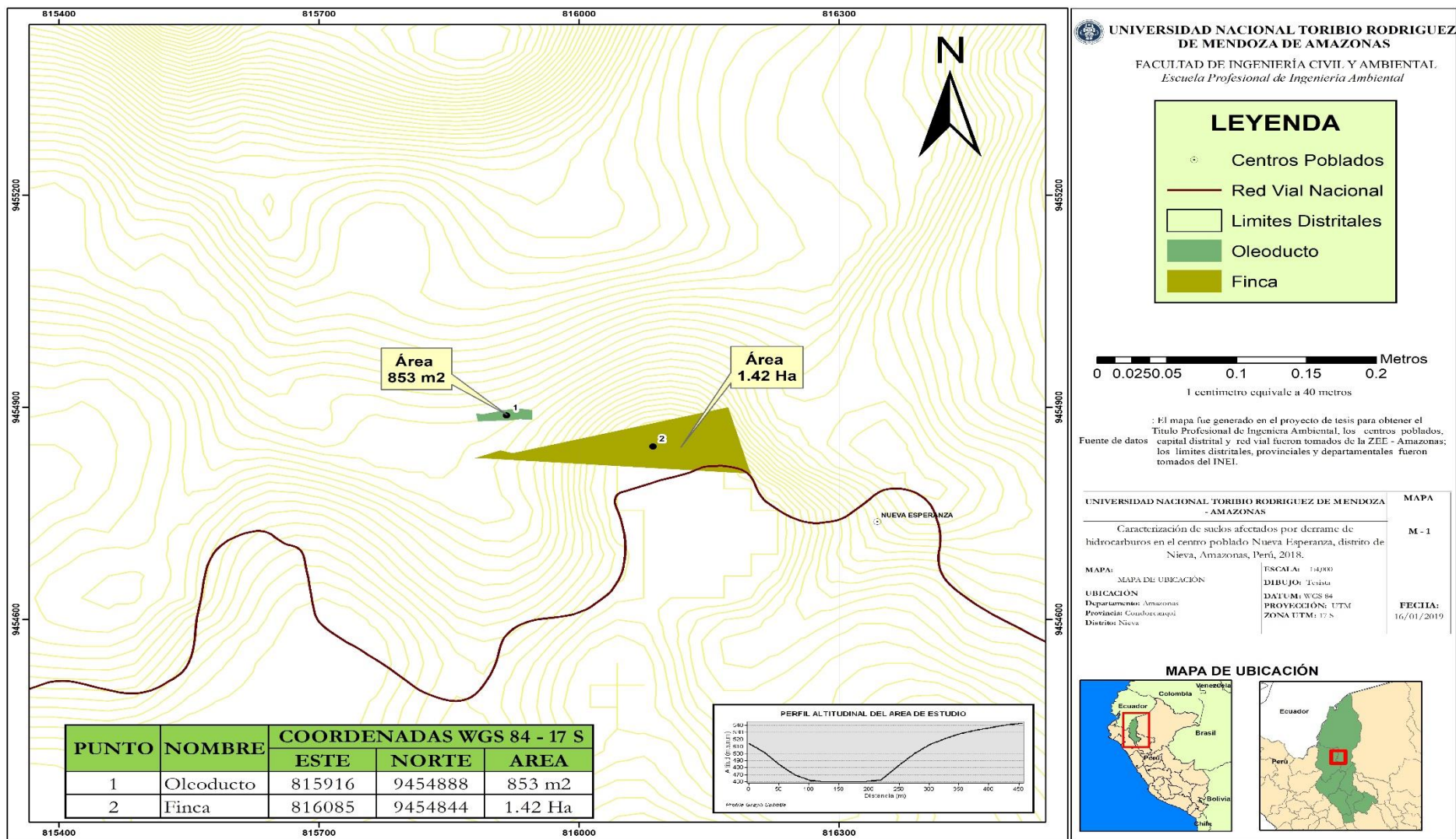
- Ponce, D. .. (2014). *Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos*.
- Sanchez, H. (2017). *Relación Ideal C/N (carbono/nitrógeno) en el suelo* .
- Santos J, JE. (2007). *Caracterización de suelos contaminados con hidrocarburos en una empresa minera y desarrollo de un método biológico para su remediación* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México, ciudad de México.
- Salas, J. (2007). *Caracterización edáfica de los suelos en la parte media de la microcuenca pendencia*. Universidad Agraria de la selva, Tingo María.
- Sernarnap. (1996). La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. *GACELA Ecológica*.
- Velásquez, A. (2016). *Contaminación de suelos y cuerpos de agua por hidrocarburos en Colombia*.

ANEXOS

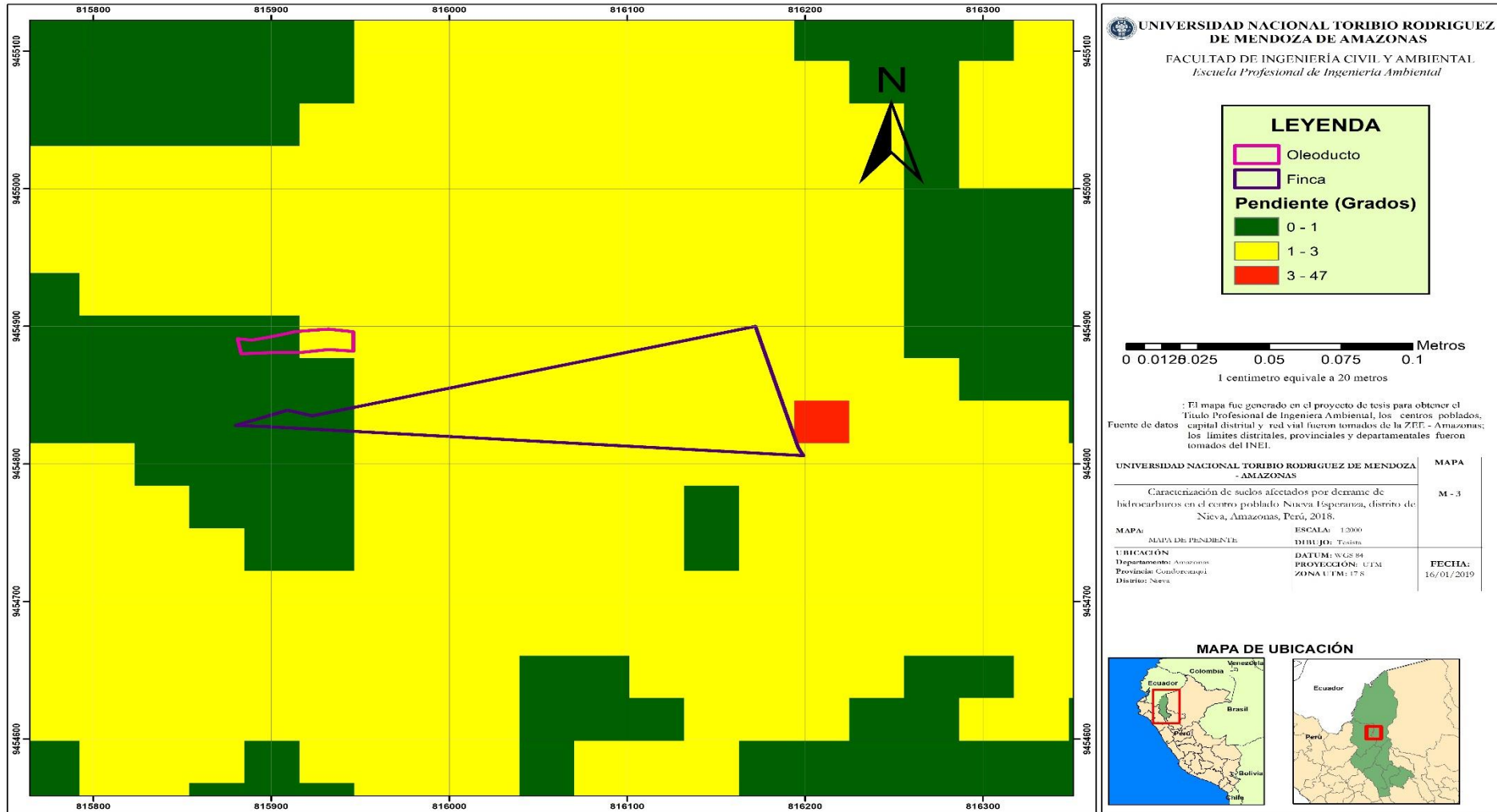
Anexo 1. Mapa de Ubicación



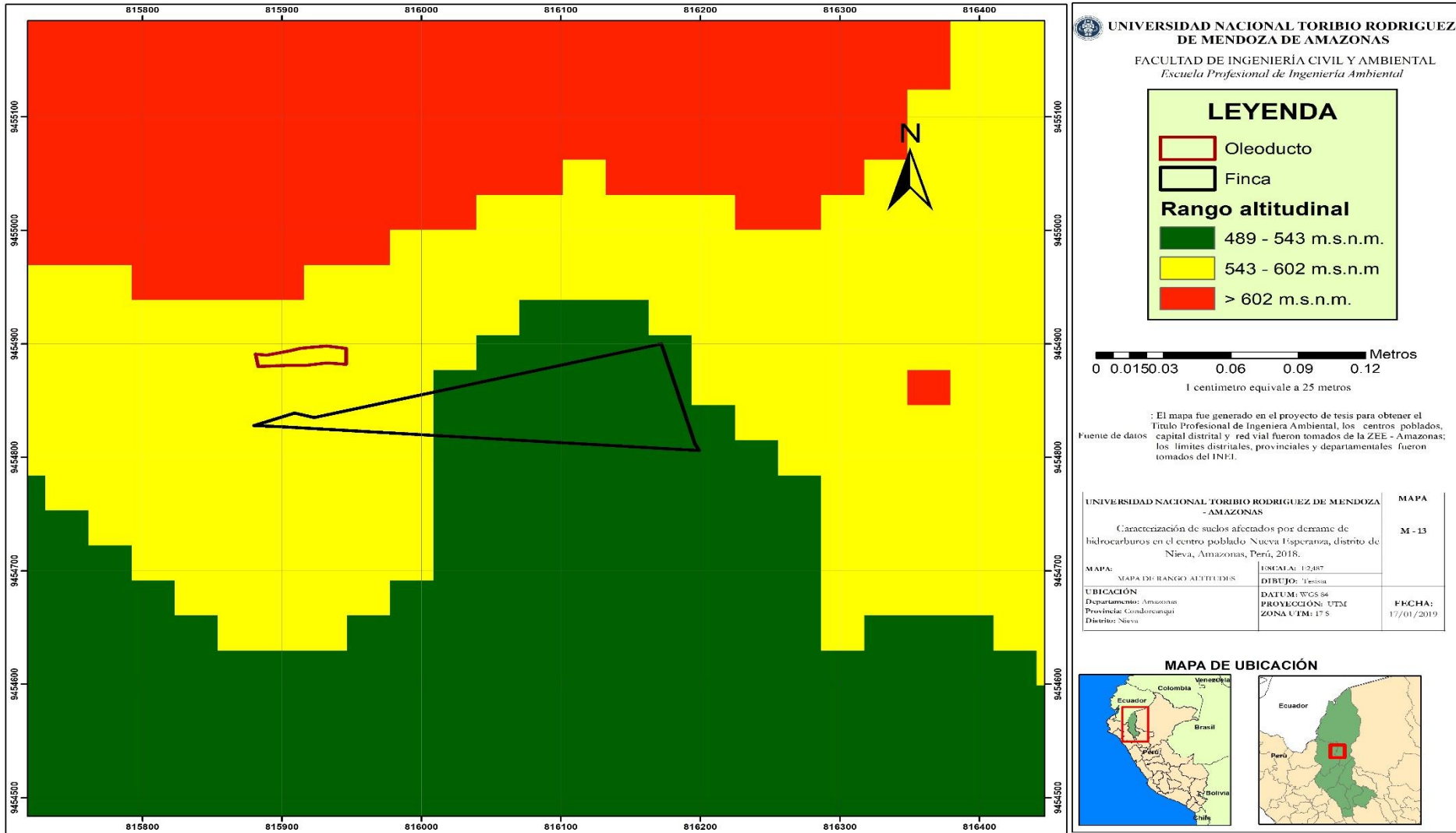
Anexo 2. Área de Estudio



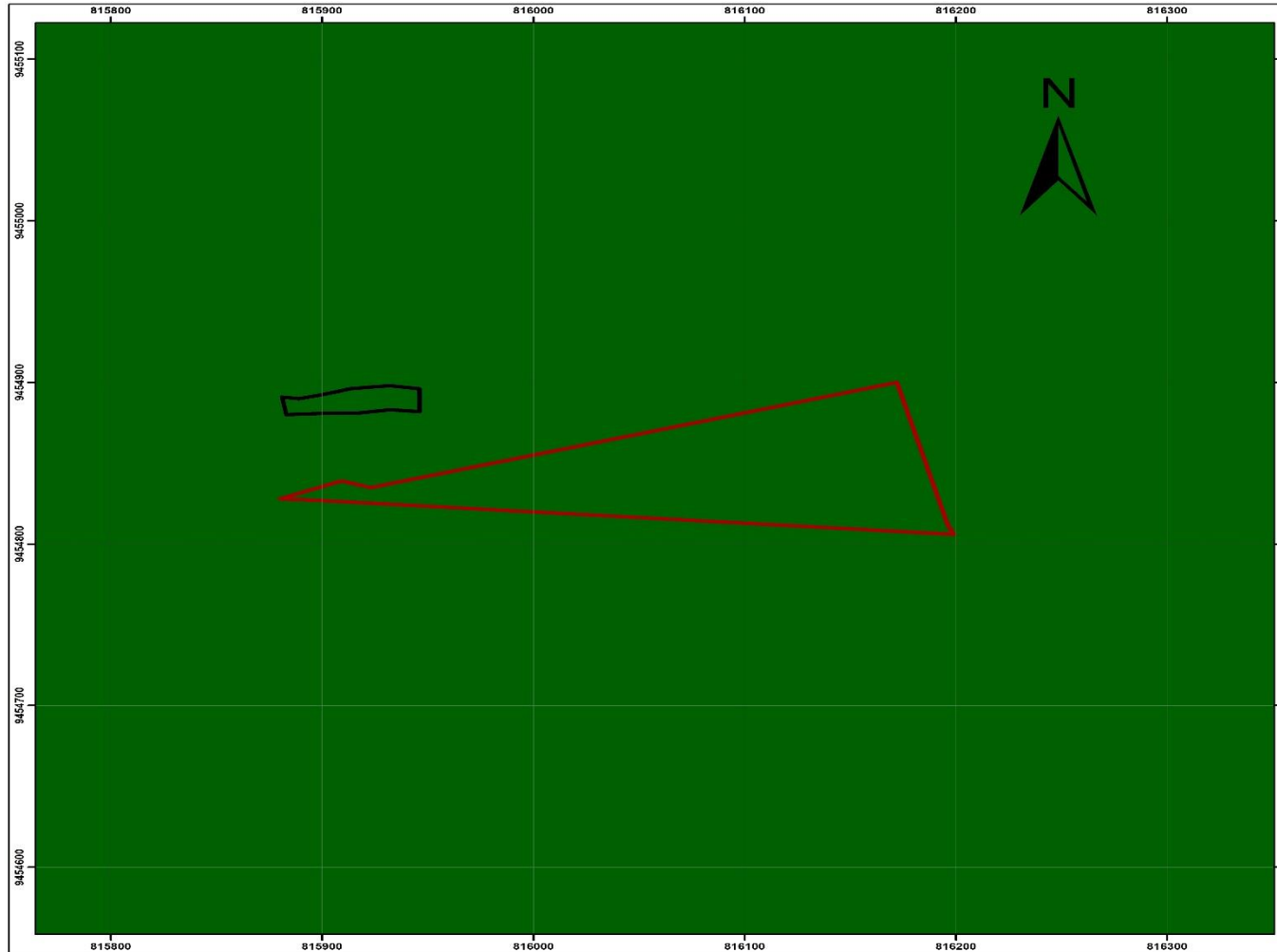
Anexo 3. Mapa de Pendiente



Anexo 4. Mapas de Rango de Altitud



Anexo 5. Mapas de Zona de Vida



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL.
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

LEYENDA

Oleoducto
 Finca
Zonas de vida
 bosque muy humedo Tropical

0 0.0125 0.025 0.05 0.075 0.1 Metros

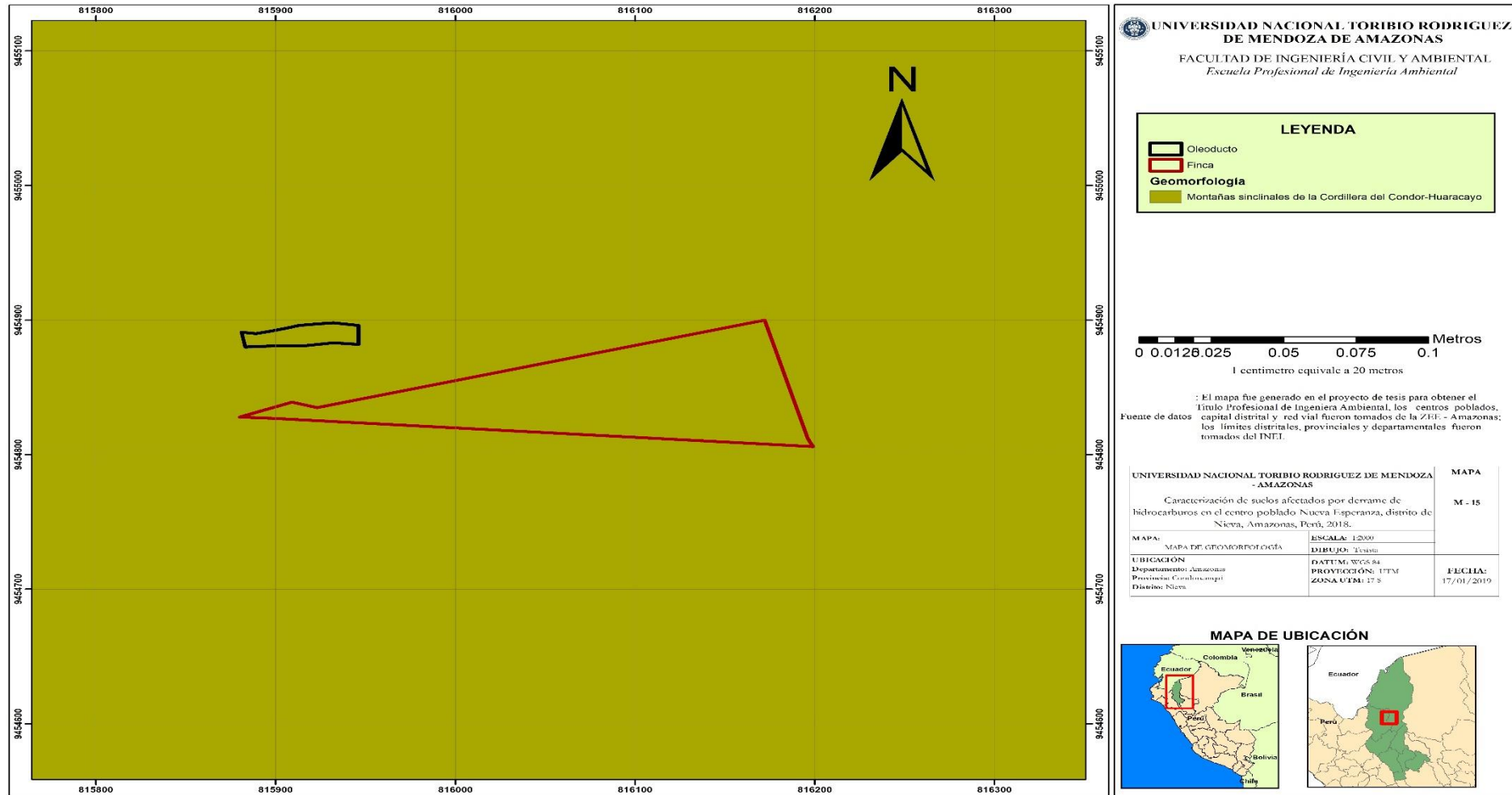
1 centimetro equivale a 20 metros

El mapa fue generado en el proyecto de tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Ambiental, los centros poblados, capital distrital y red vial fueron tomados de la ZEE - Amazonas; los límites distritales, provinciales y departamentales fueron tomados del INEI.

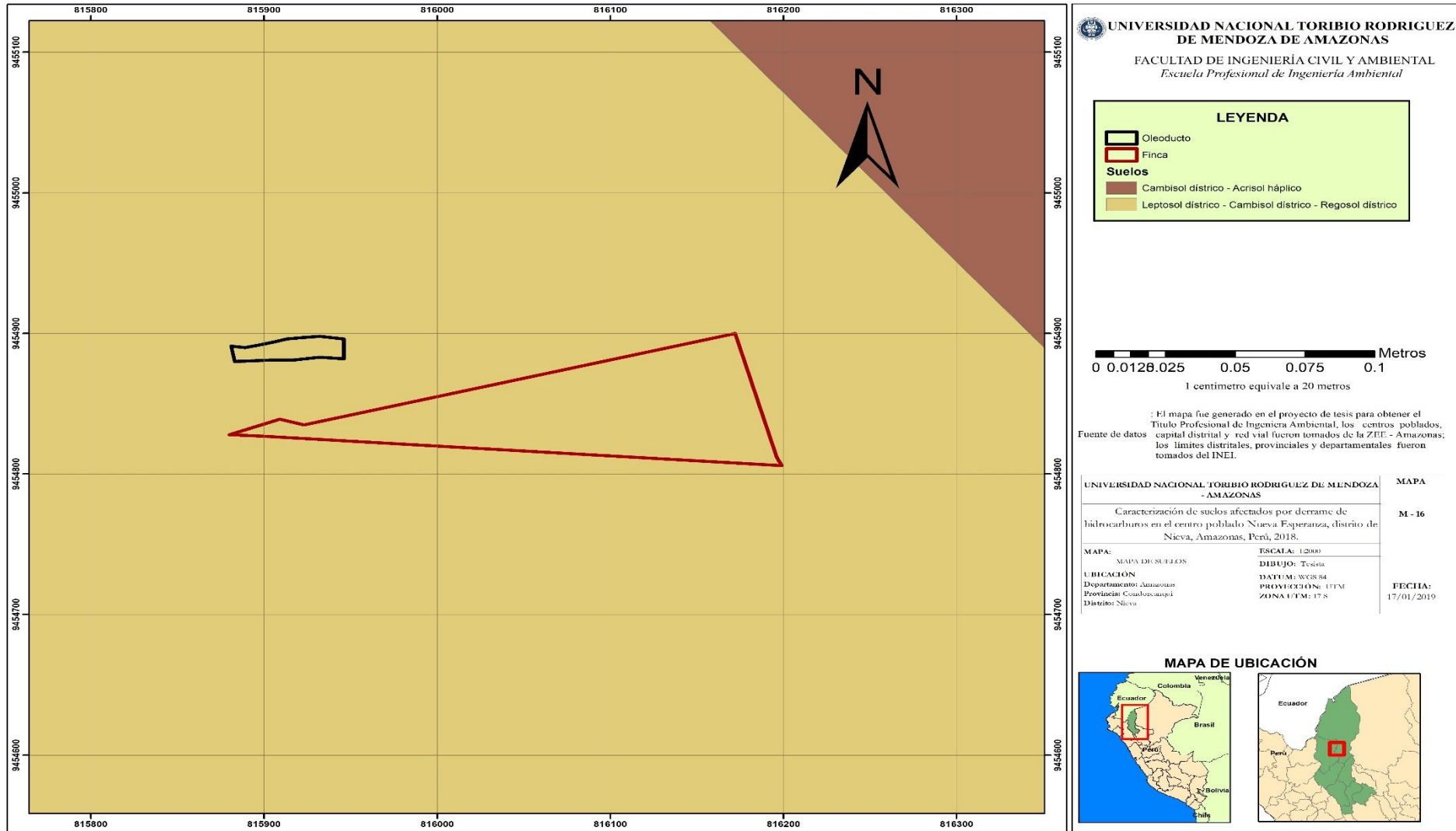
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA - AMAZONAS		MAPA
Caracterización de suelos afectados por derrame de hidrocarburos en el centro poblado Nueva Esperanza, distrito de Nueva, Amazonas, Perú, 2018.		M - 14
MAPA: MAPA DE ZONAS DE VIDA	ESCALA: 1:2000	
	DIBUJO: T. Gallo	
UBICACIÓN	DATUM: WGS 84	FECHA: 17/01/2019
Departamento: Amazonas	PROYECCIÓN: UTM	
Provincia: Condorcanqui	ZONA UTM: 17 S	
Distrito: Nueva		

MAPA DE UBICACIÓN

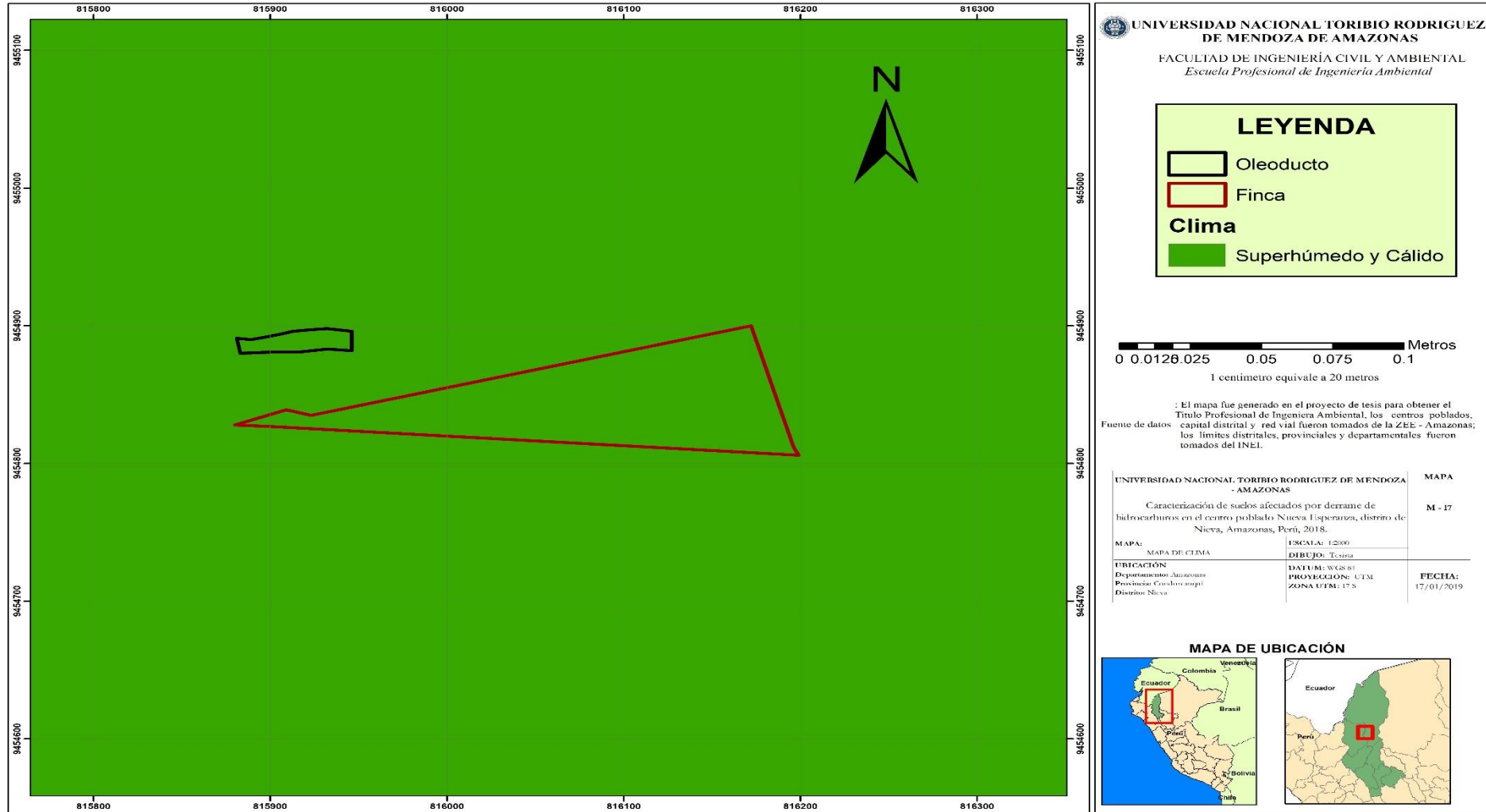
Anexo 6. Mapa de Geomorfología



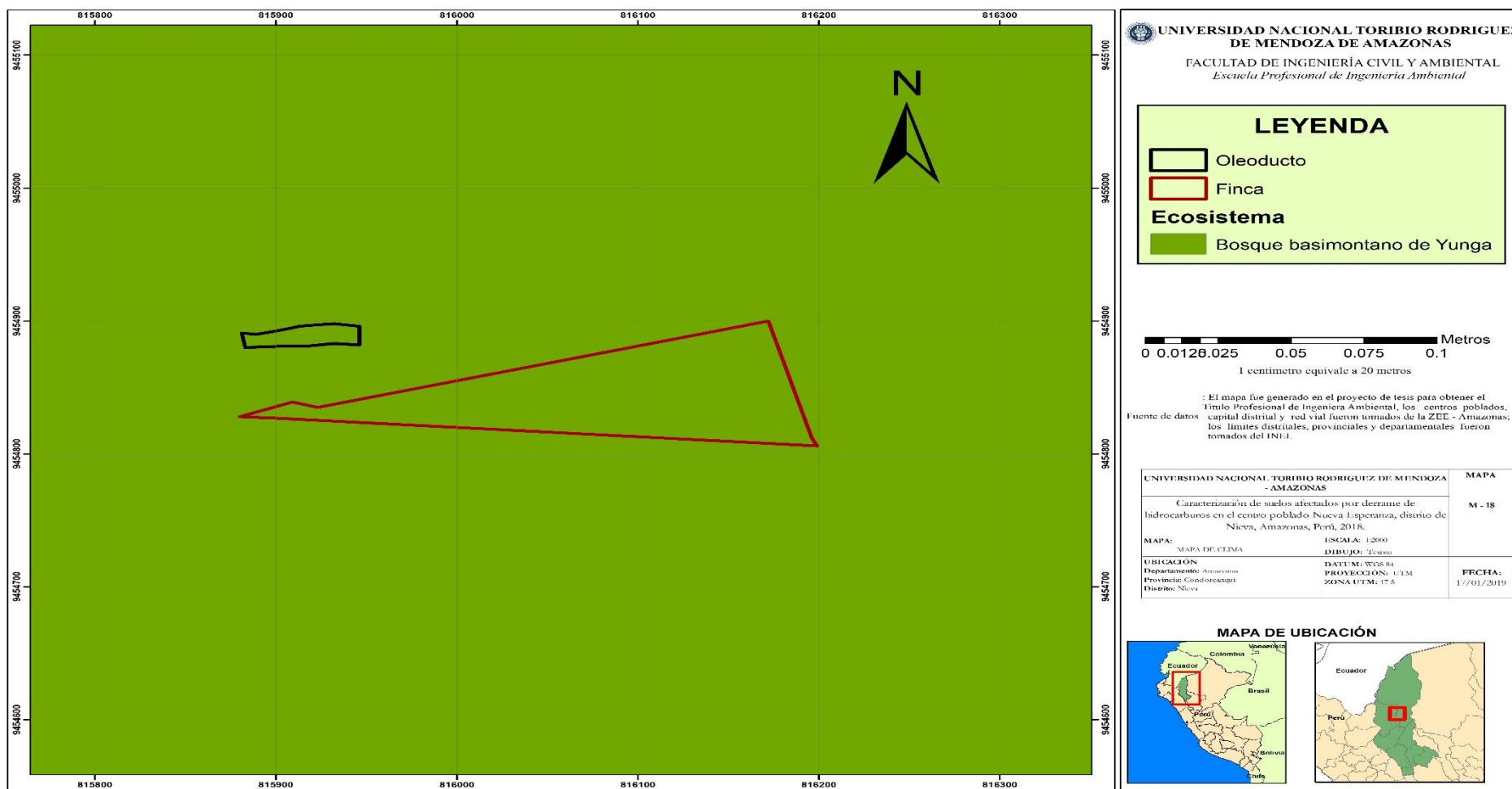
Anexo 7. Mapas de Suelo



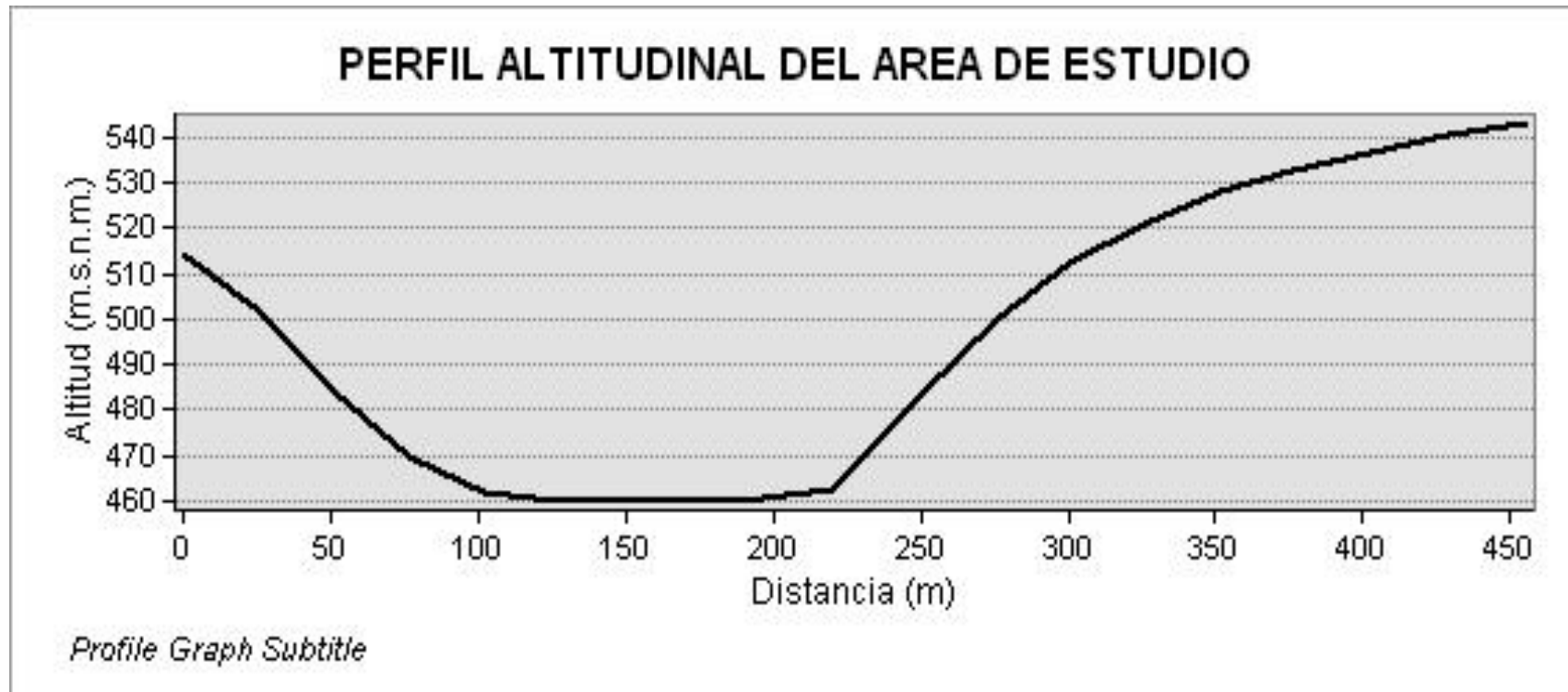
Anexo 8. Mapa de Clima



Anexo 9. Mapa de Ecosistemas



Anexo 10. Perfil Altitudinal



Anexo 11. Cadena de Custodia del muestreo



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005
Versión: 05
F.E: 10/2016

Página.....de

Cliente: Rocio Jara Vilca Contacto: Rocio Jara Vilca E-mail: rojavi92@hotmail.com Telef.(s) 910318939
Lugar: Chachapoyas Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: _____

Carta/Cotización: Cotización N° 2018-11VI-9-1

MUESTREADO POR SAG

MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO												N° Informe:	
	FECHA	HORA															CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES	
P1-HTP	12/11/18	10:30	Suelo																
P2-HTP	12/11/18	13:30	Suelo																
P3-HTP	12/11/18	16:30	Suelo																
P4-HTP	12/11/18	18:30	Suelo																
P1-cov	12/11/18	10:00	Suelo																
P2-cov	12/11/18	13:00	Suelo																
P3-cov	12/11/18	16:00	Suelo																
P4-cov	12/11/18	18:00	Suelo																

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: _____ Firma(s): _____ Recibido en laboratorio: _____
Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Día/Hora: _____

Anexo 12. Resultados de HTP y COV



INFORME DE ENSAYO N° 126507- 2018

RAZÓN SOCIAL : ROCIO JARA VILCA
DOMICILIO LEGAL : AV. PAKAMUROS NRO. 1698 SEC. PUEBLO LIBRE - JAÉN - CAJAMARCA - JAÉN
SOLICITADO POR : ROCIO JARA VILCA
REFERENCIA : RESERVADO POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA : CHACHAPOYAS
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2018-11-16
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2018-11-16
MUESTREO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) (C ₆ -C ₁₀)	EPA 8015 C. Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography. Rev 3 / February 2007.	0.603	mg/kg
Volatile Organic Compounds (VOC's) Trichloroethylene, Tetrachloroethylene	Method 8260D - Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) Revision 4, June 2018.	---	ug/kg

L.C.: límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de muestreo	2018-11-12	2018-11-12	2018-11-12	2018-11-12		
Hora de inicio de muestreo (h)	10:30	13:30	16:30	18:30		
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código del Cliente	P1-HTP	P2-HTP	P3-HTP	P4-HTP		
Código del Laboratorio	18111250	18111251	18111252	18111253		
Ensayo	Unidad	Resultados				
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) (C ₆ -C ₁₀)	mg/kg	14.766	9.822	3.966	3.980	
Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de muestreo	2018-11-12	2018-11-12	2018-11-12	2018-11-12		
Hora de inicio de muestreo (h)	10:00	13:00	16:00	18:00		
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código del Cliente	P1-CDV	P2-CDV	P3-CDV	P4-CDV		
Código del Laboratorio	18111254	18111255	18111256	18111257		
Ensayo	L.D.M.	Unidad	Resultados			
VOC's						
Trichloroethylene (Tricloroetileno)	0.1	ug/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tetrachloroethylene (Tetracloroetileno)	11.8	ug/kg	<11.8	<11.8	<11.8	<11.8
VOC's						
Trichloroethylene (Tricloroetileno)	0.0001	mg/kg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Tetrachloroethylene (Tetracloroetileno)	0.01	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

L.D.M.: límite de detección del método.
Resultados de Suelo reportado en base seca.

Lima, 28 de Noviembre del 2018.


Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

Página 1 de 1

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials - RTP: Norma Técnica Peruana
 OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento si misma que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
 Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de estabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.
 NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Cod: F101
 Versión: 06
 E.E.-08/2014

AV. Naciones Unidas N°1565 Chacra Rios Norte - Lima 01 - Peru Central Telefónica: 511 425 7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109*1133
 Website: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com

Anexo 13. Resultados de análisis físico químico de muestra 1



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

1. DATOS :

Solicitante : ROCIO JARA VILCA

Departamento : AMAZONAS
Provincia : CONDORCANQUI
Distrito : NIEVA

Anexo : NUEVA ESPERANZA
Sector :
Cod./Muestra : M1
Fecha : 20/12/18

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) mS/m	P ppm	K	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Muestra								Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
1080	M1	5.38	0.05	4.18	183.92	3.64	6.28	0.31	60.0	14.0	26.0	Fr.Ar.A.	25.60	16.53	3.14	0.36	0.18	0.16	20.37	20.22	79

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS

Tec. Eider Chichipe Vela
 RESPONSABLE DEL SERVICIO

Anexo 14. Resultados de Análisi Físico Químico de muestra 2



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

1. DATOS :

Solicitante : ROCIO JARA VILCA

Departamento : AMAZONAS
Provincia : CONDORCANQUI
Distrito : NIEVA

Anexo : NUEVA ESPERANZA
Sector :
Cod./Muestra : M2
Fecha : 20/12/18

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) mS/m	P ppm	K	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
1081	M2	5.85	0.03	5.91	181.39	2.22	3.83	0.19	62.0	14.0	24.0	Fr.Ar.A.	26.40	17.78	3.21	0.32	0.29	0.00	21.60	21.60	82

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 "TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
 LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS - IASIAO

Tec. Eider Chichipe Vela
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Anexo 15. Resultados Físico Químicos de Muestra 3



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

1. DATOS :

Solicitante : ROCIO JARA VILCA

Departamento : AMAZONAS
Provincia : CONDORCANQUI
Distrito : NIEVA

Anexo : NUEVA ESPERANZA
Sector :
Cod./Muestra : M3
Fecha : 20/12/18

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) mS/m	P ppm	K	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
1082	M3	5.54	0.04	5.23	388.85	3.56	6.13	0.31	66.0	12.0	22.0	Fr.Ar.A.	27.20	16.41	3.16	0.88	0.16	0.17	20.77	20.61	76

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS - IASBIO

Tec. Eider Chichic Vela
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Anexo 16. Resultados Físico Químicos de Muestra 4



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

1. DATOS :

Solicitante : ROCIO JARA VILCA

Departamento : AMAZONAS
Provincia : CONDORCANQUI
Distrito : NIEVA

Anexo : NUEVA ESPERANZA
Sector :
Cod./Muestra : M4
Fecha : 20/12/18

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) mS/m	P ppm	K	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
1083	M4	6.06	0.02	6.00	137.59	3.60	6.21	0.31	62.0	12.0	26.0	Fr.Ar.A.	30.40	23.40	3.28	0.33	0.23	0.00	27.24	27.24	90

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS - LABIRAG

Tec. Eider Chichipe Vela
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

Anexo 17. Resultados de Plomo Muestra 1



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : PLOMO (Pb)

1. DATOS :

Solicitante : ROCIO JARA VILCA
Departamento : AMAZONAS
Provincia : CONDORCANQUI
Distrito : NIEVA
Anexo : NUEVA ESPERANZA
Caserío :
Cod./Muestra : M1
Fecha : 06/03/19

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Número de Muestra		Pb ppm
Lab	Muestra	
228	M1	2.24

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS - LABIRAG

Tec. Eider Chichipe Vela
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Anexo 18. Resultados de Plomo Muestra 2



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : PLOMO (Pb)

1. DATOS :

Solicitante : ROCIO JARA VILCA

Anexo : NUEVA ESPERANZA

Departamento : AMAZONAS

Caserío :

Provincia : CONDORCANQUI

Cod./Muestra : M2

Distrito : NIEVA

Fecha : 06/03/19

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Número de Muestra		Pb ppm
Lab	Muestra	
229	M2	2.40

UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS - LABISAG

Tec. Elder Chichipa Vela
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Anexo 20. Resultados de Plomo Muestra 4



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : PLOMO (Pb)

1. DATOS :

Solicitante : ROCIO JARA VILCA

Anexo : NUEVA ESPERANZA

Departamento : AMAZONAS

Caserío :

Provincia : CONDORCANQUI

Cod./Muestra : M4

Distrito : NIEVA

Fecha : 06/03/19

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Número de Muestra		Pb ppm
Lab	Muestra	
231	M4	2.70

UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS - LABISAG

Tec. Elder Chichipe Vela
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Anexo 21. Reconocimiento del Área de Estudio y toma de puntos con GPS



Anexo 22. Vista del ducto donde sufrió la falla



Anexo 23. Toma de muestras



Anexo 24. Pesado de muestra



Anexo 25. Codificación de muestras



Anexo 26. 40 Submuestras





Anexo 27. Sistema de Cuarteo de las primeras 10 muestras



Anexo 28. Muestras de HTP



Anexo 29. Muestras de COV's



Anexo 30. Muestras para análisis físico químico

