



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional



CONSORCIO AMAZONAS

**SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO AMAZONAS, TRAMO IQUITOS - SANTA ROSA**

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152609



  
Lázaro Ampilero Coyn  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53911

**INFORME FINAL**

**CA-180201-INF-03-01**

## INDICE

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN .....   | 5   |
| 2.     | ASPECTOS GENERALES.....  | 6   |
| 2.1.   | UBICACIÓN.....   | 6   |
| 2.2.   | OBJETIVO.....  | 8   |
| 3.     | DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO .....   | 8   |
| 3.1.   | INVESTIGACIONES DE GEOLOGÍA .....  | 9   |
| 3.1.1. | Contexto geológico .....   | 9   |
| 3.1.2. | Estratigrafía general del tramo Iquitos-Santa Rosa.....  | 9   |
| 3.1.3. | Generalidades sobre la geomorfología del tramo Iquitos – Santa Rosa.....   | 11  |
| 3.1.4. | Geología y Riesgos Geodinámicos del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana                                  | 12  |
| 3.1.5. | Geología y riesgos geodinámicos del Futuro Temrinal Portuario de pasajeros de Pebas                                    | 16  |
| 3.1.6. | Geología y riesgos geodinámicos del futuro terminal portuario de pasajeros de San Pablo                                | 23  |
| 3.1.7. | Geología a detalle del terminal portuario de pasajeros de Cabalcocha .....   | 28  |
| 3.1.8. | Geología y riesgos geodinámicos del futuro terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa                               | 35  |
| 3.2.   | INVESTIGACIONES DE GEOTÉCNIA.....  | 41  |
| 3.2.1. | Ubicación de Puntos de Investigación con GPS Navegador .....   | 41  |
| 3.2.2. | Replanteo Topográfico y Levantamiento Topo-Batimétrico .....   | 49  |
| 3.2.3. | Exploración de Campo (In Situ).....  | 51  |
| 3.3.   | INVESTIGACIONES DE CANTERAS.....   | 68  |
| 4.     | DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....   | 69  |
| 4.1.   | ESTUDIO DE GEOLOGÍA.....   | 69  |
| 4.1.1. | Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Indiana.....    | 69  |
| 4.1.2. | Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Pebas. ....     | 82  |
| 4.1.3. | Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de San Pablo. .... | 97  |
| 4.1.4. | Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Cabalcocha..... | 110 |
| 4.1.5. | Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Santa Rosa..... | 126 |
| 4.2.   | ESTUDIO DE GEOTÉCNIA.....  | 146 |
| 4.3.   | ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO .....  | 148 |
| 4.3.1. | Contexto sísmico del Perú.....   | 148 |
| 4.3.2. | Sismicidad histórica de Iquitos.....   | 151 |
| 4.3.3. | Sismicidad instrumental .....  | 152 |



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.3.4. | Información neotectonica.....   | 154 |
| 4.3.5. | Fuentes sísmogénicas del Perú.....  | 155 |
| 4.3.6. | Peligro sísmico: caracterización de la aceleración sísmica .....                  | 159 |
| 4.4.   | ESTUDIO DE CANTERAS .....   | 168 |
| 4.4.1. | Cantera Papaplaya.....  | 169 |
| 4.4.2. | Cantera Palejo .....  | 170 |
| 5.     | ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DE PASAJEROS..... | 171 |
| 5.1.   | OBJETIVOS .....   | 171 |
| 5.2.   | CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS TALUDES .....                                  | 173 |
| 5.2.1. | Terminal Portuario de Pasajeros Indiana.....                                      | 173 |
| 5.2.2. | Terminal Portuario de Pasajeros Pebas .....                                       | 174 |
| 5.2.3. | Terminal Portuario de Pasajeros San Pablo.....                                    | 174 |
| 5.2.4. | Terminal Portuario de Pasajeros Caballococha.....                                 | 175 |
| 5.2.5. | Terminal Portuario de Pasajeros Santa Rosa.....                                   | 175 |
| 5.3.   | METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS .....  | 176 |
| 5.3.1. | Condiciones de Análisis .....   | 176 |
| 5.3.2. | Análisis Estático.....  | 176 |
| 5.3.3. | Análisis Pseudo-estático.....   | 176 |
| 5.4.   | RESULTADOS MÉTODOS DE ANÁLISIS .....  | 178 |
| 5.4.1. | Terminal Portuario de Indiana.....  | 178 |
| 5.4.2. | Terminal Portuario de Pebas .....   | 178 |
| 5.4.3. | Terminal Portuario de San Pablo.....  | 179 |
| 5.4.4. | Terminal Portuario de Caballococha.....   | 180 |
| 5.4.5. | Terminal Portuario de Santa Rosa.....   | 180 |
| 6.     | PREDIMENSIONAMIENTO DE PILOTES .....  | 181 |
| 6.1.   | OBJETIVOS .....   | 181 |
| 6.2.   | GENERALIDADES.....  | 181 |
| 6.3.   | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN PROFUNDA .....                      | 182 |
| 6.4.   | PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL TERRENO .....                                       | 182 |
| 6.5.   | CAPACIDAD DE CARGA EN PILOTES .....   | 182 |
| 6.5.1. | Capacidad Última en Pilotes .....   | 182 |
| 6.5.2. | Método Analítico.....   | 183 |
| 6.5.3. | Método Empírico.....  | 183 |
| 6.5.4. | Capacidad Admisible en Pilotes.....   | 185 |
| 6.6.   | RESULTADOS.....   | 186 |
| 7.     | PROCEDIMIENTO DE TABLESTACAS.....   | 186 |
| 7.1.   | OBJETIVOS .....   | 186 |
| 7.2.   | GENERALIDADES.....  | 186 |
| 7.3.   | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN POR TABLAESTACAS.....               | 186 |



EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 8. ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE LA CIMENTACIÓN A TRAVÉS DE PILOTES.....   | 187                                  |
| 9. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LOS AGREGADOS (FINO Y GRUESO), Y FLETES PARA EL TRASLADO DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERAS AL LUGAR DE LAS OBRAS ..... | 187                                  |
| 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....   | 191                                  |
| 11. BIBLIOGRAFÍA.....   | 193                                  |
| 12. ANEXOS.....   | 195                                  |
| 12.1. MAPA GEOLÓGICO .....  | 195                                  |
| 12.2. CERTIFICADO DE LABORATORIO.....   | 195                                  |
| 12.3. REGISTRO FOTOGRÁFICO .....  | 195                                  |
| 12.4. REGISTRO ESTRATIGRÁFICO .....   | 195                                  |
| 12.5. CUADRO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN .....   | 195                                  |
| 12.6. RESULTADOS DE ENSAYOS SPT Y DPL.....  | 195                                  |
| 12.7. ESTABILIDAD DE TALUDES .....  | 195                                  |
| 12.8. METRADOS.....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 12.9. PRESUPUESTO .....   | 195                                  |
| 13. PLANOS .....  | 205                                  |



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## 1. INTRODUCCIÓN

En el tramo de estudio, ubicado entre la ciudad de Iquitos y el centro poblado de Santa Rosa (frontera con Brasil y Colombia), no existe infraestructura portuaria fluvial para el embarque y desembarque de pasajeros en la ruta Iquitos – Santa Rosa. El área de estudio del proyecto se localiza en una extensión de 475 km, aproximadamente.

Con la finalidad de mejorar los servicios portuarios a las naves y pasajeros, la Autoridad Portuaria Nacional (APN), encargó a la consultora INCOSTAS, el desarrollo del estudio a nivel de Perfil, **“CONSTRUCCIÓN DE TERMINALES PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO AMAZONAS EN EL TRAMO IQUITOS-SANTA ROSA, EN LA REGIÓN LORETO”**. El estudio a nivel de perfil se desarrolló entre los años 2016 y 2017. La APN en el mes de junio de 2017 aprobó el estudio a nivel de perfil, a través de la unidad Formuladora (APN). El código SNIP asignado al estudio es 377089.

Al respecto, a fin de complementar el estudio a nivel de perfil, la APN, convocó a concurso público N° 004-2017-APN, **“CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”**. El servicio fue adjudicado al Consorcio Amazonas.

El contrato N° 006-2018-APN, fue firmado el día 16 de febrero de 2018. Asimismo, a través de la Carta N° 025-2018-APN/DIPLA, la Dirección de Planeamiento y Estudios Económicos de la APN (DIPLA), comunica formalmente al consorcio Amazonas, el inicio del servicio (24/02/2018).

En el presente Informe (Informe Final), se presentan los resultados de los estudios preliminares de geología, geotecnia, análisis de riesgo sísmico, canteras, dimensionamiento y costos de las posibles cimentaciones de los terminales portuarios de pasajeros, ubicados en las localidades de Indiana, Pebas, San Pablo, Cabalcocha y Santa Rosa.

El Informe Final, se fundamenta en el *Informe Parcial N° 1* y en el *Informe de Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades del Río Amazonas, Tramo Iquitos -Santa Rosa*. Los dos informes mencionados, fueron presentados por el Consorcio Amazonas y aprobados por la DIPLA.

En el Informe Parcial N° 1 se desarrollaron los siguientes puntos: las estrategias para la ejecución del estudio, análisis del estudio a nivel de perfil de proyecto, descripción y planificación de los trabajos de campo y gabinete, y diagrama de Gantt.



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809



Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

En el “Informe de Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades del Río Amazonas, Tramo Iquitos - Santa Rosa”; en base a los criterios de riesgos geodinámicos (erosión fluvial, deslizamiento o inundación fluvial), se dio a conocer las características y condiciones geológicas que presentan las zonas de los futuros terminales portuarios. En este informe, se propuso reubicar las localizaciones de los futuros terminales portuarios de pasajeros de Indiana, Caballococha y Santa Rosa, propuestas en el Estudio a Nivel de Perfil.

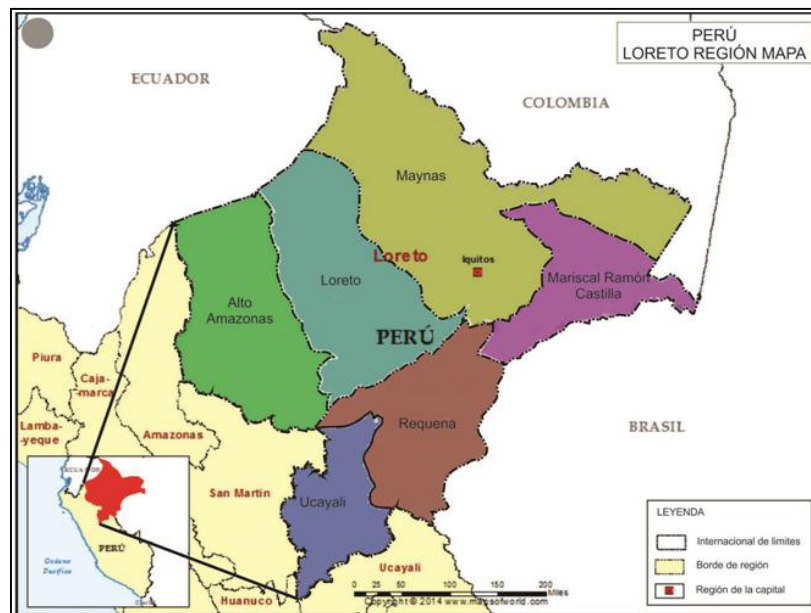
Cabe resaltar que la DIPLA aprobó las propuestas de reubicaciones de los futuros terminales portuarios de pasajeros, indicados en el párrafo anterior.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. UBICACIÓN

Los futuros terminales portuarios de pasajeros fluviales se ubicarán en el departamento de Loreto. El tramo de estudio, se localiza entre la ciudad de Iquitos y el Centro Poblado de Santa Rosa (frontera con Brasil y Colombia). El área de estudio del proyecto se localiza en una extensión de 475 km, aproximadamente.

En la Figura 2.1-1 se muestra la macro localización del proyecto.



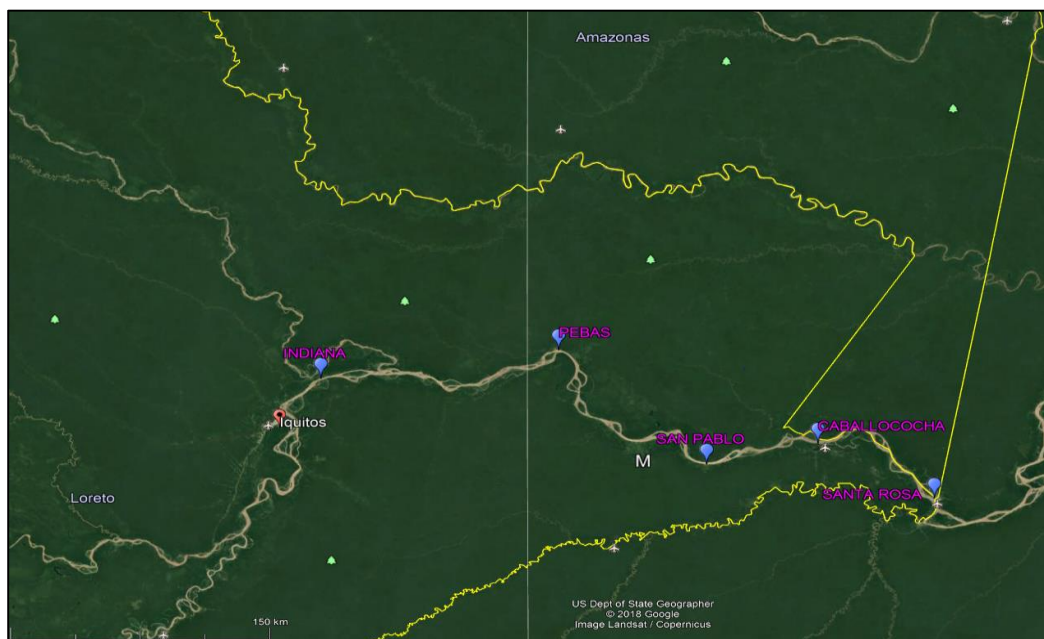
**Figura 2.1-1:** Macro localización del proyecto.

Fuente: Estudio a nivel de perfil del proyecto “Construcción de Terminales Portuarios de Pasajeros en las Principales Localidades del Río Amazonas, tramo Iquitos – Santa Rosa, en la Región Loreto” (Año 2017)

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

El ámbito del estudio se presenta en la Figura 2.1-2.



**Figura 2.1-2:** Ámbito del estudio.

Fuente: Google Earth, elaboración propia (marzo 2018).

En la Tabla 2.1-1 presenta las ubicaciones de las localidades, donde se desarrollaron los estudios.

**Tabla 2.1-1:** Ubicación de localidades

| Nombre      | UbiGeo     | Departamento | Provincia               | Distrito       | Latitud   | Longitud  |
|-------------|------------|--------------|-------------------------|----------------|-----------|-----------|
| Indiana     | 1601040001 | LORETO       | Maynas                  | Indiana        | 03°30'01" | 73°02'28" |
| Pebas       | 1604020001 | LORETO       | Mariscal Ramón Castilla | Pebas          | 03°19'14" | 71°51'42" |
| San Pablo   | 1604040001 | LORETO       | Mariscal Ramón Castilla | San Pablo      | 04°01'14" | 71°06'13" |
| Cabalococha | 1604010001 | LORETO       | Mariscal Ramón Castilla | Ramón Castilla | 03°54'22" | 70°31'01" |
| Santa Rosa  | 1604030066 | LORETO       | Mariscal Ramón Castilla | Yavarí         | 04°21'07" | 70°02'29" |

Fuente: Estudio a nivel de perfil del proyecto “Construcción de Terminales Portuarios de Pasajeros en las Principales Localidades del Río Amazonas, tramo Iquitos – Santa Rosa, en la Región Loreto” (Año 2017)

## 2.2. OBJETIVO

De acuerdo a las bases del Concurso Público C.P. N° 004-2017-APN “Contratación del Servicio de Consultoría para Estudios Preliminares de Geotecnia y Canteras para la Construcción de los Terminales Portuarios de Pasajeros en las Principales Localidades del Río Amazonas, tramo Iquitos – Santa Rosa”, se describen los siguientes objetivos:

Elaborar el estudio preliminar de geología, geotecnia, análisis de riesgo sísmico, canteras, dimensionamiento y costos de las posibles cimentaciones de los terminales portuarios de pasajeros, ubicados en las localidades de Indiana, Pebas, San Pablo, Cabalococha y Santa Rosa.

Conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que se encuentran debajo del lecho del río Amazonas, riberas y las áreas terrestres, con la finalidad de determinar el dimensionamiento de la cimentación y sus respectivos costos en concordancia a lo establecido en el estudio a nivel de perfil.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

En este apartado se presenta la recopilación de información, obtenidas a partir de las investigaciones realizadas en campo.

Las investigaciones geológicas, se han realizado a través de la evaluación de las características y condiciones geológicas de los futuros terminales de pasajeros de las principales localidades del Río Amazonas, tramo Iquitos -Santa Rosa. Asimismo.

Las investigaciones geotécnicas, se han realizado a través de calicatas, ensayos SPT y DPL.

Las investigaciones de canteras, se han realizado a través de consultas a los funcionarios públicos de las Municipalidades de las localidades de Indiana, Pebas, San Pablo, Cabalococha y Santa Rosa. Asimismo, tomando las muestras de agregados de los acopios de los materiales provenientes del Río Amazonas. Cabe indicar que los materiales acopiados se encuentran en almacenes de empresas privadas.



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809



Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



### 3.1. INVESTIGACIONES DE GEOLOGÍA

#### 3.1.1. Contexto geológico

La zona de estudio está ubicada geomorfológicamente en el Llano Amazónico (Departamento de Loreto). Las herramientas gráficas que sirvieron de base para la ejecución de este trabajo fueron las imágenes de satélite (LandSat) e imágenes de Google Earth, las cuales ayudaron a delinear las estructuras tectónicas y estratigráficas más resaltantes, que juntamente como la información bibliográfica existente como los ofrecidos como base de la Carta Geológica Nacional (CGN) provista por el INGEMMET, resultaron una herramienta muy eficaz para la realización del presente informe, donde se tomó como base los mapas geológicos y morfológicos que en la sección de planos, se muestra la geología regional a escala 1/ 200 000 a lo largo de todo el Río Amazonas, y el plano geomorfológico a escala 1/200 000 a lo largo de todo el Río Amazonas, desde la ciudad de Iquitos hasta el centro poblado de Santa Rosa (límite con Colombia y Brasil).

La base de información geológica develó los diferentes suelos y unidades litológicas presentes en la zona, donde en base a la información detallada de la geología en los 05 terminales portuarios de pasajeros, ubicados en las localidades de Indiana, Pebas, San Pablo, Caballococha y Santa Rosa, se realizó mapas geológicos y geodinámicos de vital importancia para proponer zonas que presenten nula o poca geodinámica provocada principalmente por la erosión del Río Amazonas.

Se tomó en consideración y de alta relevancia conocer la investigación geológica para descubrir la naturaleza de la litología, poniendo énfasis en definir macroscópicamente la composición mineral de las rocas presentes en la zona de influencia del proyecto. Así como la naturaleza de su deposición, ambiente sedimentario y grado de cohesión o dureza, con el fin de determinar la resistencia a la erosión que podrían ofrecer frente a los agentes geodinámicos presentes en la zona.

#### 3.1.2. Estratigrafía general del tramo Iquitos-Santa Rosa

##### 3.1.2.1. Formación Pebas

Fue denominada por vez primera por GABB W.M. (1868), al describir los micromoluscos de afloramientos en las inmediaciones del poblado de Pebas en la margen izquierda del río Amazonas, y la desembocadura del Río Ampiyacu, ubicada a 85 km al noreste de la ciudad de Iquitos. SEMINARIO, F. Y GUIZADO, J. (1973), en base a datos de pozos, en el área del Río Tigre y Río Corriente, fueron los primeros en describir y definir litológicamente a la Formación Pebas, la cual consiste de lutitas verdes con interstratificaciones de margas, calizas con estratos de coquina hacia la base, mientras al techo describen lodolitas rojas y niveles de lignito en todas las secuencias.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



Es la unidad de mayor extensión superficial del Arco de Iquitos. Sus afloramientos se exponen principalmente en los barrancos (terrazas) de las curvas cóncavas y erosionadas de los meandros en los ríos. Sus afloramientos se exponen a lo largo de todo el Río Amazonas y otros ríos como el Putumayo, Napo, Nanay, Mazan, Itaya, entre otros. La amplia distribución de la unidad en posición subhorizontal se expresa en una morfología tipo colinas bajas separadas por depresiones irregulares correspondientes a cursos de agua, constituyendo terrenos de altitud media a suave.

La litología está conformada por rocas compactadas que describen como limoarcillas, limolitas, areniscas, niveles carbonosos tipo turba-lignito y algunos nódulos y estratos de calizas. Tales rocas tienen coloraciones características, destacando los colores, verde azulado y gris verdoso.

### 3.1.2.2. Formación Ipururo

Esta unidad fue definida por KURMMEL, B. (1946) como miembro superior del Grupo Copacabana en la quebrada Ipururo, Posteriormente el mismo autor la eleva a la categoría de Formación Ipururo. Esta unidad, presenta sus mejores afloramientos al suroeste del cuadrángulo de Iquitos y al noroeste del cuadrángulo de Tamshiyacu entre Puritania y San Joaquín de Omaguas. Además, se encuentra de manera muy esporádica en las demás hojas resaltando el afloramiento al NE de Mazán en el sector 200 millas. Suprayace en discordancia erosional a la Formación Pebas. Sin embargo, es posible que exista una leve discordancia angular, entre estas unidades, ya que la Formación Pebas exhibe ligeras ondulaciones; tal relación es también referida por GUIZADO, J. (1973).

La formación Ipururo está compuesta por rocas muy compactas tipo areniscas cuarzosas, limolitas, limoarcillitas y algunas concreciones calcáreas. Las areniscas son generalmente cuarzosas y micáceas de grano fino a medio, en algunos casos limosos, de color pardo verdoso. Las limolitas presentan coloraciones grises y verdes. Las limoarcillitas son gris verdosas, en algunos casos negruzcos por el contenido orgánico.

RASANEM, M. et al (1998) describe una unidad geológica expuesta a lo largo de los primeros 15km de la carretera Nauta-Iquitos que ha sido documentada por REBATA, H.L. (1997). La litología consiste en capas de arenita y lodolita en alternancia, usualmente de coloración amarillo rojiza.

#### a) Miembro superior

Esta formación está representada por terrazas aluviales que se sitúan en las márgenes de los ríos principales, (Amazonas, Putumayo, Yavarí), y en algunos tributarios mayores.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



Morfológicamente se presentan como afloramientos alargados compuestos de materiales arenosos, desarrollados en forma longitudinal al eje de los ríos, presentan dimensiones muy variadas dependiendo de su antigua planicie de inundación, las alturas varían desde unos cuantos metros por encima del cauce normal del Amazonas hasta 10 m en el Río Yavarí y Yavarí Mirim y 18 metros aproximadamente en Pucaurquillo, siendo afectadas en algunos sectores por la neotectónica, la cual pone en contacto con las formaciones antiguas tales como Pebas y Nauta inferior.

### b) Miembro inferior

Se encuentra distribuida en toda la zona de estudio ocupando las partes altas; sin embargo, sus mejores exposiciones se han podido notar en los cortes de la carretera Iquitos-Nauta, en la margen derecha del río Orosa. Los mejores y más desarrollados afloramientos se ubican en la parte sudoccidental de la zona de estudio entre las localidades de San Pedro, San Joaquín de Omagua.

#### 3.1.2.3. Depósitos Cuaternarios

Estos depósitos se localizan en los meandros y cauces abandonados por la dinámica fluvial de los ríos Amazonas, Putumayo y Yavarí; en este grupo se incluyen las islas, las mismas que se componen de la base al tope por arenas grises de grano medio; gradando arenas finas limosas, de textura masiva y suelta por lo general con vegetación. En el Río Amazonas y Putumayo se observan islas con características florísticas heterogénea, existiendo desde la variedad de palmeras desarrolladas sobre suelo arcilloso gris oscuro y arboles como el cético desarrollado en suelos arenosos y limosos.

#### 3.1.3. Generalidades sobre la geomorfología del tramo Iquitos – Santa Rosa

Esta llanura está íntegramente drenada por el río Amazonas, de característica principal meandrica, en su curso se puede encontrar terrazas, colinas, barras e islas, que modelan la geomorfología de la zona, resaltando su trayectoria serpenteante con migración de flujos de corriente y variación de canal principal en periodos geológicamente cortos, pero que no son notorias a la vista del hombre, puesto que la morfología y la posición de los cauces principales varían en función de cientos de años.

Existe un dinamismo de los cauces principales del Río Amazonas, los que serán tratados con detenimiento más adelante.

En la sección de planos, se muestra el mapa geomorfológico de escala 1/ 100 000 del tramo comprendido entre la ciudad de Iquitos hasta el centro poblado de Santa Rosa (límite con Colombia y Brasil), en base a la información del INGEMMET.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



### 3.1.4. Geología y Riesgos Geodinámicos del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana

#### 3.1.4.1. Geología local del futuro terminal portuario de pasajeros Indiana

La geología local está conformada por la formación Pebas (Mioceno-Plioceno). Se trata de secuencia de arenas poco consolidadas de coloración marrón a gris, limoarcillas, blandas a compactas, a causa de la humedad; estas litologías presentan una coloración parda a grises, con una acumulación moderada de micro fósiles inmersas en una matriz limo arcilloso de coloración blanquecina con presencia de carbonato muy escaso.

La litología que presenta un buzamiento sub horizontal contempla una sedimentación con estratos de espesores que son superiores a los 20 cm y que además presentan una insipiente laminación horizontal con escasas figuras de ripples. Los afloramientos observados presentan reciente perturbación de raíces de árboles y arbustos pertenecientes a esta época (Mioceno-Plioceno).

Se considera al igual que la parte teórica de esta formación, SEMINARIO, F. Y GUIZADO, J. (1973), como una litología producto de la sedimentación de ríos distales con escasas barras arenosas y de corrientes suaves, donde solo pueden transportar material fino a arenoso.

Se observó que las corrientes del Río Amazonas no tienen injerencia directa en esta zona, puesto que en la época de lluvias se vio que las corrientes del río recorre por el medio de su cauce, respetándose de alguna manera la ribera y la estabilidad de esta.

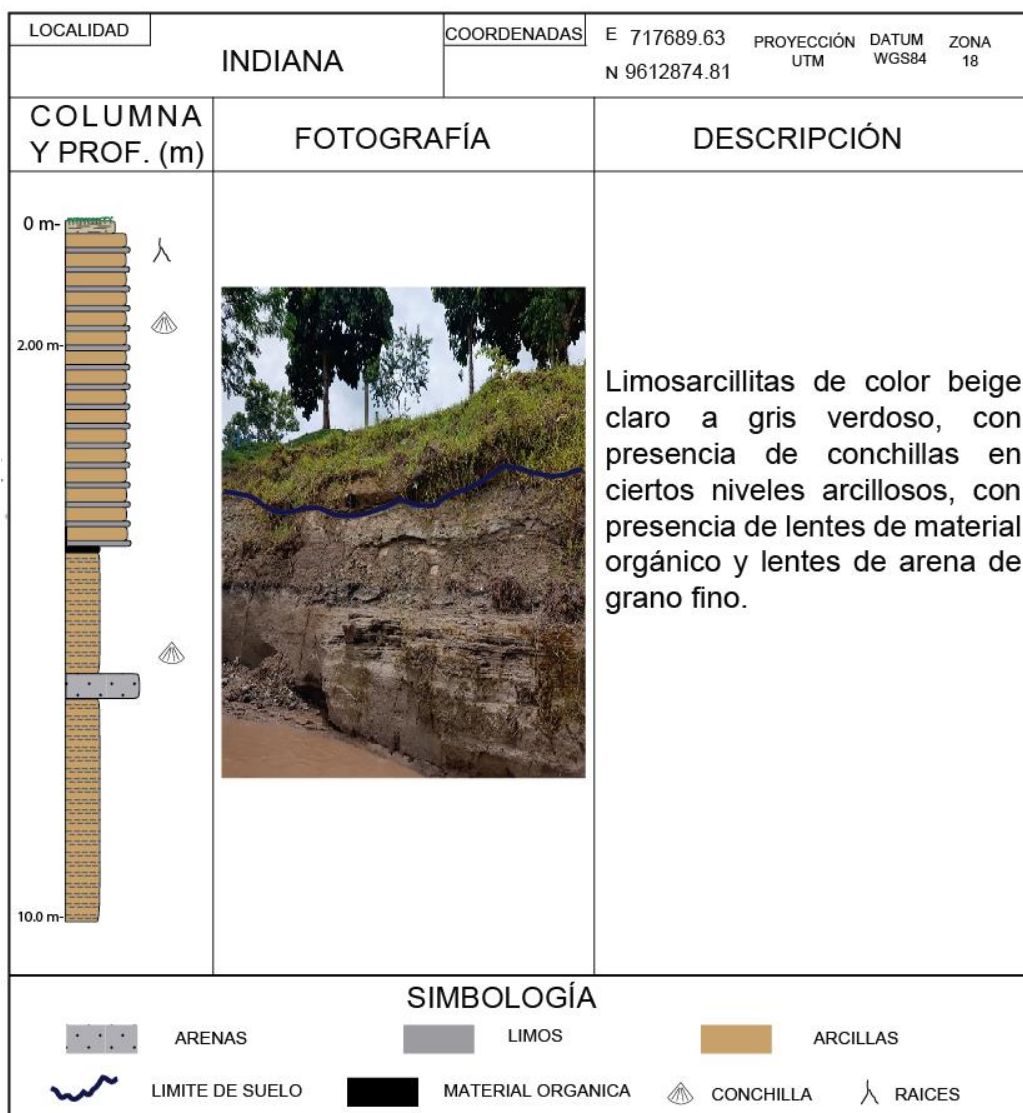
La Figura 3.1-1 nos muestra la columna litoestratigráfica de la localidad de Indiana, en base a los sondajes realizados en campo, fotografía de referencia de la terraza que aflora en la zona y descripción litológica hasta los 10 m de profundidad. La columna se complementó con los estudios geotécnicos que se realizaron en campo.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



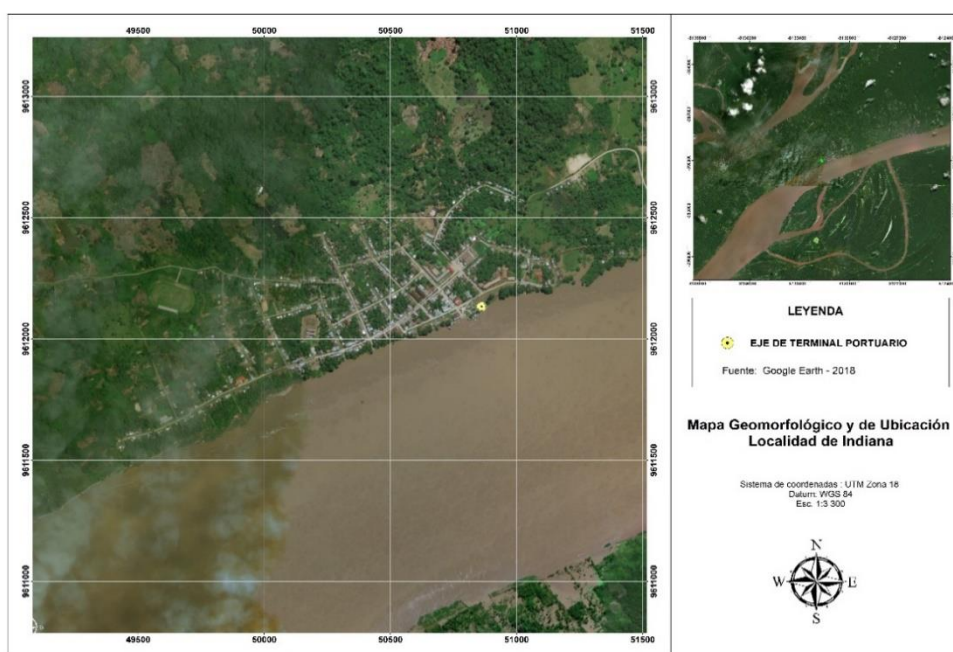
**Figura 3.1-1:** Columna estratigráfica de la localidad de Indiana.  
 Fuente: Elaboración propia. (2018)

### 3.1.4.2. Identificación de riesgos geodinámicos en la localización del futuro terminal portuario de indiana

La localidad de indiana, en si la parte de la población pegada a la ribera del río se encuentra situada en zonas de terrazas, bajas a medias; lo que trae como consecuencia el riesgo de inundación en periodos extraordinarios. En conversaciones con los pobladores de la zona se logró recaudar información de crecidas que llegaron a afectar a las viviendas más cercanas de la margen del Río Amazonas.

Así mismo, por encontrarse en la zona relativamente cóncava del Río Amazonas, donde se halló evidencias de procesos de erosión muy esporádicas en ciertos puntos de la terraza; se recomendó la colocación del puerto de Indiana en una zona que ofrece condiciones apropiadas para no ser afectado a corto plazo por los problemas de la geodinámica del río.

La Figura 3.1-2 muestra la ubicación de la localidad de Indiana, el eje del futuro terminal portuario de pasajeros y vista de la morfología del Río Amazonas, del año 2017, para compararlo con imágenes de satélite de años anteriores y determinar zonas que hayan sufrido mayor erosión fluvial o inundación, a causa de la dinámica del Río Amazonas.



**Figura 3.1-2:** Ubicación del eje portuario y vista de la morfología del río Amazonas  
Fuente: Informe, Evaluación de las Características y condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades del Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa- CA-180201-INF-02-0.

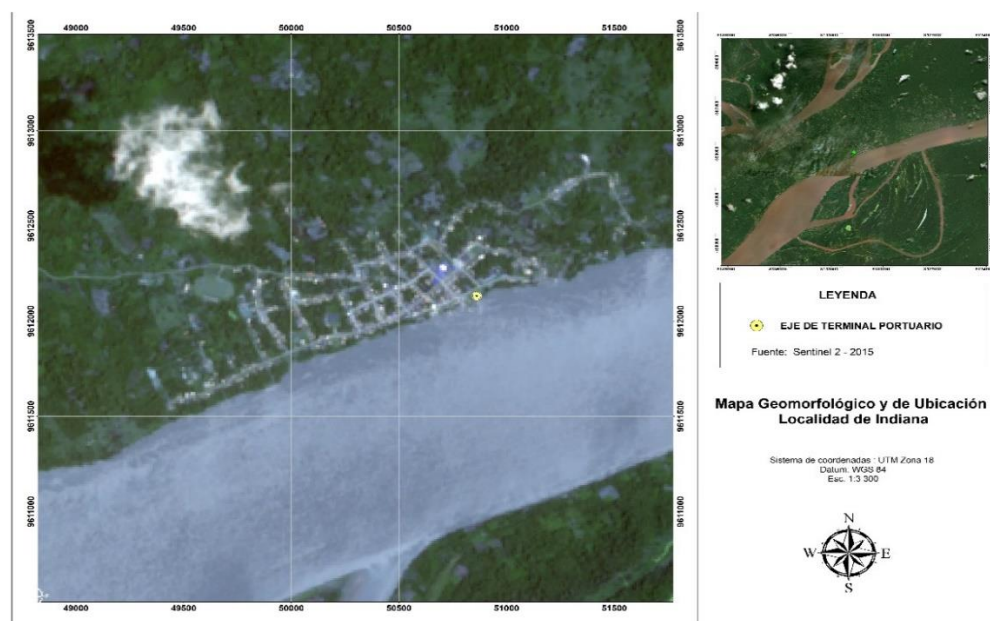
### 3.1.4.3. Análisis de erosión y variación del cauce del río Amazonas del futuro terminal portuario de Indiana

Con ayuda de imágenes satelitales (Google Earth y Sentinel 2) y con el trabajo en campo, se pudo evaluar la dinámica de erosión y las variaciones del cauce (zonas inundables), para identificar los puntos de mayor influencia de erosión e inundación.

Con ambos criterios se pudo identificar de la mejor manera, las zonas que se encuentran más expuestas a peligros de erosión e inundación; también se consideró los comentarios de las personas que habitan la zona, para identificar de manera precisa zonas de mayor incidencia por la dinámica de erosión fluvial y zonas inundables. Cabe resaltar que el comportamiento del nivel de agua del Río Amazonas tiene como épocas de creciente los meses de marzo a mayo, vaciante los meses de agosto a octubre y los demás meses son épocas de transición para el cauce del Río Amazonas.

Según las imágenes de satélite de los años 2015 al 2017, se logra observar algunos cambios morfológicos; es decir, que el río ha ido socavando (erosionando) y ganando territorio en ciertas zonas de la margen izquierda. Esto es causado por la característica sinuosa del Río Amazonas, que traza su curso de forma cóncava y por ende esta forma se caracteriza por presentar mayor intensidad de erosión.

La Figura 3.1-3 muestra la morfología de la localidad de Indiana en noviembre del 2015, para compararlo con imágenes de años recientes y determinar zonas de mayor erosión e inundación.



**Figura 3.1-3:** Ubicación del eje portuario y vista de imagen de satélite de la morfología en el año noviembre 2015.

Fuente: Informe CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa (Consortio Amazonas)

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
**ING. CIVIL**  
 Reg. C.I.P. N° 53901



### 3.1.5. Geología y riesgos geodinámicos del Futuro Terminal Portuario de pasajeros de Pebas

#### 3.1.5.1. Geología local del futuro terminal portuario de pasajeros Pebas

Geológicamente los afloramientos hallados en la localidad de Pebas pertenecen a la Formación Pebas (Mioceno-Plioceno), fue denominado de esta manera por vez primera por GABB W. M. (1868), cuando describía micromoluscos de afloramientos en las inmediaciones del poblado Pebas en la margen izquierda del Río Amazonas. En los taludes de las terrazas bajas, se pudo identificar en el nivel superior materiales arenolimoso, de coloración marrón oscuro, de grano fino a medio y poco consolidadas; debajo de ella, material limo-arcilloso, de coloración parda a grises y poco consolidadas aparentando una roca sólida, pero en revisión al detalle estas se disgregan, lo que es normal en este tipo de litología y de esta edad geológica. Se observó que los sedimentos presentan laminación horizontal y con escasos canalitos o figuras de ripples producto de la sedimentación fluvial a la cual pertenecen.

Según a la litología de estas capas que pertenecen a la Formación Pebas se estima que se formó en un ambiente de sedimentación fluvial distal, tal vez muy similar a las condiciones actuales del Río Amazonas, por lo que se estima que se trataría de un ambiente netamente fluvial con baja pendiente y poca fuerza de transporte de material más grueso.

La Figura 3.1-4, muestra la columna litoestratigráfica de la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas, con fotografías referenciales de la zona de estudio, y descripción litológica. La columna se complementó con los estudios geotécnicos que se realizaron en campo.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 3.1-4:** Columna estratigráfica de la zona de trabajo.  
 Fuente: Trabajo de Campo, elaboración propia.

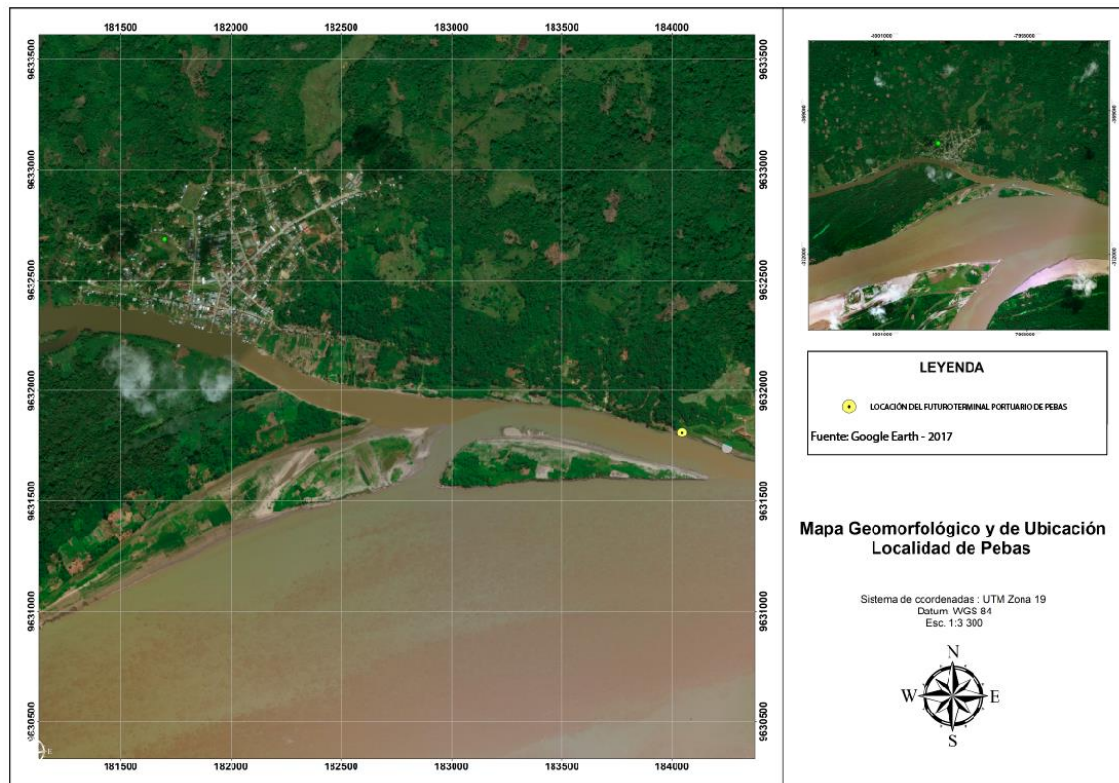
### 3.1.5.2. Identificación de riesgos geodinámicos en la localización del futuro terminal portuario de Pebas

Se pudo identificar los siguientes riesgos geodinámicos en la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas.

## Riesgo geodinámico por erosión

En campo se pudo evidenciar rasgos de erosión por parte del Río Amazonas, el cual por la misma morfología del río tiende a tener un nivel de erosión mayor en zonas cóncavas, por lo que los taludes de las terrazas más bajas, se encuentran más propensos a ser erosionados. En el caso del área destinada a la construcción del terminal portuario de pasajero de Pebas se eligió una zona protegida de la corriente principal del río Amazonas por un islote o barra progradante, que hace que en la zona de construcción las corrientes causantes de la erosión sean o estén bastante disminuidos.

La Figura 3.1-5 muestra la morfología, febrero del 2017, del Río Amazonas y ubicación de la localidad de Pebas y la ubicación del futuro terminal portuario de Pebas.



**Figura 3.1-5:** Ubicación del eje portuario y morfología del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas.

Fuente: Imagen Google Earth, febrero 2017, elaboración propia.

## Riesgo geodinámico por deslizamiento

Se pudo identificar con ayuda de imágenes satelitales (Google Earth) y corroborados en campo, áreas de deslizamiento, producto de la dinámica de erosión del Río

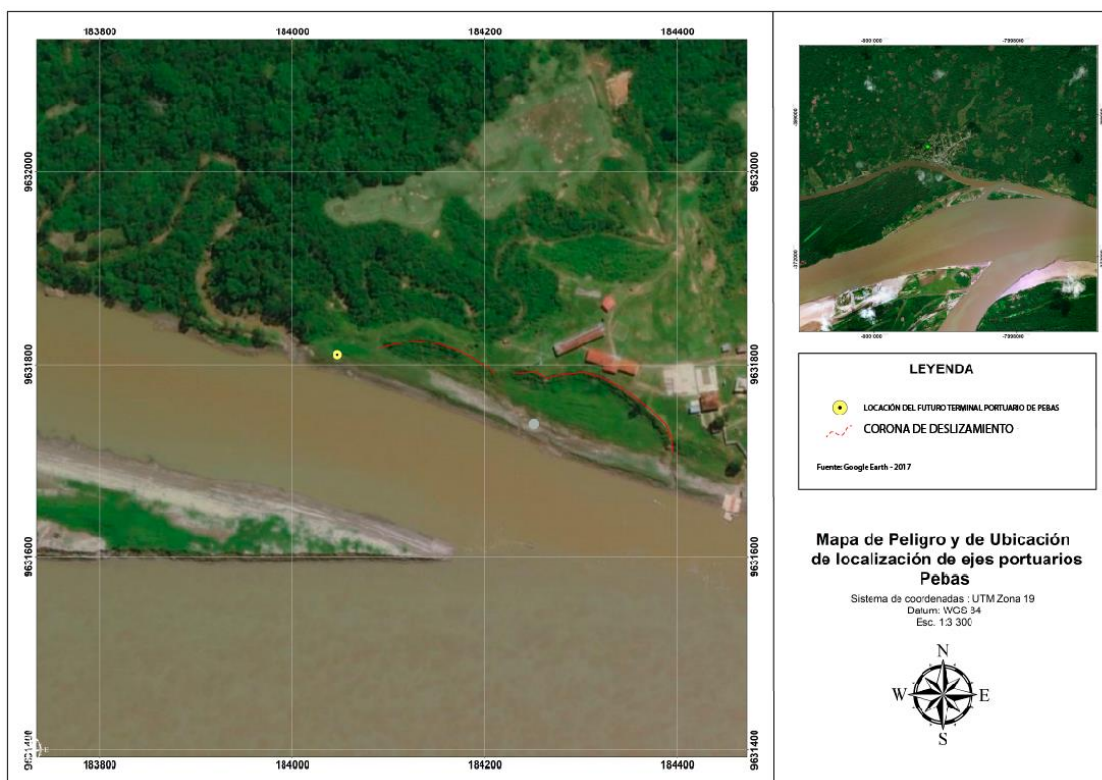
**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**

Amazonas, a consecuencia de ellos, la zona se caracteriza como zona dinámica, por lo que se le puede considerar como una zona relativamente inestable, puesto que en base a la forma rectilínea del río desde una considerable distancia río arriba, se justifica un cambio muy leve en la dirección de flujo de las corrientes de agua, por lo tanto, se estima una afectación muy esporádica de problemas de geodinámica por deslizamiento.

La geomorfología, como las terrazas en forma de media luna pegados al río, efectivamente fueron a causa de la erosión fluvial en alguna época no muy reciente, pero también muestra una zona de vegetación donde se puede determinar que existe una relativa estabilidad, en la zona de deslizamiento, producto expresamente de la forma del río, donde contribuye en gran medida la ubicación de la punta este del islote que impide que las corrientes de agua de la parte más gruesa del río Amazonas se dirijan a la zona propuesta para la construcción del Terminal Portuario de Pasajeros Pebas.

La Figura 3.1-6, muestra efectivamente la zona de deslizamiento como se puede observar en la imagen de satélite, fecha agosto 2017, contorneado con una línea roja.



**Figura 3.1-6:** Imagen de satélite del año 2017 ubicación del eje del futuro terminal portuario de Pebas y corona de deslizamiento.

Fuente: Imagen Google Earth-agosto 2017, elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

La Figura 3.1-7, enfoca y muestra la cara del talud (10 metros aproximadamente) de deslizamiento cubierto con vegetación y la masa deslizada, lo que no lo caracteriza como una zona totalmente estable.



**Figura 3.1-7:** vista de zona de deslizamiento con abundante cobertura vegetal.

Fuente: Informe CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa.

### 3.1.5.3. Análisis de erosión y variación de cauce del río amazonas en el futuro terminal portuario de pasajeros Pebas

Con imágenes satelitales (Google Earth y Sentinel 2) y con el trabajo de inspección en campo, se pudo analizar la dinámica de erosión y las variaciones de cauce (zonas inundables), para identificar los puntos de mayor influencia de erosión e inundación.

Se puede evidenciar cambios morfológicos de ciertas zonas, donde la incidencia de la dinámica fluvial se intensifica. Esto gracias al trabajo comparativo de imágenes Satelitales de los años 2011 y 2016 y la identificación, en campo, de rasgos que confirmen lo indicado por las imágenes de satélite. Esto se puede fundamentar por la forma sinuosa del río Amazonas, donde existe mayor dinámica erosional en zonas cóncavas, justamente zona donde se encuentra ubicado la localidad de Pebas y el eje para la construcción del Terminal portuario

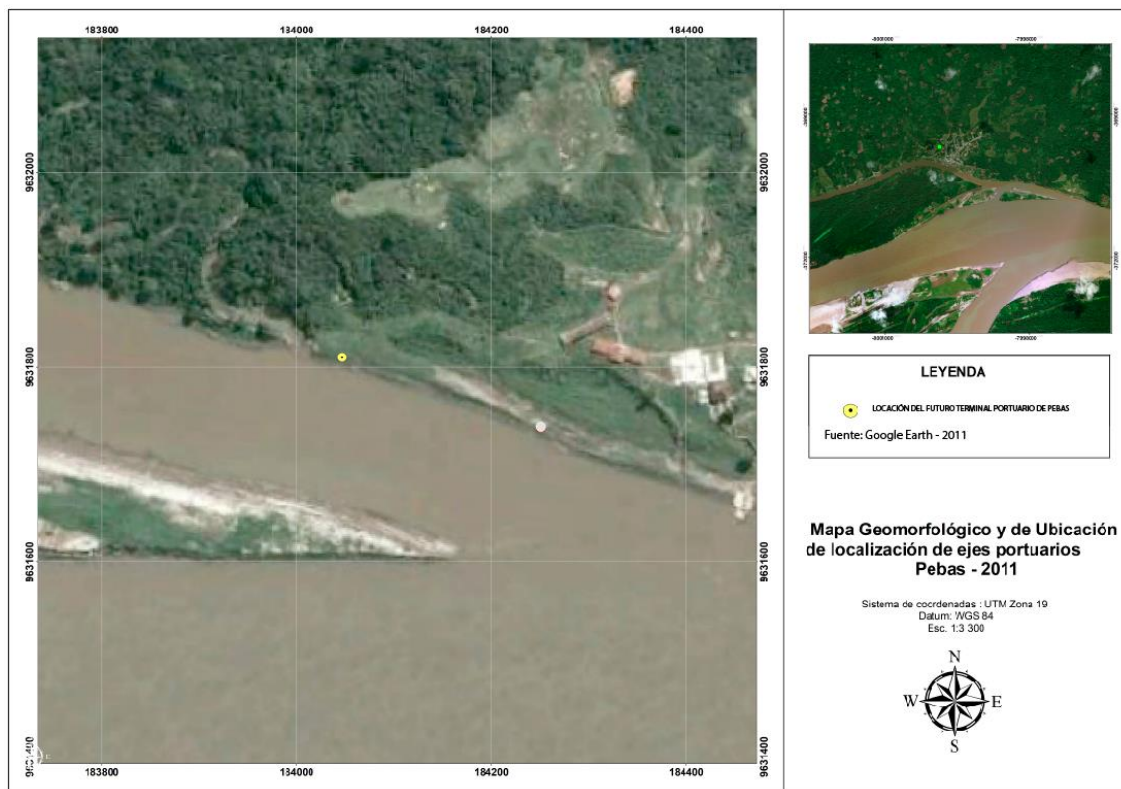
La ubicación de las islas en frente de la localidad y el eje el nivel de erosión disminuye, pero no lo caracteriza como una zona totalmente estable. Se observó evidencias de deslizamientos, lo cual fue corroborada en campo, por lo que fue un indicador crucial para la determinación y elección del eje del terminal portuario.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

Para las variaciones de cauce, se tiene conocimiento que el comportamiento del nivel de agua del río Amazonas tiene como épocas de creciente los meses de marzo a mayo, vaciante los meses de agosto a octubre y los demás meses son épocas de transición para el cauce del río Amazonas. Por lo que en meses de crecida el dinamismo fluvial del río Amazonas puede influir más en los riesgos geodinámicos existentes.

La Figura 3.1-8, Muestra la morfología de la localidad de Pebas en el año 2011-agosto, para compararlo con imágenes de satélite de años posteriores y determinar zonas que haya sufrido mayor erosión fluvial, producto de la dinámica del río Amazonas.



**Figura 3.1-8:** Ubicación del futuro Terminal Portuario de Pebas y rasgos geomorfológicos del año 2011, agosto.

Fuente: Imagen Google Earth-agosto 2011, elaboración propia.

La Figura 3.1-9, muestra la morfología de la localización del Futuro terminal Portuario de Pasajeros de Pebas en la fecha de diciembre del 2016, para compararlo con imágenes de satélite de años anteriores y determinar zonas que haya sufrido mayor erosión fluvial, producto de la dinámica del río Amazonas.

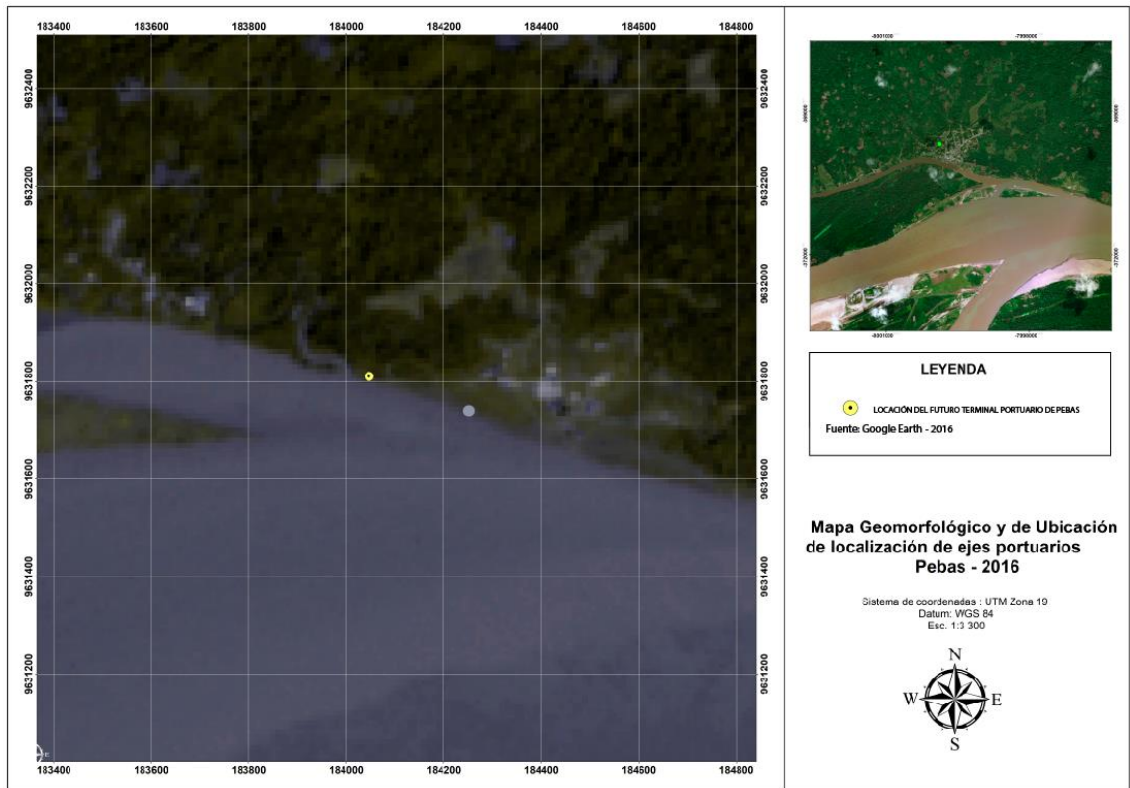
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



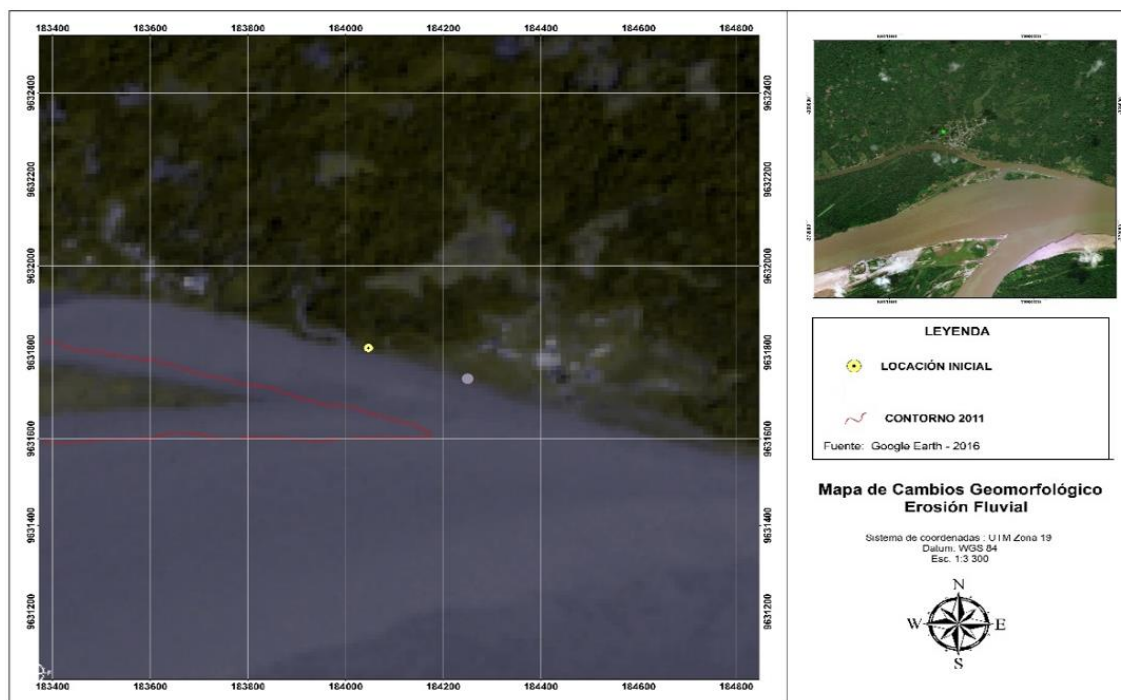
EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 3.1-9:** Ubicación del Futuro Terminal Portuario y rasgos geomorfológicos, año diciembre de 2016.

Fuente: Imagen Sentinel 2-diciembre 2016, elaboración propia.

La Figura 3.1-10, se puede observar el cambio morfológico producto de la dinámica de erosión del río Amazonas, comparando imágenes de satélite de los años 2011 y 2016.



**Figura 3.1-10:** Comparación morfológica de los años 2011, agosto y 2016, diciembre, producto de la intensa erosión fluvial.  
 Fuente: Imagen Sentinel 2-diciembre de 2016, elaboración propia.

### 3.1.6. Geología y riesgos geodinámicos del futuro terminal portuario de pasajeros de San Pablo

#### 3.1.6.1. Geología local del futuro terminal portuario de pasajeros de San Pablo

La geología local está conformada por la formación Pebas de edad Mioceno-Plioceno (ROMERO, L. 1997), que denotan un ambiente de sedimentación de agua dulce y tranquila e influencias de la dinámica fluvial, llanuras de inundación. La asociación de litofacies, que se evidenció en la localidad de San Pablo, varía desde sedimentos compuesto por arcillas gris azuladas a gris verdosas, con presencia de lodolitas alternando con arenas finas limosas, gris claro, disgregables con presencia de material orgánico con matriz arcillosa y evidencia de fragmentos de tronco.

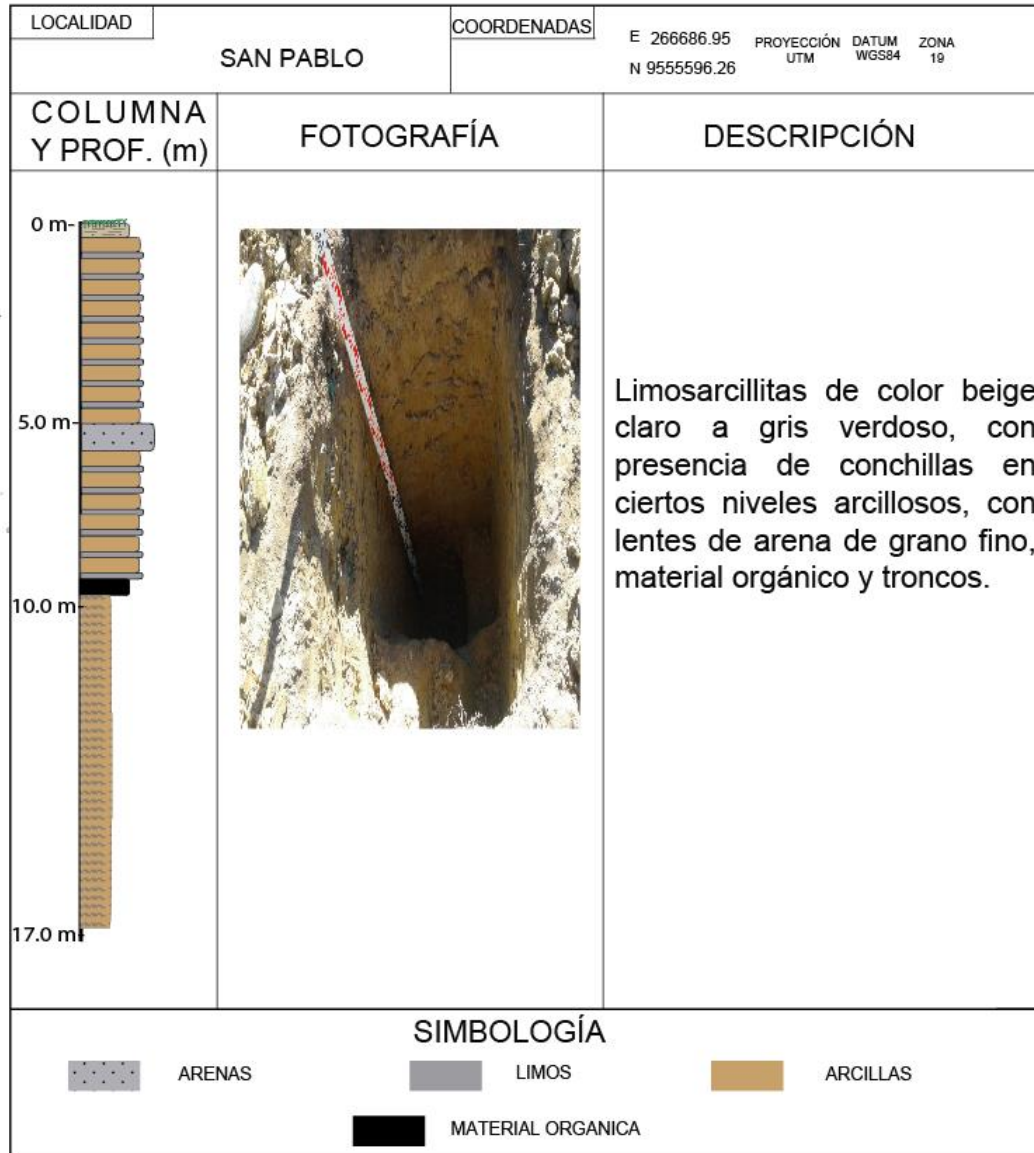
En los niveles arcillosos se pudo corroborar la evidencia de fragmentos de conchas, siendo estas facies indicadores de una relativa variación en las condiciones energéticas del medio de sedimentación, típico de ambiente lacustre. La presencia de niveles arcillosos con abundante material orgánico, evidencian ambientes palustres, originadas en aguas someras.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

La Figura 3.1-11, muestra la columna litoestratigráfica de la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo, con una fotografía de referencia de la calicata realizada en campo y descripción litológica. La columna se complementó con los estudios geotécnicos que se realizaron en campo.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809



  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

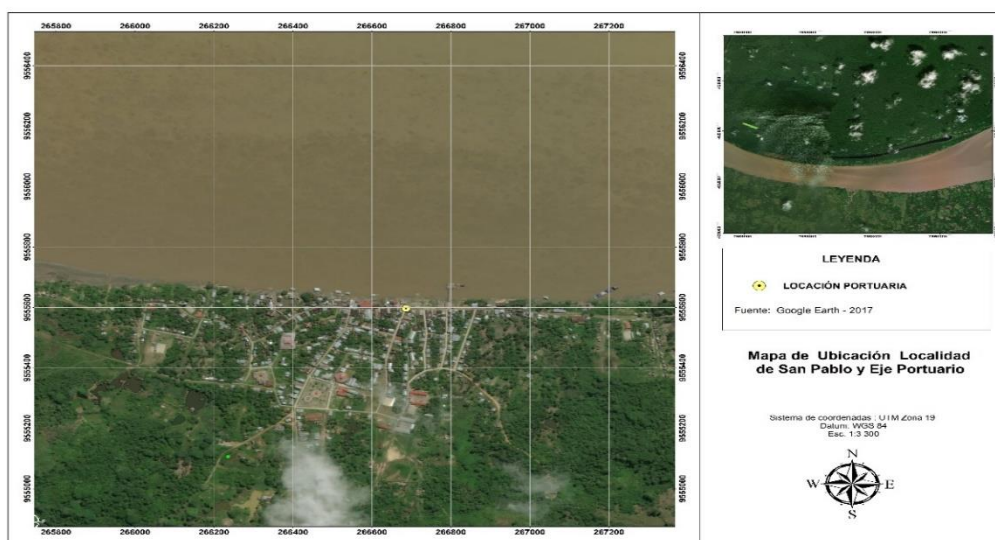
**Figura 3.1-11:** Columna estratigráfica de la localidad de San Pablo.  
 Fuente: Proyecto visita de campo, elaboración propia.

### 3.1.6.2. Identificación de riesgos geodinámicos en la localización del futuro terminal portuario de San Pablo

Geomorfológicamente, la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo se encuentra situado en zonas de terrazas que marcan esencialmente zonas de inundación y dominio temporal de las aguas del río Amazonas. Es claro que en las terrazas más bajas existe un latente riesgo a problemas de inundación en épocas de lluvia en la selva, pudiendo afectar a las viviendas más cercanas de la margen del río Amazonas. Por tal motivo se realizó una inspección en el mes de abril con la consigna de verificar la máxima crecida en esta época, además de hacer una encuesta a los residentes de la zona con la finalidad de obtener información relevante de la dinámica de las aguas del río y las áreas donde afectó en años de máximas crecidas del río.

Con la información visual y física obtenida en campo durante la inspección geológica se determinó que en la ribera hay evidencias de ciertas zonas inestables, producto de la dinámica de erosión del río Amazonas, donde las zonas de mayor erosión se identificaron con la ayuda de imágenes de satélite y trabajos en campo y consulta pública.

La Figura 3.1-12 muestra la ubicación de la localidad de San Pablo, el eje del futuro terminal portuario de pasajeros San Pablo y vista de la morfología del río Amazonas; en la fecha de noviembre del 2017.



**Figura 3.1-12:** Ubicación del eje portuario y vista de la morfología del río Amazonas  
 Fuente: CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809  
 Lazaro Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



### 3.1.6.3. Análisis de erosión y variación de cauce del río Amazonas en el futuro terminal portuario de pasajeros de San Pablo

En base a las imágenes satelitales (Google Earth y Sentinel 2) y el trabajo de inspección en campo, se pudo evaluar la dinámica de erosión y las variaciones de cauce (zonas inundables), para identificar los puntos de mayor influencia de erosión e inundación.

Las imágenes satelitales de los años 2016 y 2017 ayudaron a observar los cambios morfológicos producto de la erosión fluvial. A pesar de la poca diferencia de años; se encontraron algunos rasgos de cambios en las denominadas terrazas bajas, a causa de la dinámica fluvial.

El flujo de corriente del río Amazonas tiene una orientación W-E, se pudo corroborar con ayuda de una brújula, que la orientación del flujo de corriente en este sector (Localidad de San Pablo) es NW-SE en promedio, por lo que queda evidenciado una influencia erosiva fluvial por parte del río Amazonas. Esto repercute, de cierta manera, a la localidad de San Pablo por la ubicación donde se encuentra asentado, siendo una zona de mayor incidencia de erosión del río Amazonas

Para determinar las variaciones de cauce (inundación) históricas se consideró la información y los testimonios de la población, que tiene más de 10 años viviendo en la localidad de San Pablo; por lo tanto, se evaluó y ubicó con ayuda de ellos las zonas de mayor riesgo a ser inundado. Cabe mencionar que el comportamiento del nivel de agua del río Amazonas tiene como épocas de creciente los meses de marzo a mayo, vaciante los meses de agosto a octubre y los demás meses son épocas de transición para el cauce del río Amazonas. Por lo que en meses de crecida el dinamismo fluvial del río Amazonas puede influir más en los riesgos geodinámicos existentes, las variaciones de cauce sirve de mucha ayuda para el análisis de mayor incidencia de erosión en la zona de interés.

En tal razón, con el análisis de erosión fluvial, variaciones de cauce, imágenes de satélite y con el trabajo de campo, se identificó los peligros para el Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo.

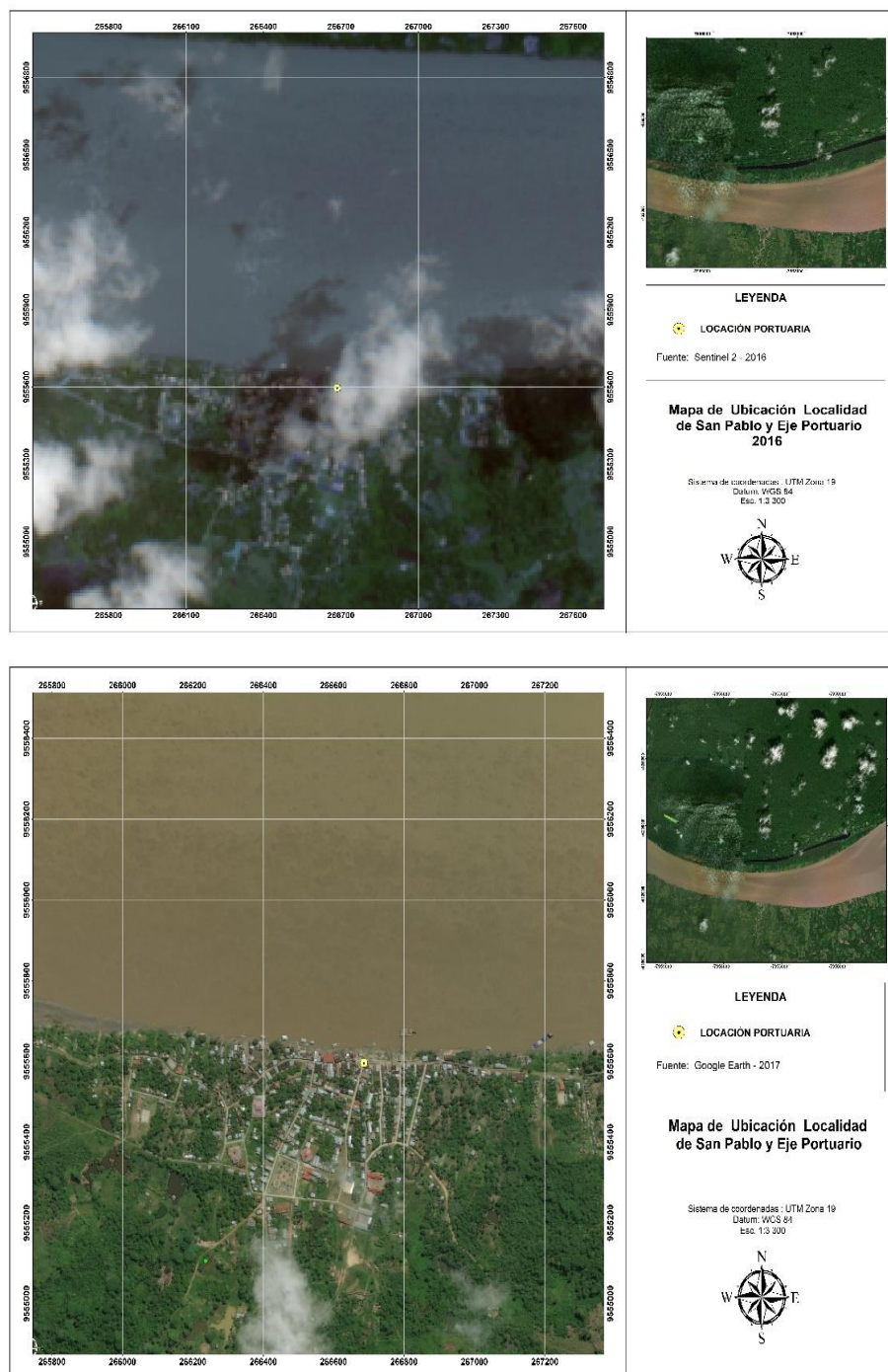
La Figura 3.1-13, muestra la morfología de la localidad de Indiana en las fechas de setiembre 2016, y octubre 2017, para hacer una comparación de los cambios morfológicos en la rivera de la localidad de San Pablo y determinar zonas erosionadas por la dinámica fluvial.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**



  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 3.1-13:** Imágenes de satélite comparativas de la localidad de San Pablo, setiembre 2016 – octubre 2017, respectivamente.  
 Fuente: CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa

En la Figura 3.1-14 se puede identificar el cambio de la morfología de la ribera, comparando imágenes de satélite en setiembre de 2016 y octubre 2018, la línea roja muestra las variaciones de terreno a causa de la dinámica de erosión del río Amazonas. De esta manera se pudo determinar las zonas que han sufrido mayor erosión.



**Figura 3.1-14:** Comparación de la morfología de la rívera de la localidad de San Pablo.

Fuente: CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa.

### 3.1.7. Geología a detalle del terminal portuario de pasajeros de Caballococha

#### 3.1.7.1. Geología del futuro terminal portuario de pasajeros de Caballococha

La litología presente en la zona destinada al terminal portuario de pasajeros Caballococha, corresponde esencialmente a depósitos fluviales de épocas muy recientes conocidas como material cuaternario. Estos depósitos se pueden visualizar en las partes bajas de ambas márgenes del río Amazonas, en localidad de Caballococha y sus alrededores, las cuales se inundan temporalmente en épocas de crecida. Los sedimentos se encuentran compuestos por arcillas de color gris a pardas, con ligera presencia de laminación horizontal y semi compactadas.

La secuencia arcillosa se encuentra interrumpida por niveles de arenas de grano fino y de coloración marrón, que no pasan el metro de espesor.

**CA-180201-INF-03-01**  
 Versión 01

**INFORME FINAL**

La dinámica del río Amazonas en este punto en base a la forma que este posee, se comporta como un agente erosionador de la ribera, pero al parecer no posee mucha fuerza, por lo que la zona se mantiene estable a lo largo del tiempo.

La Figura 3.1-15 muestra la columna litoestratigráfica de la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Cabalococho, con una fotografía de referencia de la terraza baja de la zona de estudio y descripción litológica. La columna se complementó con los estudios geotécnicos que se realizaron en campo..



**Figura 3.1-15:** Columna estratigráfica de la terraza baja en la localidad Cabalococho.  
 Fuente: Trabajo de campo, elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

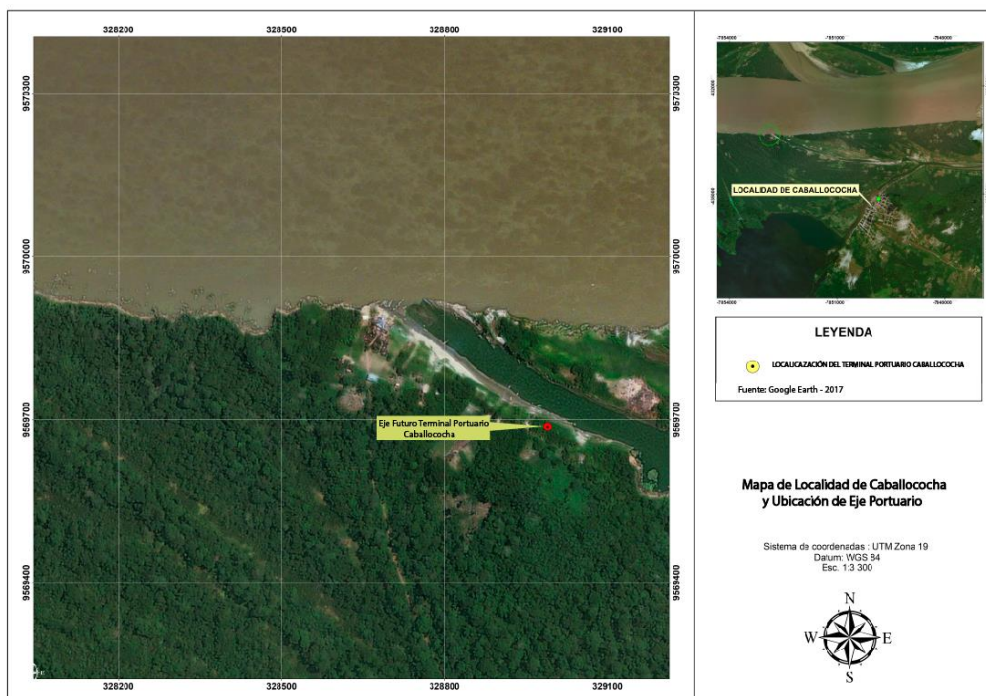
### 3.1.7.2. Identificación de riesgos geodinámicos en la localización del futuro terminal portuario de Caballococha

Con las observaciones en campo, se pudo identificar las siguientes problemáticas.

#### Riesgo geodinámico por erosión

La constante dinámica de erosión del río Amazonas a los taludes de las terrazas bajas se considere o lo catalogue como la principal problemática geodinámica fluvial. La dinámica de corriente, al igual que el nivel de erosión son relativamente más intensas, esto a causa de encontrarse en zona cóncava del curso del río Amazonas, donde el nivel de erosión es más intenso; pero esto queda disminuida por la presencia de un islote o barrera natural que refugia a la zona elegida para la construcción del terminal portuario a una zona alejada de las corrientes principales del río Amazonas. Esta afirmación se deduce en base a la ubicación del terminal portuario en un brazo en la margen izquierda del río Amazonas.

En la Figura 3.1-16 se muestra las ubicaciones de la localidad de Caballococha y morfología de la zona (margen cóncava del río Amazonas).



**Figura 3.1-16:** Ubicación del futuro Terminal Portuario de Caballococha y rasgos geomorfológicos del año 2017.

Fuente: Google Earth, elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

En la Figura 3.1-17 se puede observar una zona de deslizamiento, producto de la constante erosión del río Amazonas en los alrededores de la primera propuesta, por lo que se modificó algunos metros (300 m aproximadamente) la ubicación del terminal portuario de pasajeros a una zona más estable.



**Figura 3.1-17 :** Zona inestable cerca al eje de la primera propuesta portuaria.

Fuente: CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa.

### Riesgo geodinámico por inundación

Gracias a los testimonios obtenidos por residentes de la zona, se sabe que la zona viene sufriendo inundaciones hasta aproximadamente 100 metros de distancia dentro de la terraza baja. Este evento de inundación es repetitivo todos los años en la época de fuertes crecidas del río Amazonas. Evidencia de ello es la inundación ocurrida en el año 1999, a consecuencia de las fuertes lluvias que originó el incremento paulatino de caudal del río Amazonas, desbordando e inundando varios caseríos en ambas márgenes del río del distrito de Caballocha, dejando como resultado una gran afectación de damnificados y pérdidas de terrenos de cultivo (Compendio estadístico de emergencias, INDECI 1998).

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



### 3.1.7.3. Análisis de erosión y variación de cauce del río Amazonas en el futuro terminal portuario de pasajeros de Caballococha

Para este análisis de erosión y variación de cauce, se hizo uso de imágenes satelitales (Google Earth y Sentinel 2) y finalmente un trabajo en campo. En base a ello se pudo evaluar la dinámica de erosión y las variaciones de cauce (zonas inundables), con la finalidad de identificar los puntos de mayor influencia ante estos peligros.

Las imágenes satelitales ayudaron a observar los cambios muy significativos en cuanto a niveles de erosión, producto de la dinámica fluvial del río Amazonas. Con una diferencia de poco más de 10 años, se ha podido evidenciar como el río ha ido ganando territorio, erosionando constantemente el terreno.

La dirección de curso del río Amazonas es W-E, pero al momento de incidir a la terraza lo hace con una dirección NW-SE, erosionando el terreno de manera constante. La morfología del río también repercute, siendo el Amazonas un río meándrico que presenta mayor erosión en las zonas cóncavas de su curso.

El tema de inundación, según los testimonios de pobladores del lugar, estas pueden llegar a inundar sus viviendas que se encuentran actualmente a una distancia de 100 metros de la margen de la terraza baja. Cabe mencionar que el comportamiento del nivel de agua del río Amazonas tiene como épocas de creciente, los meses de marzo a mayo, vaciante, los meses de agosto a octubre y los demás meses son épocas de transición para el cauce del río Amazonas. Por lo que en meses de crecida el dinamismo fluvial del río Amazonas puede influir más en los riesgos geodinámicos existentes, los testimonios de los pobladores sirve de mucha ayuda para el análisis de mayor incidencia de erosión en la zona de interés.

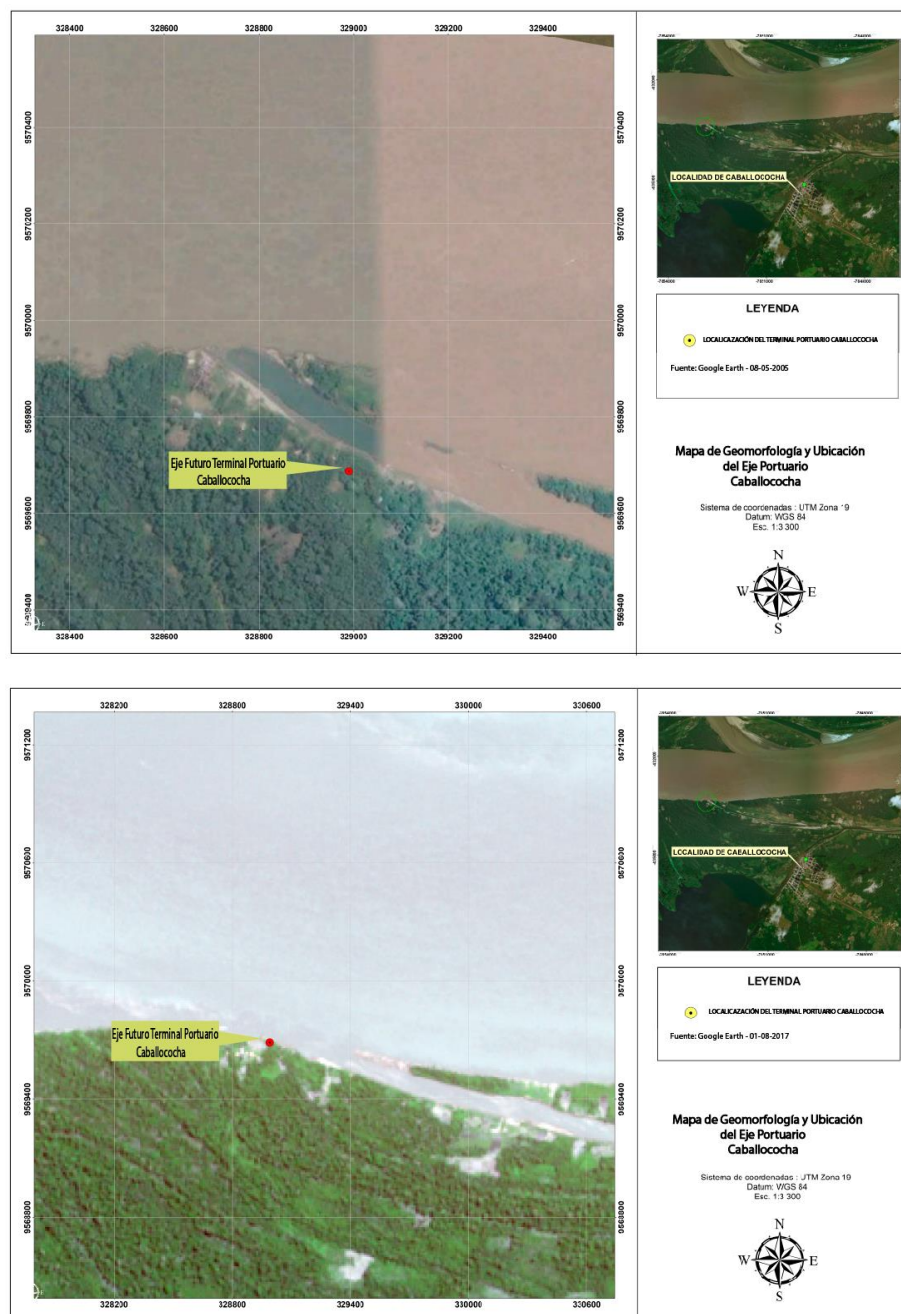
La Figura 3.1-18 se muestra la morfología de la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Caballococha en las fechas de setiembre del 2005 y agosto del 2017, para hacer una comparación de los cambios morfológicos en la ribera de la localidad de Caballococha y determinar zonas erosionadas por la dinámica fluvial.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**



  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

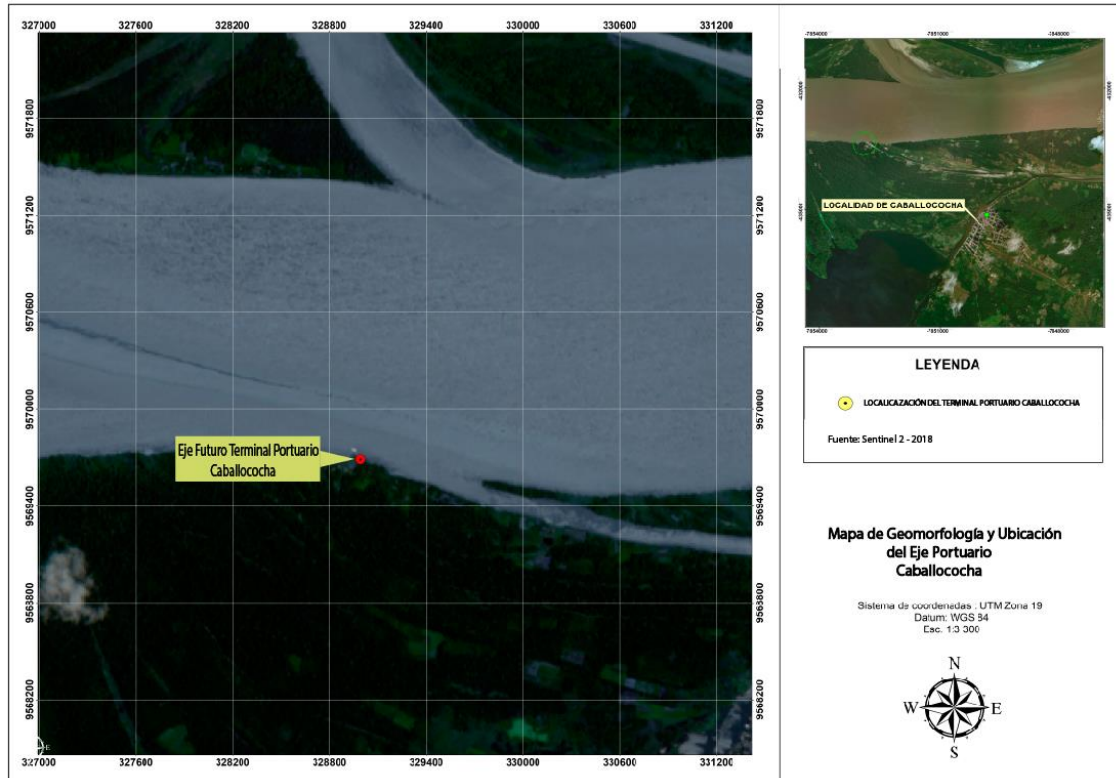
  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 539011



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

La Figura 3.1-19 se muestra la morfología de la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Cabalococho, en marzo del 2017.



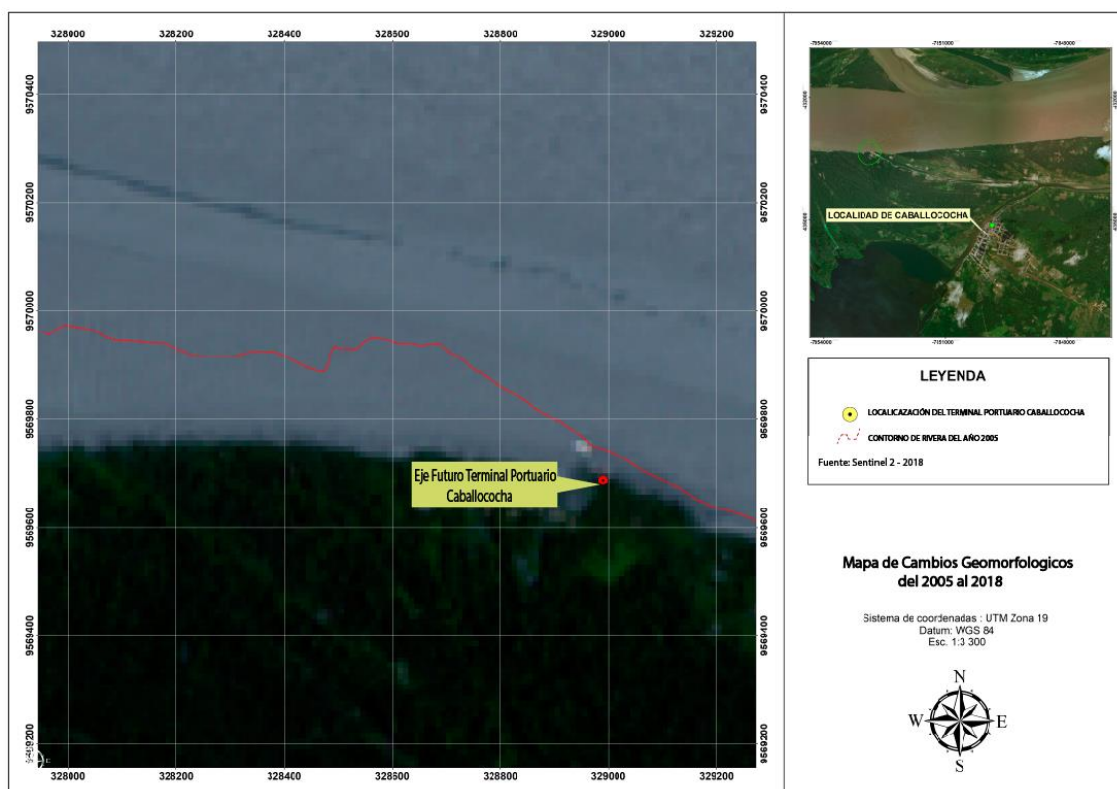
EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 539011

**Figura 3.1-19:** Imagen satelital actual, año marzo del 2018.

Fuente: CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa.

En la Figura 3.1-20 se puede identificar el cambio de la morfología de la ribera, comparando imágenes de satélite de las fechas de setiembre 2005 y marzo 2018, la línea roja nos muestran las variaciones de terreno; a causa de la dinámica de erosión del río Amazonas. De esta manera se pudo determinar zonas que hayan sido afectadas con mayor erosión..



**Figura 3.1-20:** Evidencia gran influencia erosional del río Amazonas.  
 Fuente: Imagen Sentinel 2, marzo del 2018, elaboración propia.

### 3.1.8. Geología y riesgos geodinámicos del futuro terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa

#### 3.1.8.1. Geología local del futuro terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa

El centro poblado de Santa Rosa, se encuentra asentada en una zona de barra o islote que se desarrolló en medio del río Amazonas. La zona en mención se encuentra en el límite entre los países de Perú, Colombia y Brasil. Este punto es el más alejado y el punto final en la construcción de terminales portuarios, pero por estar en la frontera es uno de los más importantes.

La geología y análisis de la sedimentación en este punto se tomó en cuenta sabiendo que se está haciendo trabajos en una barra o islote, por lo que las consideraciones de sedimentos son algo particular.



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

Se tratan de sedimentos de edad cuaternario compuestos por material suelto arenoso de grano fino en la parte superior; posee un espesor de estrato de 0.5 m, que sobreyace en contacto erosivo a una delgada capa de aproximadamente 0.20 cm de paleosuelo. Este paleosuelo que en realidad no es muy antiguo, posee además limos y arenas una cantidad apreciable de restos de hojas y fragmentos de troncos en etapa de descomposición, por lo que adquiere una coloración marrón más oscura. Debajo de esta capa se desarrolla un estrato de limos de color gris claro a beige, de fácil disgregamiento, que es la unidad de suelo más común en la región.

Es muy evidente notar los cambios de la morfología y topografía en épocas de estiaje e inundación en las imágenes satelitales, donde se observa que el aumento del caudal del río inunda gran parte de la ribera del islote, especialmente en su borde oeste que encara al canal principal del río Amazonas, y que además se forma un río transversal que atraviesa al islote, dividiéndola en dos partes durante los meses de mayor precipitación. La ubicación del terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa que queda en el lado este de la isla garantiza una zona de mayor estabilidad a agentes erosivos y de inundación, puesto que se eligió un área que se encuentra en la terraza alta que aproximadamente se encuentra a 1.7m sobre el espejo de agua en tiempo de mayor caudal.

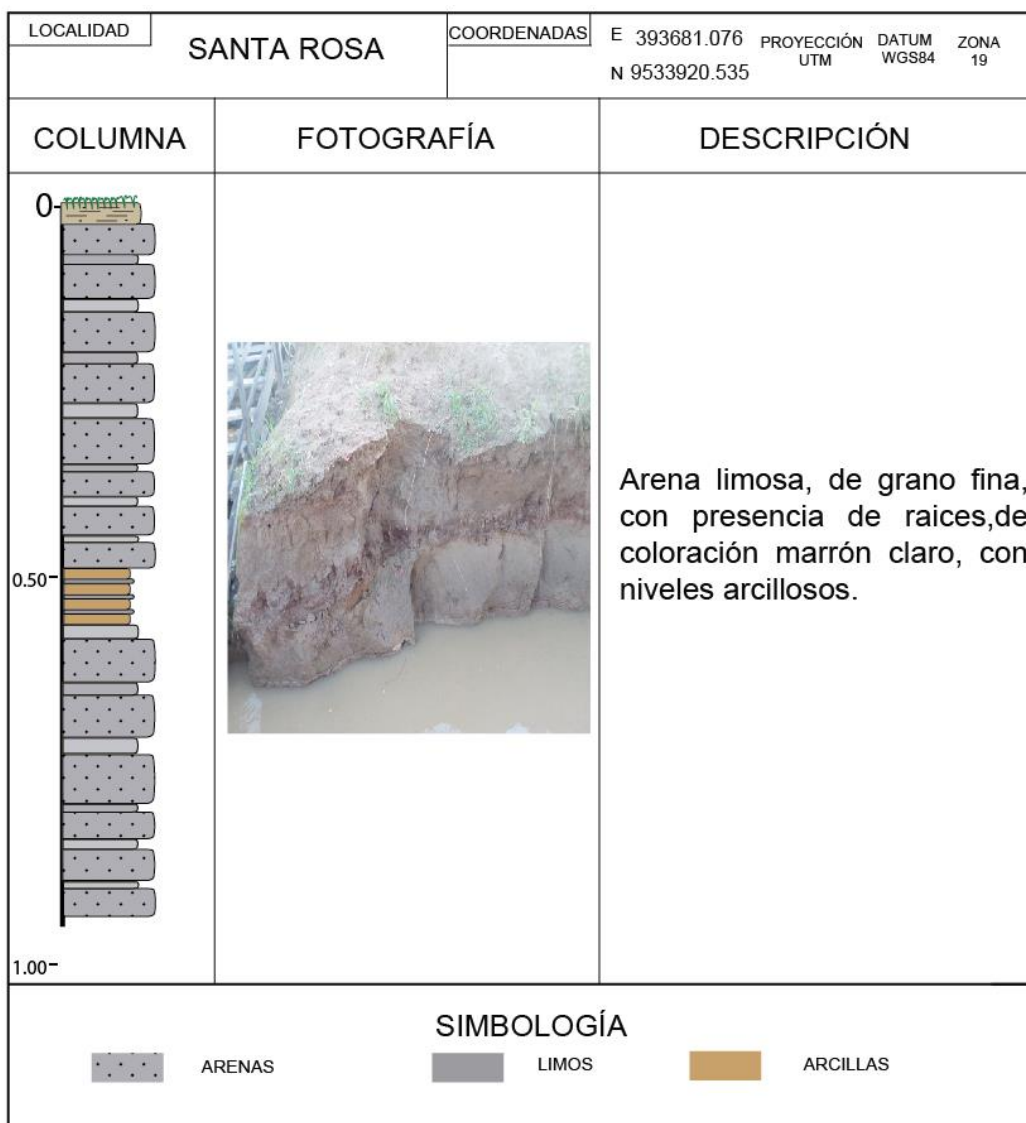
En la Figura 3.1-21 se observa la columan estratigráfica levantada en la zona asignada al terminal portuario de pasajeros Santa Rosa, compuesto principalmente por material de arena de grano fino que admite un nivel conformado por un paleosuelo que recuerda el gran dinamismo del río Amazonas.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
 Versión 01

INFORME FINAL



  
 EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
 Lazaro Ampiero Cayo  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53911

**Figura 3.1-21** : Columna estratigráfica de la localidad de Santa Rosa.  
 Fuente: Proyecto visita de campo, elaboración propia.

La Figura 3.1-22 muestra al tipo de sedimento que predomina en la localidad de Santa Rosa, lo que evidencia ser una zona de depósito fluvial donde se desarrolló una importante acumulación de barras de arena que formaron una isla de tamaño suficientemente grande para ser habitable.



**Figura 3.1-22:** Geología de la localidad de Santa rosa, talud de ribera.

Fuente: Proyecto visita de campo

### 3.1.8.2. Identificación de riesgos geodinámicos en la localización del futuro terminal portuario de Santa Rosa

Los riesgos identificados son las siguientes:

#### Riesgo geodinámico por inundación

En cuanto a la dinámica de corriente del río Amazonas (dirección de corriente NW-SE), si bien nos encontramos en el tramo medio-bajo de la Cuenca Amazonas, existe una constante erosión en los taludes de las terrazas, siendo este proceso lento. En la zona donde se procederá la construcción del terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa los procesos de geodinámica por erosión están muy disminuidos, en base a la configuración fluvial y la dirección de corrientes que se concentran por lo general en la parte central del cauce del río.

#### Riesgo geodinámico por erosión

En épocas de crecida el río Amazonas es capaz de dejar bajo el agua grandes áreas habitadas en el ámbito poblacional de Santa Rosa. Se pudo observar en campo como la inundación actúa significativamente en el extremo sur de la barra o islote que está ocupado por lugareños; por otro lado, existe un canal abandonado en periodos de estiaje que en épocas de lluvia forma un canal que atraviesa de lado a lado el islote, dividiendo

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



la población en dos. Este problema de geodinámica se dejó de lado con la nueva ubicación del terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa, donde en base a la morfología de la zona y la dinámica del río Amazonas se afirma que existe poca probabilidad en la zona para cualquier problema de inundación, puesto que además la diferencia en cota del espejo de agua en tiempo de lluvia con la terraza donde se construirá el terminal portuario de pasajeros Santa Rosa es de 1.7m. según al perfil topográfico realizado en campo (CA-180201-GT-SR-01-0).

### 3.1.8.3. Análisis de erosión y variación de cauce del río amazonas en el futuro terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa

En base a las imágenes satelitales (Google Earth y Sentinel 2) y según las observaciones que se realizó en campo, se evaluó la dinámica de erosión y las variaciones de cauce (zonas inundables), con la finalidad de identificar los puntos de mayor influencia de erosión e inundación. Cabe mencionar que el comportamiento del nivel de agua del río Amazonas tiene como épocas de creciente los meses de marzo a mayo, de vaciante los meses de agosto a octubre y los demás meses son épocas de transición. Por lo que en meses de crecida el dinamismo fluvial del río Amazonas puede influir más en los riesgos geodinámicos existentes.

En cuanto a los niveles de inundación, fue indispensable el uso de las imágenes de satélite que muestran claramente la variación de flujo de agua producto de la crecida y vaciante del caudal del río Amazonas. Las imágenes obtenidas en los años 2015 al 2018 se observan cambios importantes, a pesar de la poca diferencia de años se evidencia la vulnerabilidad de algunos sectores de la isla a sufrir inundaciones en las crecidas que afectan sobre todo a las terrazas bajas del borde sur de la isla, donde se instaló parte del poblado de Santa Rosa.

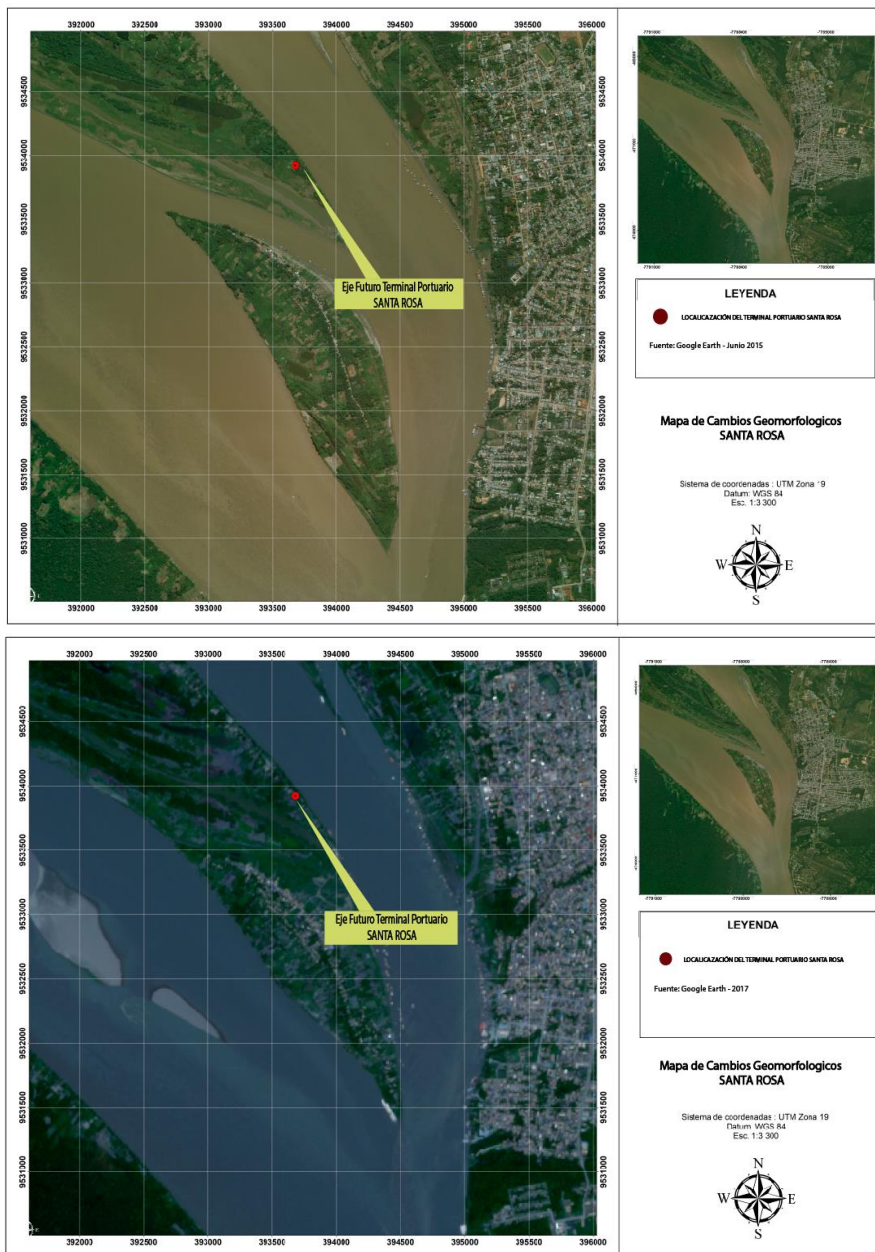
En la Figura 3.1-23 se evidencia según las imágenes de satélite tomadas en épocas de transición, importantes diferencias en la forma del islote o barra fluvial. Observamos el grado de inundación por el que pasa la localidad de Santa Rosa que en la figura 3.1.8.3-1 en la parte superior muestra la imagen tomada en junio del 2015 que corresponde a época de vaciante (año extraordinario). En la parte inferior de la figura se observa la imagen mostrando la misma zona en una época de transición que corresponde a febrero del 2017. Se observa en relación a la morfología de la zona que esta es cambiante y su forma y tamaño depende de la cantidad de agua que este siendo transportado por el río Amazonas.

Todos los indicios de problemas de inundación y geodinámica del río Amazonas dieron como prioridad la elección de una zona que reúna las condiciones de estabilidad de taludes, con poca dinámica del río y con problemas mínimos de inundación, por lo que

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

durante el recorrido y la inspección de la zona de Santa Rosa se sugirió la ubicación en una zona óptima con condiciones que garantizan una mejor resistencia a los cambios geodinámicos que son propios de la dinámica del río Amazonas



**Figura 3.1-23:** Comparación de imágenes de satélite de la localidad de Santa Rosa. En la figura superior, junio del 2015, época de vaciante transición (año extraordinario). En la figura inferior, época de creciente, febrero del 2017.

Fuente: Imagen Sentinel 2 y Google Earth, elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazarus Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

En la Figura 3.1-24 hay zonas inestables producto de la erosión fluvial. Observamos como un árbol ha caído por la erosión del río, que durante el proceso de inundación las corrientes de agua del río Amazonas fueron erosionando su base hasta desestabilizar el árbol. Este fenómeno es muy común a lo largo del recorrido del río, pero la zona donde se recomendó la colocación del terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa goza de un alto grado de estabilidad frente a fenómenos de erosión y variación de cauce.



**Figura 3.1-24:** Zona de inestabilidad en margen de terraza, a unos metros de la segunda propuesta de eje portuario.

Fuente: CA-180201-INF-02-0, Evaluación de las Características y Condiciones Geológicas de los Futuros Terminales de Pasajeros de las Principales Localidades de Río Amazonas, Tramos Iquitos-Santa Rosa.

### 3.2. INVESTIGACIONES DE GEOTÉCNIA

Las investigaciones geotécnicas se realizaron por métodos directos, tales como calicatas, sondeo manual con barrena y sondeos por medio de ensayos SPT.

Con la finalidad de obtener, más información de las propiedades física – mecánica de los estratos a mayores profundidades, se complementó las técnicas de investigación con sondeos a rotación con SPT.

#### 3.2.1. Ubicación de Puntos de Investigación con GPS Navegador

La brigada de topografía, ubicó los puntos de investigación (SPT, DPL y calicatas), utilizando un GPS Navegador, marca Garmin, modelo Monterra.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

Después de ubicar los puntos de investigación, se dejaron señales, en las cuales se anotaron sus nombres correspondientes.

En la Figura 3.2-1, se muestra a manera de ilustración, la ubicación y señalización del punto de investigación SPT-1-IND del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana.



**Figura 3.2-1:** Ubicación del punto de investigación SPT-1-IND con GPS navegador.  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-2, se muestra a manera de ilustración, la señalización de los puntos de investigación geotécnica, en el futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 3.2-2:** Señalización de los puntos de investigación en el Terminal de Pasajeros de Indiana

Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-3, Figura 3.2-4 y Figura 3.2-5 se muestra a manera de ilustración, la ubicación y señalización de los puntos de investigación geotécnica, en el futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas.



**Figura 3.2-3:** Señalización de la calicata C-03-PEB

Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 3.2-4:** Señalización del punto DPL-02-PEB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).



**Figura 3.2-5:** Señalización del punto SPT-01-PEB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

En la Figura 3.2-6, se muestra a manera de ilustración, la ubicación y señalización del punto de investigación SPT-2-SPA del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo.



**Figura 3.2-6:** Señalización del punto SPT-2-SPA  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-7, se muestra a manera de ilustración, la ubicación y señalización del punto de investigación C-03-SPA del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo.



**Figura 3.2-7:** Señalización del punto C-03-SPA  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

Debido a que las calicatas, C-1-SPA, C-2-SPA y C-3-SPA se ubicaban en el río, no se ejecutaron estas. Sin embargo, se reubicó la calicata C-1-SPA, renombrándola como C-1N-SPA. Asimismo, con la finalidad de analizar los estratos debajo del lecho del río, se reemplazaron las calicatas, C-2-SPA y C-3-SPA por un sondeo mecánico a rotación con recuperación de muestras, incluyéndose los ensayos SPT. Por tanto, se realizó un punto adicional de investigación designado como SPT-4-SPA. Ver Figura 3.2-8.



**Figura 3.2-8:** Señalización del punto SPT-4-SPA en el futuro Terminal de Pasajeros de San Pablo.  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

El punto de investigación DPL-1-SPA, correspondiente al futuro Terminal de Pasajeros de San Pablo, se muestra en la Figura 3.2-9.



**Figura 3.2-9:** Señalización del punto DPL-01-SPA  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

Las ubicaciones y señalizaciones de los puntos de investigación, DPL-2-SPA y DPL-3- SPA del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo, se muestra en la Figura 3.2-10.



**Figura 3.2-10:** Ubicación y señalización de los puntos de investigación DPL-02-SPA y DPL-03-SPA  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-11, se muestra a manera de ilustración, las ubicaciones y señalizaciones de los puntos de investigación C-3-CAB y DPL-3-CAB del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Cabalococha.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 3.2-11:** Ubicación y señalización de los puntos de investigación, C-03-CAB y DPL-03-CAB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-12, se muestra a manera de ilustración, una vista panorámica de las ubicaciones y señalizaciones de los puntos de investigación C-3-SAR y DPL-3-SAR del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Santa Rosa. Nótese en la parte posterior la señalización del punto de investigación SPT-3-SAR, ubicada al pie de talud del Río Amazonas.



**Figura 3.2-12:** Ubicación y señalización de los puntos de investigación, C-03-SR y DPL-03-SR  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

### 3.2.2. Replanteo Topográfico y Levantamiento Topo-Batimétrico

Después de haber ubicados los puntos de investigación con GPS navegador, se procedió a despejar el acceso a cada punto de investigación y luego el área de trabajo, en un radio aproximado de 3.0 m.

Posteriormente se procedió a darle posición a los puntos de investigación geotécnica, utilizando una estación total. Para georeferenciarlos se utilizaron los puntos de control establecidos en el estudio a nivel de perfil.

En el caso del futuro Terminal de Pasajeros de Cabalococha, no se encontró el punto de control (CBC-2), por lo cual se utilizó el punto de control CBC-1, establecido en el estudio a nivel de perfil y se colocó un nuevo hito (CBC-3), georeferenciándolo con un GPS navegador.

En la Figura 3.2-13, se muestran los puntos de control utilizados para el replanteo y levantamiento topo-batimétrico en el Terminal de Pasajeros de Cabalococha. Nótese a la izquierda el punto de control CBC-1 y a la derecha el punto CBC-3 (nuevo).



**Figura 3.2-13:** Puntos de control topográfico, CBC-1 y CBC- 3  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-14, se muestra el levantamiento topográfico del terreno y las señalizaciones de los puntos de investigación en el Terminal de Pasajeros de Cabalococha.

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 3.2-14:** Levantamiento topográfico del terreno y puntos de investigación  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-15, se muestra a manera de ilustración, el levantamiento topográfico de los puntos de investigación en el futuro Terminal de Pasajeros de Santa Rosa.



**Figura 3.2-15:** Levantamiento topográfico de los puntos C-03-SR, DPL-03-SR y SPT-03-SR  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

### 3.2.3. Exploración de Campo (In Situ)

Las exploraciones geotécnicas se realizaron mediante técnicas de investigación de campo. Las técnicas de investigación fueron las siguientes:

- Método de ensayo de penetración estándar SPT. ASTM D1586
- Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL). DIN 4094
- Calicatas. ASTM D420
- Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena. ASTM D 1452

#### 3.2.3.1. Terminal Portuario de Pasajeros Indiana

En el terminal portuario de pasajeros se realizaron 04 SPT, 03 DPL y 03 calicatas.

En la Figura 3.2-16, muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo de penetración estándar, SPT-4-IND. Esta investigación se realizó en el hombro del talud más alto del río.



**Figura 3.2-16:** Ensayo de penetración dinámica, SPT-4-IND  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-17, se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo DPL, DPL-2-IND. Nótese en la parte posterior las operaciones ejecutadas para realizar el ensayo de penetración dinámica, SPT-2-IND.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 3.2-17:** Ensayo DPL, DPL-2-IND  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-18, se muestra la ejecución de las excavaciones de las calicatas, C-2-IND y C-3-IND. Cabe indicar que en estas calicatas se observaron filtraciones de agua de las paredes, más no, nivel freático. Nótese la calicata C-3-IND, esta se encuentra más cercana al río.



**Figura 3.2-18:** Excavaciones de las calicatas, C-2-IND y C- 3-IND  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

En la Tabla 3.2-1 se presenta las ubicaciones de los puntos de investigación realizadas en campo. Las coordenadas se presentan en el sistema WGS 84.

**Tabla 3.2-1:** *Coordenadas de los puntos de investigación*

| TERMINAL PORTUARIO | PUNTOS DE INVESTIGACIÓN | COORDENADAS |             | COTA TERRENO (m.s.n.m) |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------------------|
|                    |                         | ESTE (m)    | NORTE (m)   |                        |
| INDIANA            | SPT-1-IND               | 717710.447  | 9612914.160 | 94.075                 |
|                    | SPT-2-IND               | 717703.963  | 9612903.180 | 92.897                 |
|                    | SPT-3-IND               | 717717.740  | 9612878.170 | 86.858                 |
|                    | SPT-4-IND               | 717712.814  | 9612886.900 | 91.483                 |
|                    | DPL-1-IND               | 717713.767  | 9612922.840 | 95.105                 |
|                    | DPL-2-IND               | 717708.738  | 9612905.800 | 93.326                 |
|                    | DPL-3-IND               | 717713.760  | 9612885.140 | 90.866                 |
|                    | C-1-IND                 | 717703.021  | 9612916.590 | 93.898                 |
|                    | C-2-IND                 | 717716.835  | 9612917.400 | 94.715                 |
|                    | C-3-IND                 | 717714.167  | 9612909.120 | 93.914                 |

Fuente: Elaboración propia (Mayo 2018)

### 3.2.3.2. Terminal Portuario de Pasajeros Pebas

En el terminal portuario de pasajeros se realizaron 03 SPT, 02 DPL, 03 calicatas y 01 trinchera. Cabe indicar que el DPL-3-PEB, se ubicaba en el río, por tal motivo se omitió su ejecución.

En la Figura 3.2-19 se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo de penetración estándar, SPT-2-PEB. Esta investigación se realizó en lecho de río.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 3.2-19:** Perforación diamantina con SPT. SPT-2-PEB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

Las investigaciones realizadas en el lecho de río, como por ejemplo el SPT-2-PEB y SPT-3-PEB, se ejecutaron con una máquina perforadora, marca H200D, con la finalidad de extraer las muestras de los estratos a mayores profundidades. Asimismo, se utilizó un casing, el cual evitó derrumbes al momento de realizar los SPT.

En la Figura 3.2-20, se muestra a manera de ilustración la perforación diamantina con SPT, en el punto de investigación, SPT-2-PEB.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 3.2-20:** Perforación diamantina con SPT. SPT-2-PEB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

Después de realizar los ensayos de penetración estándar, se recuperaron las muestras de suelo. Ver Figura 3.2-21.



**Figura 3.2-21:** Recuperación de muestra con tubo de caña partida.  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

En la Figura 3.2-22, se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo DPL, DPL-2-PEB. Nótese en la parte posterior las operaciones ejecutadas para realizar el ensayo de penetración dinámica, SPT-2-PEB.



**Figura 3.2-22:** Ensayo DPL, DPL-2-PEB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-23, se muestra la ejecución de las excavaciones de las calicatas, C-1-PEB. Nótese el nivel freático en la calicata.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 3.2-23:** Excavaciones de las calicatas, C-1-PEB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

Cabe indicar que, debido a la presencia de nivel freático alto, se completó la investigación, utilizando una barrena manual.

En la Figura 3.2-23 (lado derecho), se muestra una zanja con graderías. Esta gradería, correspondiente a la trinchera, nos permitió visualizar de manera visual, el tipo de suelo existente en el talud. Además, sirvió para verificar la correlación de los diferentes estratos, encontrados en la zona de estudio.

En la Tabla 3.2-2 se presenta las ubicaciones de los puntos de investigación realizados en campo. Las coordenadas se presentan en el sistema WGS 84.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

**Tabla 3.2-2:** *Coordenadas de los puntos de investigación*

| TERMINAL PORTUARIO | PUNTOS DE INVESTIGACIÓN | COORDENADAS |             | COTA TERRENO (m.s.n.m.) |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
|                    |                         | ESTE (m)    | NORTE (m)   |                         |
| PEBAS              | SPT-1-PEB               | 184058.691  | 9631816.380 | 79.752                  |
|                    | SPT-2-PEB               | 184047.300  | 9631810.310 | 77.800                  |
|                    | SPT-3-PEB               | 184048.146  | 9631805.120 | 75.050                  |
|                    | DPL-1-PEB               | 184065.090  | 9631822.660 | 79.300                  |
|                    | DPL-2-PEB               | 184053.328  | 9631813.150 | 79.820                  |
|                    | C-1-PEB                 | 184051.400  | 9631827.020 | 80.183                  |
|                    | C-2-PEB                 | 184059.090  | 9631810.480 | 79.750                  |
|                    | C-3-PEB                 | 184070.454  | 9631827.320 | 82.050                  |

Fuente: Elaboración propia (Mayo 2018)

### 3.2.3.3. Terminal Portuario de Pasajeros San Pablo

En el terminal portuario de pasajeros se realizaron 04 SPT, 01 DPL y 01 calicata.

Cabe indicar que el DPL-2-SPA y DPL-3-SPA, se ubicaban en el río, por tal motivo se omitió su ejecución.

Las calicatas, C-1-SPA, C-2-SPA y C-3-SPA se ubicaban en el río, por tal motivo se omitió su ejecución. Sin embargo, se reubicó la calicata C-1-SPA, renombrándola como C-1N-SPA. Asimismo, con la finalidad de analizar los estratos debajo del lecho del río, se reemplazaron las calicatas, C-2-SPA y C-3-SPA por un sondeo mecánico a rotación con recuperación de muestras, incluyéndose los ensayos SPT. Por tanto, se realizó un punto adicional de investigación designado como SPT-4-SPA.

En la Figura 3.2-24, se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo de penetración estándar, SPT-1-SPA. Nótese en la parte posterior, las operaciones realizadas para ejecutar las perforaciones diamantinas con SPT (SPT-2-SPA).

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 3.2-24:** Ensayo de penetración estándar SPT, SPT-1-SPA  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-25, se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo DPL, DPL-1-SPA. Nótese en la parte posterior las operaciones ejecutadas para realizar el ensayo de penetración dinámica, SPT-1-SPA.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 3.2-25:** Ensayo DPL. DPL-1-SPA  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-26, se muestra la ejecución de las excavaciones de las calicatas, C-1N-SPA. En la calicata no se alcanzó el nivel freático.



**Figura 3.2-26:** Excavación de calicata. C-1N-SPA  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En esta calicata se encontró un estrato uniforme de arcilla de alta plasticidad, hasta los 3.00 m de profundidad. De esta calicata se extrajo una muestra inalterada en bloque. Ver Figura 3.2-27.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 3.2-27:** Extracción de muestra inalterada en bloque de la calicata C-1N-SPA  
 Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

En la Tabla 3.2-3 se presenta las ubicaciones de los puntos de investigación realizadas en campo. Las coordenadas se presentan en el sistema WGS 84.

**Tabla 3.2-3:** Coordenadas de los puntos de investigación

| TERMINAL PORTUARIO | PUNTOS DE INVESTIGACIÓN | COORDENADAS |             | COTA TERRENO (m.s.n.m.) |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
|                    |                         | ESTE (m)    | NORTE (m)   |                         |
| SAN PABLO          | SPT-1-SPA               | 266688.687  | 9555611.600 | 75.082                  |
|                    | SPT-2-SPA               | 266687.573  | 9555618.810 | 74.099                  |
|                    | SPT-3-SPA               | 266686.358  | 9555631.280 | 71.850                  |
|                    | SPT-4-SPA               | 266696.571  | 9555625.050 | 72.818                  |
|                    | DPL-1-SPA               | 266686.461  | 9555609.110 | 75.714                  |
|                    | C-1N-SPA                | 266689.309  | 9555608.540 | 75.576                  |

Fuente: Elaboración propia (Mayo 2018)

#### 3.2.3.4. Terminal Portuario de Pasajeros Caballococha

En el terminal portuario de pasajeros se realizaron 03 SPT, 03 DPL y 03 calicatas.

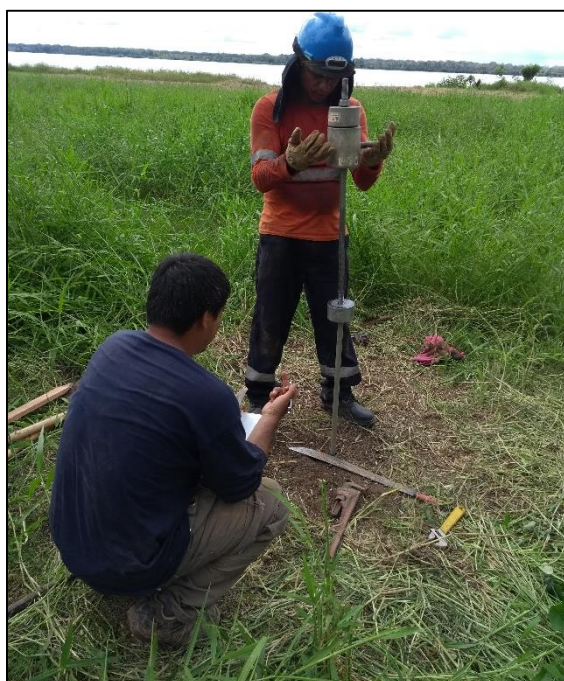
Cabe indicar que el SPT-3-CAB, se ubicaba en el río, por tal motivo se realizó la investigación mediante sondeo mecánico a rotación con recuperación de muestras, incluyéndose los ensayos SPT.

En la Figura 3.2-28, se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo de penetración estándar, SPT-3-CAB. Nótese debajo de la plataforma el casing.



**Figura 3.2-28:** Ensayo de penetración estándar SPT, SPT-3-CAB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-29, se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo DPL, DPL-1-CAB.



**Figura 3.2-29:** Ensayo DPL. DPL-1-CAB

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

En la Figura 3.2-30, se muestra la ejecución de las excavaciones de las calicatas, C-2-CAB. En la calicata se alcanzó el nivel freático a una profundidad de 0.89 m. A partir de allí se utilizó una barrena, con la finalidad de llegar a mayores profundidades.



**Figura 3.2-30:** Excavación de calicata. C-2-CAB  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En las tres calicatas se encontró un estrato uniforme de arena limosa, hasta los 2.80 m de profundidad. Cabe indicar que de acuerdo a los ensayos SPT el terreno es muy suelto. Se trató de extraer bloques de muestras inalteradas en las tres calicatas. Sin embargo, no se pudo extraerlas, debido a que el suelo era muy suelto. A manera de ejemplo, ver Figura 3.2-31.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 3.2-31:** Desmoronamiento del bloque de suelo en la calicata C-2-CAB  
 Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Tabla 3.2-4 se presenta las ubicaciones de los puntos de investigación realizados en campo. Las coordenadas se presentan en el sistema WGS 84.

**Tabla 3.2-4:** Coordenadas de los puntos de investigación

| TERMINAL PORTUARIO | PUNTOS DE INVESTIGACIÓN | COORDENADAS |             | COTA TERRENO (m.s.n.m) |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------------------|
|                    |                         | ESTE (m)    | NORTE (m)   |                        |
| CABALLOCOCHA       | SPT-1-CAB               | 328955.240  | 9569632.060 | 71.658                 |
|                    | SPT-2-CAB               | 328965.870  | 9569667.370 | 71.884                 |
|                    | SPT-3-CAB               | 328978.610  | 9569704.080 | 67.606                 |
|                    | DPL-1-CAB               | 328943.700  | 9569627.110 | 71.595                 |
|                    | DPL-2-CAB               | 328954.840  | 9569640.060 | 71.746                 |
|                    | DPL-3-CAB               | 328971.670  | 9569684.280 | 71.914                 |
|                    | C-1-CAB                 | 328949.430  | 9569625.240 | 71.390                 |
|                    | C-2-CAB                 | 328960.530  | 9569638.320 | 71.690                 |
|                    | C-3-CAB                 | 328971.670  | 9569684.280 | 71.909                 |

Fuente: Elaboración propia (Mayo 2018)

### 3.2.3.5. Terminal Portuario de Pasajeros Santa Rosa

En el terminal portuario de pasajeros se realizaron 04 SPT, 03 DPL y 04 calicatas.

Cabe indicar que la calicata C-4-SR y DPL-4-SR, se ubicaba en el río, por tal motivo se reubicó la calicata C-4-SR, dentro de la zona del edificio del terminal y se omitió la ejecución del DPL-4-SR.

El punto de investigación SPT-3-SR, se realizó mediante sondeo mecánico a rotación con recuperación de muestras, incluyéndose los ensayos SPT por intervalos.

En la Figura 3.2-32, se muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo de penetración estándar, SPT-3-SAR



**Figura 3.2-32:** Ensayo de penetración estándar SPT, SPT-3-SAR  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Figura 3.2-33 muestra a manera de ilustración, la ejecución del ensayo DPL, DPL-2-SAR

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



Figura 3.2-33: Ensayo DPL. DPL-2-SAR

En la Figura 3.2-34, se muestra la ejecución de las excavaciones de las calicatas, C-3-SAR. En la calicata se alcanzó el nivel freático a una profundidad de 1.40 m. A partir de allí se utilizó una barrena, con la finalidad de llegar a mayores profundidades.



Figura 3.2-34: Excavación de calicata. C-3-SAR.  
Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

En las tres calicatas se encontró dos estratos bien definidos, en la parte superior se encontró arena limosa de color beige, en un espesor promedio de 1.00 m, a partir de allí se encontró una arena de color gris, hasta los 3.00 m de profundidad. Cabe indicar que de acuerdo a los ensayos SPT el terreno es muy suelto hasta la profundidad indicada. Se trató de extraer bloques de muestras inalteradas en las tres calicatas. Sin embargo, solo se pudo extraer de una de ellas, debido a que el suelo era muy suelto. A manera de ejemplo, ver Figura 3.2-35.



**Figura 3.2-35:** Desmoronamiento del bloque de suelo en la calicata C-3-SAR  
 Fuente: Elaboración propia. (Mayo 2018).

En la Tabla 3.2-5 se presenta las ubicaciones de los puntos de investigación realizadas en campo. Las coordenadas se presentan en el sistema WGS 84.

**Tabla 3.2-5:** Coordenadas de los puntos de investigación

| TERMINAL PORTUARIO | PUNTOS DE INVESTIGACIÓN | COORDENADAS |             | COTA TERRENO (m.s.n.m) |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------------------|
|                    |                         | ESTE (m)    | NORTE (m)   |                        |
| SANTA ROSA         | SPT-1-SAR               | 393685.008  | 9533923.180 | 68.350                 |
|                    | SPT-2-SAR               | 393691.219  | 9533940.310 | 68.540                 |
|                    | SPT-3-SAR               | 393705.944  | 9533936.760 | 67.063                 |
|                    | SPT-4-SAR               | 393693.424  | 9533931.900 | 68.990                 |

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

| TERMINAL PORTUARIO | PUNTOS DE INVESTIGACIÓN | COORDENADAS |             | COTA TERRENO (m.s.n.m) |
|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------------------|
|                    |                         | ESTE (m)    | NORTE (m)   |                        |
|                    | DPL-1-SAR               | 393679.900  | 9533942.560 | 69.052                 |
|                    | DPL-2-SAR               | 393677.828  | 9533930.020 | 68.653                 |
|                    | DPL-3-SAR               | 393696.441  | 9533931.520 | 69.192                 |
|                    | C-1-SAR                 | 393682.458  | 9533933.110 | 68.559                 |
|                    | C-2-SAR                 | 393676.356  | 9533940.720 | 68.909                 |
|                    | C-3-SAR                 | 393696.449  | 9533931.520 | 69.191                 |
|                    | C-4-SAR                 | 393688.374  | 9533932.440 | 68.489                 |

Fuente: Elaboración propia (Mayo 2018)

### 3.3. INVESTIGACIONES DE CANTERAS

Las investigaciones de canteras, se han realizado a través de consultas a los funcionarios públicos de las Municipalidades de las localidades de Indiana, Pebas, San Pablo, Cabalococha y Santa Rosa.

Los Gerentes de Obras de la Municipalidades, informaron que en la zona el único agregado era la arena fina.

Con la finalidad de confirmar, lo indicado por los Gerentes de Obras, se procedió a navegar por el río Amazonas, 10 km aguas arriba y abajo, respecto al eje del futuro terminal portuario de pasajeros.

Debido a que los trabajos se realizaron en la época de creciente, no se encontró ninguna cantera visible en el río.

Además de realizar el recorrido por el río, se procedió a averiguar en las localidades, la existencia de materiales de acopio. Una vez identificados los puntos de acopio, se tomaron muestras de agregados (arena fina) provenientes del Río Amazonas. Finalmente, se comprobó que no había material adecuado para concreto.

Cabe recalcar que los materiales acopiados se encuentran en almacenes de empresas privadas.

Con la finalidad de garantizar el volumen y calidad de agregados para la construcción de los futuros terminales portuarios de pasajeros, se indagó en Iquitos y en algunas entidades públicas, de dónde se explotaban los materiales para la construcción de los



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



proyectos más importantes de la selva. Informaron que uno de los proyectos de construcción más importante, fue el Terminal de Yurimaguas Nueva Reforma.

Se viajó hasta Yurimaguas y se confirmó que las canteras que abastecían agregados en la zona, era la Cantera Palejo y Papaplaya.

Se tomaron muestras del material de acopio de la cantera Palejo y Papaplaya, con la finalidad de verificar la calidad de los agregados.

Se pudo identificar que la cantera Papaplaya, estaba conformada por un banco de arenas y la cantera Palejo, estaba conformado por material grueso (gravas). Ambas se ubican en el río Huallaga.

Más adelante se presentarán los resultados del estudio de canteras.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. ESTUDIO DE GEOLOGÍA

#### 4.1.1. Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Indiana

##### 4.1.1.1. Análisis litológico de calicatas realizadas en campo

El objetivo de una calicata es tener una visión directa del terreno mediante una excavación para su caracterización y análisis. En la localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana se realizaron 3 calicatas ubicadas a la margen izquierda del río Amazonas.

La configuración estratigráfica se encuentra bien definida, hallándose en la parte superficial el top soil que se proyecta hasta los 10 cm de profundidad en promedio. En la identificación y caracterización litológica de las calicatas realizadas en campo, las que están debajo del top soil se observó limoarcillitas de color beige a gris claro y en la base, arcillas con presencia de fragmentos de conchillas, secuencia característica de la Formación Pebas que es típica en toda la región.

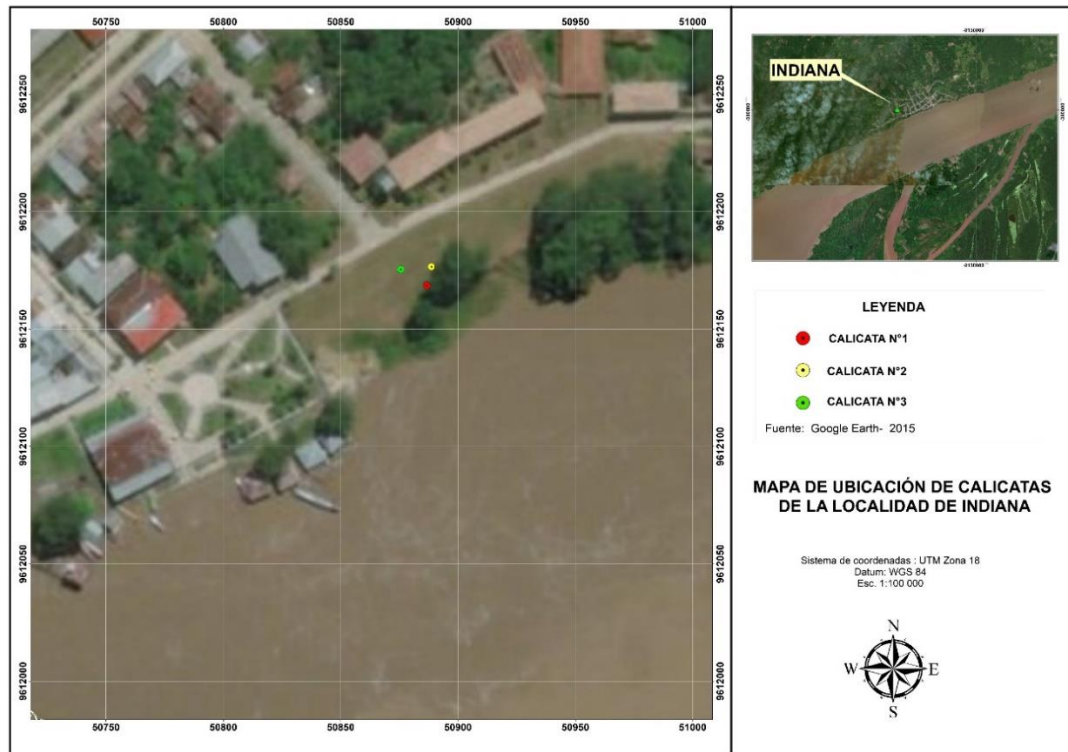
La Figura 4.1-1 muestra la ubicación de las calicatas realizadas en campo, ubicadas en zona de terraza media al borde del río Amazonas.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-1:** Mapa de ubicación de calicatas de la localidad de Indiana.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia

### • Descripción estratigráfica de la Calicata C-1-IND

La calicata 1 se excavó en la margen izquierda del río Amazonas en las coordenadas E 7177703.01 N 9612916.59 a la altura de 93.898 msnm. Se ubica a 20 m al NO del sondaje 1 y a 50 m del río Amazonas. La profundidad de corte fue hasta los 3.00 m. con ayuda de una barrena manual, se pudo determinar que toda dicha profundidad se encuentra compuesto por un solo nivel arcilloso. La configuración estratigráfica es bien definida, hallándose suelo hasta los 10 cm de profundidad.

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose un solo nivel litoestratigráfico, compuesto por limoarcillitas de color beige a gris claro, plásticas, y medianamente compactas, se pudo observar presencia de raíces. Esta secuencia arcillosa presenta una correlación litológica con los primeros metros de perforación del sondaje N°1, realizado a uno 10m de distancia de la calicata N°1.

La Figura 4.1-2 muestra la columna litológica de la calicata C-1-IND realizada en campo, que abarca el área de localización del futuro Terminal Portuario de Pasajeros Indiana, ubicada en zona de terraza alta, 93.89 msnm.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 4.1-2:** Formato de descripción de calicata C-1-IND.  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia

• **Descripción estratigráfica de la Calicata C-2-IND**

La profundidad de corte es hasta los 3.00 m. La configuración estratigráfica es bien definida, hallándose top soil hasta los 10 cm de profundidad.

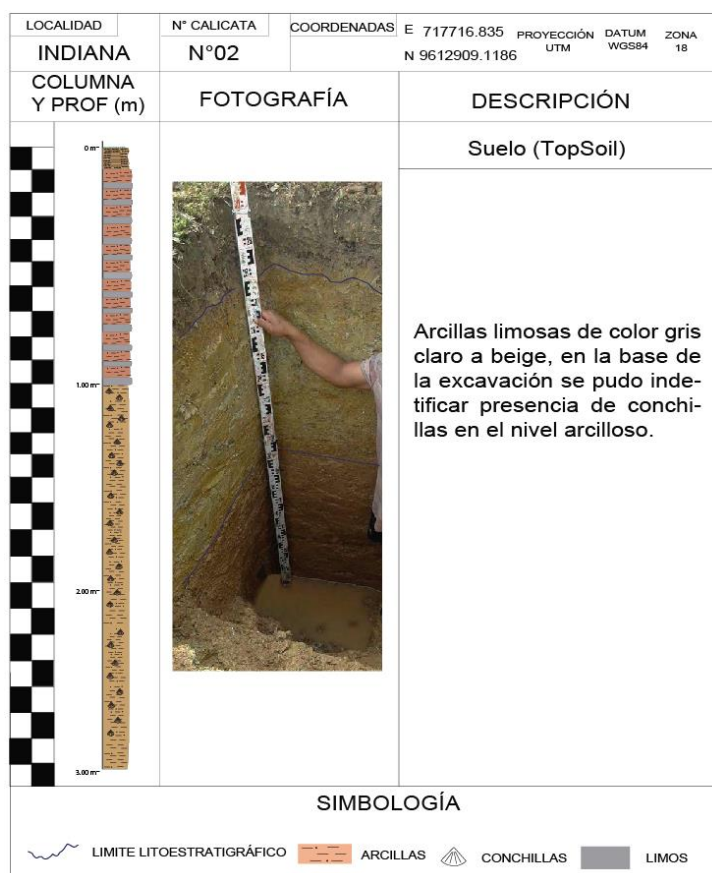
La identificación y la caracterización del material se realizaron a partir de los 10 cm, hallándose hasta el primer metro de profundidad un nivel de arcillas de color beige a gris claro, de humedad baja, plasticidad baja y de consistencia blanda a rígida.

El siguiente nivel estratigráfico se halló a partir de 1.00 hasta los 3.00 metros de profundidad, se encuentra compuesto por material arcilloso de color marrón claro, de humedad baja, plasticidad baja y de consistencia media, se pudo identificar la presencia de fragmento de conchillas, en niveles arcillosos, en la base de la excavación.

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**

La Figura 4.1-3 muestra la columna litológica de la calicata C-2-IND realizada en campo, área de localización del futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana, ubicada en una zona de terraza alta, altura 94.7 msnm. Se realizó la estratigrafía hasta los 3.00 m de profundidad.



**Figura 4.1-3:** Formato de descripción de calicata C-2-IND  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia

**• Descripción estratigráfica de la Calicata C-3-IND**

La profundidad a la que se alcanzó fue hasta 3.00 m. La configuración estratigráfica es bien definida, hallándose top soil hasta los 10 cm de profundidad.

La identificación y la caracterización del material se realizaron a partir de los 10 cm, hallándose hasta el primer metro de profundidad, un nivel de arcillas de color beige a gris claro, baja humedad, de plasticidad baja y de consistencia blanda. Se pudo observar lentes de arena de grano fino y presencia de raíces delgadas, hasta los primeros 0.50 m

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

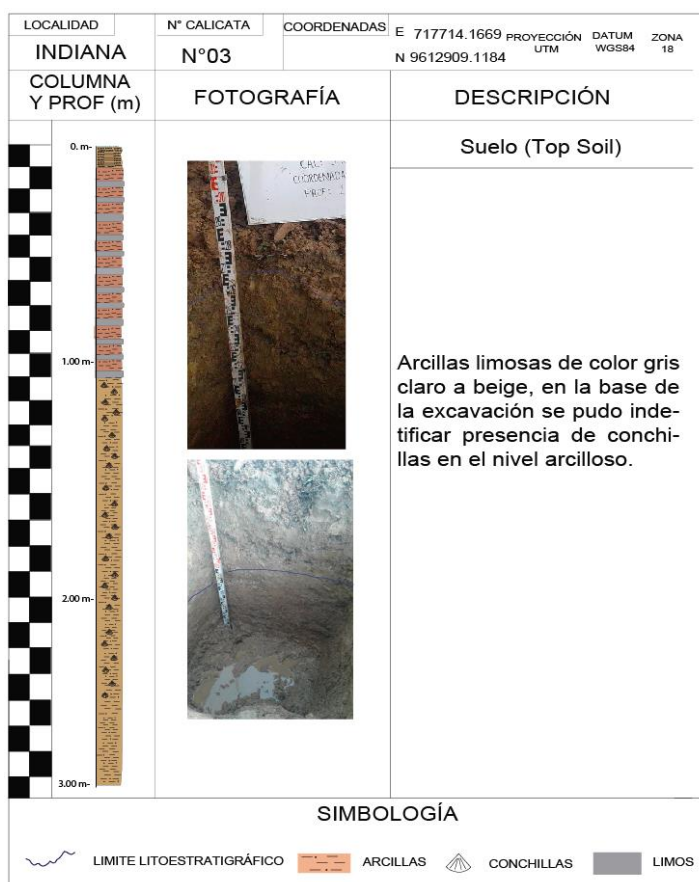
**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**

de profundidad, los que modifican las figuras sedimentarias del nivel estratigráfico de manera muy suave.

En el siguiente nivel estratigráfico que abarca el intervalo desde 1.00 hasta 1.60 metros de profundidad se observa material arcilloso de color marrón claro, de baja plasticidad, medianamente consistente, que albergan esporádicos fragmentos de conchillas. Las arcillas se pudieron correlacionar con los primeros metros del sondaje SPT-1-IND y sondaje SPT-2-IND, que se encuentran a 10 y 20 metros, respectivamente de la calicata C-3-IND.

La Figura 4.1-4 muestra la columna litológica de la calicata C-3-IND realizada en campo, área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana, ubicada en una zona de terraza alta, altura 94.7 msnm.



**Figura 4.1-4:** Formato de descripción de calicata C-3-IND  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



#### 4.1.1.2. Análisis litoestratigráfico de los testigos de perforación

El análisis de los testigos de perforación es tratado de manera individual inicialmente, con la finalidad de determinar las características litológicas, espesores y análisis físico de compactación y características apreciables en las muestras de perforación.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-1-IND**

La distribución de los sedimentos en el sondaje SPT-1-IND; que para el estudio realizado en campo fue denominado como SPT-1-IND, por haberse realizado ensayos de resistencia del suelo en dicho sondaje. Se identificó casi en su totalidad secuencia de arcillas de baja plasticidad, de color marrón claro, bajo contenido de humedad, de baja compresibilidad; la consistencia que va aumentando la rigidez de las arcillas a mayor profundidad.

Este sondaje guarda una correlación litológica con el Sondaje SPT-2-IND, que se ubica a unos 10 m de distancia

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-2-IND**

La distribución de los sedimentos en el sondaje SPT-2-IND, que para el estudio en campo fue denominado como SPT-2-IND, debido a que en ella se realizaron ensayos in situ poseen una secuencia litológica que evidencia un ambiente deposicional de sedimentos limo arcilloso de baja plasticidad, de color marrón claro a beige, contenido de humedad media y de consistencia media a firme. Se pudo observar que el contenido de arcilla va en aumento desde los 5.00 m de profundidad. En los últimos metros de sondaje la característica de consistencia se vuelve muy rígida a dura.

Existe una correlación estratigráfica con los sondajes SPT-4-IND y SPT-1-IND, en casi la totalidad de la secuencia sedimentológica, por encontrarse casi al mismo nivel topográfico con estos sondajes.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-3-IND**

El sondaje SPT-3-IND admitió ensayo in situ en dicho sondaje. La distribución de los sedimentos inicia con una capa de arcillas de 3.20 m. de espesor que presenta una coloración gris claro hasta 1.80 m. y cambia a un marrón claro hasta los 3.20m; dichas arcillas tienen como característica en común presentar una plasticidad media a alta, consistencia dura, el porcentaje de humedad puede variar entre medio a alto; se pudo evidenciar presencia de conchillas en los últimos centímetros de este nivel de arcillas.

En el sondaje se pudo observar un nivel de 0.15 m. de material arcilloso bituminoso, de coloración oscura, seguido de un lente de arena de grano fino color marrón claro y

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

matriz arcillosa, poco cohesiva, con un espesor que varía desde los 3.35 m hasta 4.20 m. La secuencia litológica continúa seguida de un material netamente arcilloso, de coloración que varía desde el marrón claro hasta el verde claro, consistencia dura, de plasticidad media a alta, cuya profundidad en el sondaje está en el intervalo desde los 4.20 m hasta 8.15 m, donde de manera esporádica se pudo observar fragmentos de conchillas que se volvieron más evidentes a los 7.00 m.

A la profundidad de 8.65 m ocurre la acumulación de microfósiles y oolitos que se alojan en una masa limo arcillosa de coloración blanquecina, con presencia de cemento de carbonato insipiente que ocupa un espesor de 1.00 m. Desde los 9.65 m hasta 20.10 m el sondaje SPT-3-IND, se perforo por una gruesa capa de arcillas de color marrón claro a gris claro, bastante uniforme que alberga a la profundidad de 12.60m fragmentos de conchillas.

#### • **Estratigrafía del sondaje SPT-4-IND**

La naturaleza de este sondaje es muy monótona, puesto que en todo el sondaje se observó únicamente secuencias arcillosas de color marrón claro a beige que posee baja plasticidad, contenido de humedad media a baja, el nivel de consistencia se encuentra desde blanda a rígida. Se pudo observar presencia de raíces de grosor delgada cerca de la superficie, donde se halló lentes limosos y material orgánico en los estratos arcillosos. Se aprecia que a los 6 m de profundidad se ubicó un nivel delgado que contiene fragmentos de conchillas, donde la coloración cambia a una tonalidad gris verdosa. Desde los 9 m de profundidad las arcillas siguen presentando pequeños tramos que contienen fragmentos de conchillas, pero las arcillas en este tramo se comportan o parecen tener una consistencia muy rígida.

Se encuentra correlacionado estratigráficamente con los Sondajes, SPT-2-IND, en su totalidad y con SPT-3-IND en los últimos metros de sondaje.

En la Figura 4.1-5, se presenta las columnas litoestratigráficas de los sondajes realizados en campo, perforadas en el área dentro del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana, donde cada grafico muestra la descripción litológica detalladas de cada sondaje.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

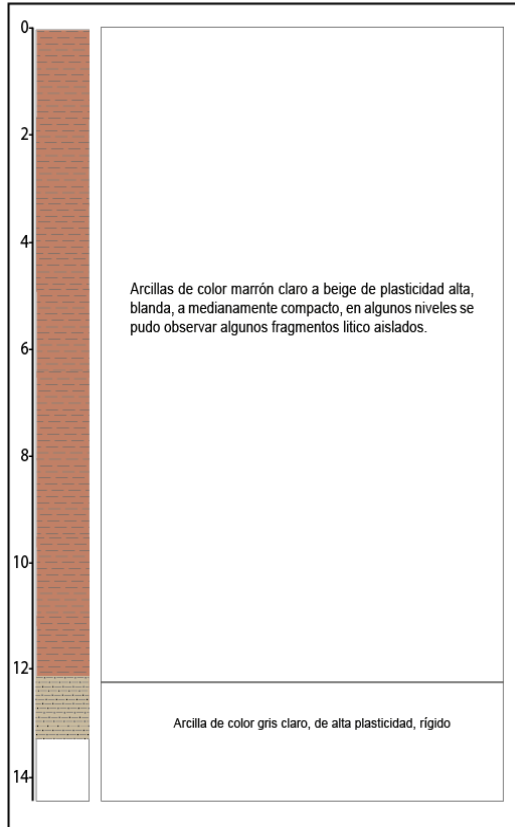
  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



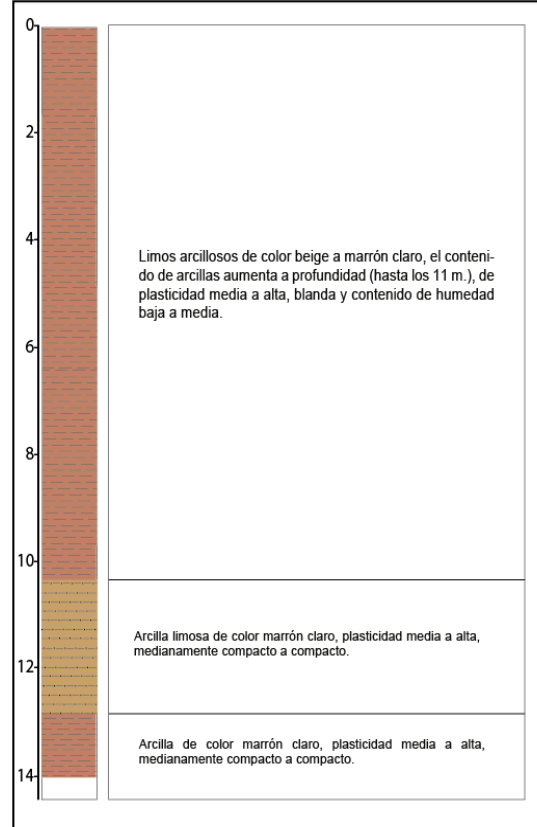
**CA-180201-INF-03-01**  
Versión 01

**INFORME FINAL**

**INDIANA**  
S-1



**INDIANA**  
S-2

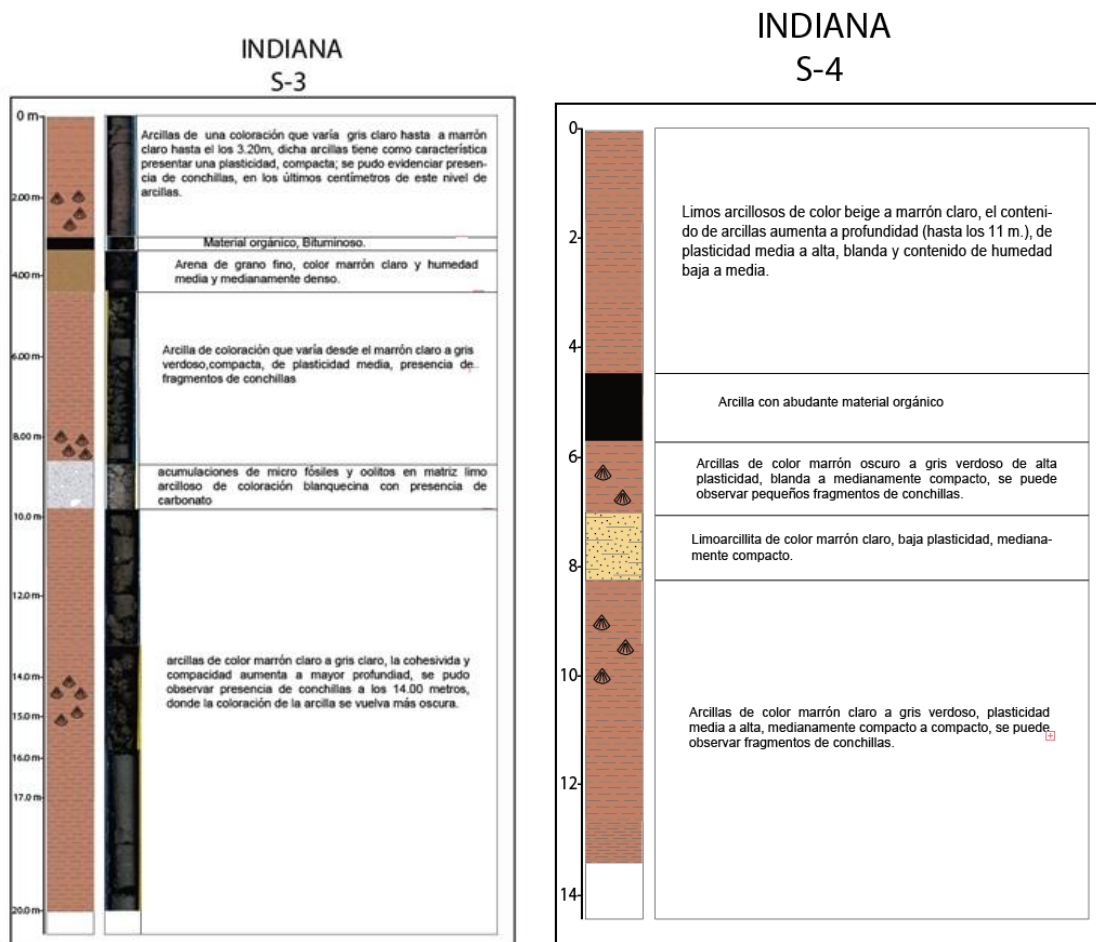


*Edgar Orlando Figuera Torres*  
EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

*Lázaro Ampiero Cayo*  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
 Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-5:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas de los sondajes S SPT-1-IND, SPT-2-IND, SPT-3-IND y SPT-4-IND de la localidad de Indiania  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

En la Figura 4.1-6, se presenta las cajas de las muestras extraídas del sondaje, con una profundidad de 20.10 m, en las figuras se puede observar algunas muestras embaladas y preparadas para su conservación física, donde además se especifica el número de golpes SPT.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lázaro Ampuero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**



**Figura 4.1-6:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-IND, realizado en la localidad de Indiana.  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

### 4.1.1.3. Correlaciones entre sondajes de perforación en el área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana

Esta sección A-A' tiene una extensión de 50 m de largo con una profundidad comprobada promedio de 15 metros. Existe una muy buena correlación estratigráfica entre los sondajes SPT-1-IND, SPT-2-IND y SPT-4-IND que están dispuestos en una orientación NE-SW, observándose en el primer nivel secuencias arcillosas de baja plasticidad, de coloración marrón claro a beige, cuyo contenido de humedad lo clasifica como medianamente húmeda y con una consistencia rígida a dura.

El segundo nivel o de mayor profundidad está conformado por una secuencia arcillosa de alta plasticidad, presenta una coloración marrón oscuro a gris verdoso, cuyo índice de plasticidad es media a alta al igual que el contenido de humedad y de consistencia rígida a dura; en el sondaje SPT-4-IND se observó presencia de fragmentos de conchillas.

En la Figura 4.1-7, se aprecia el mapa de ubicación de la sección de correlación de los sondajes SPT-1-IND, SPT-2-IND y SPT-4-IND, en el área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana.

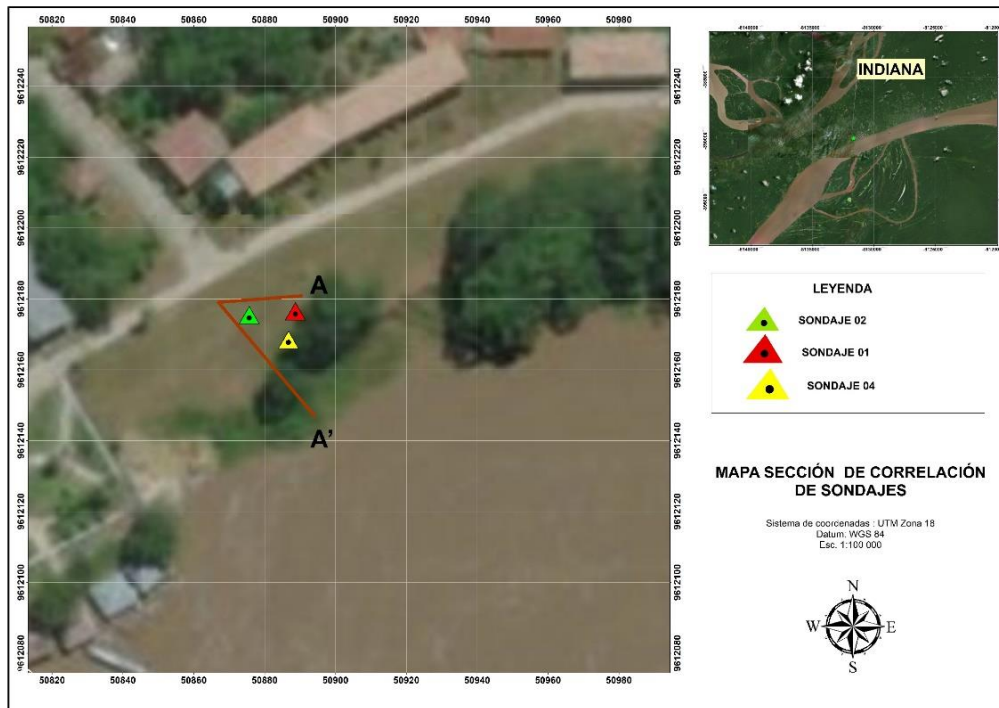
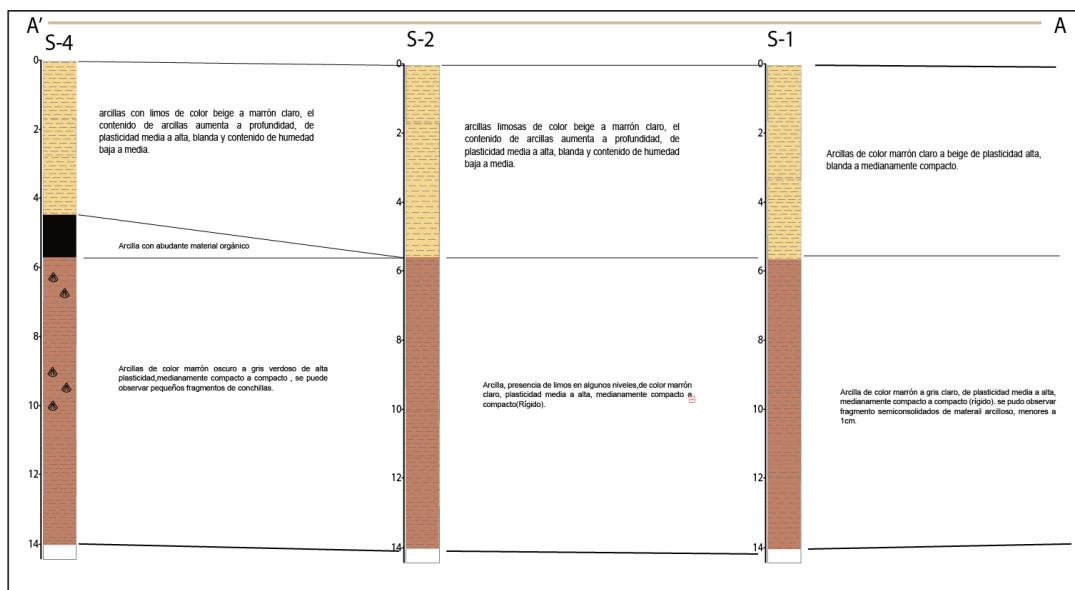


Figura 4.1-7: sección de correlación A- A'.  
 Fuente: Imagen Google Earth-elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

En la Figura 4.1-8, se observa la sección A-A', que muestra la correlación de los sondajes SPT-1-IND, SPT-2-IND y SPT-4-IND, tomando en cuenta el grado de consistencia de las arcillas.



**Figura 4.1-8:** sección de correlación A'-A.  
 Fuente: Elaboración propia.

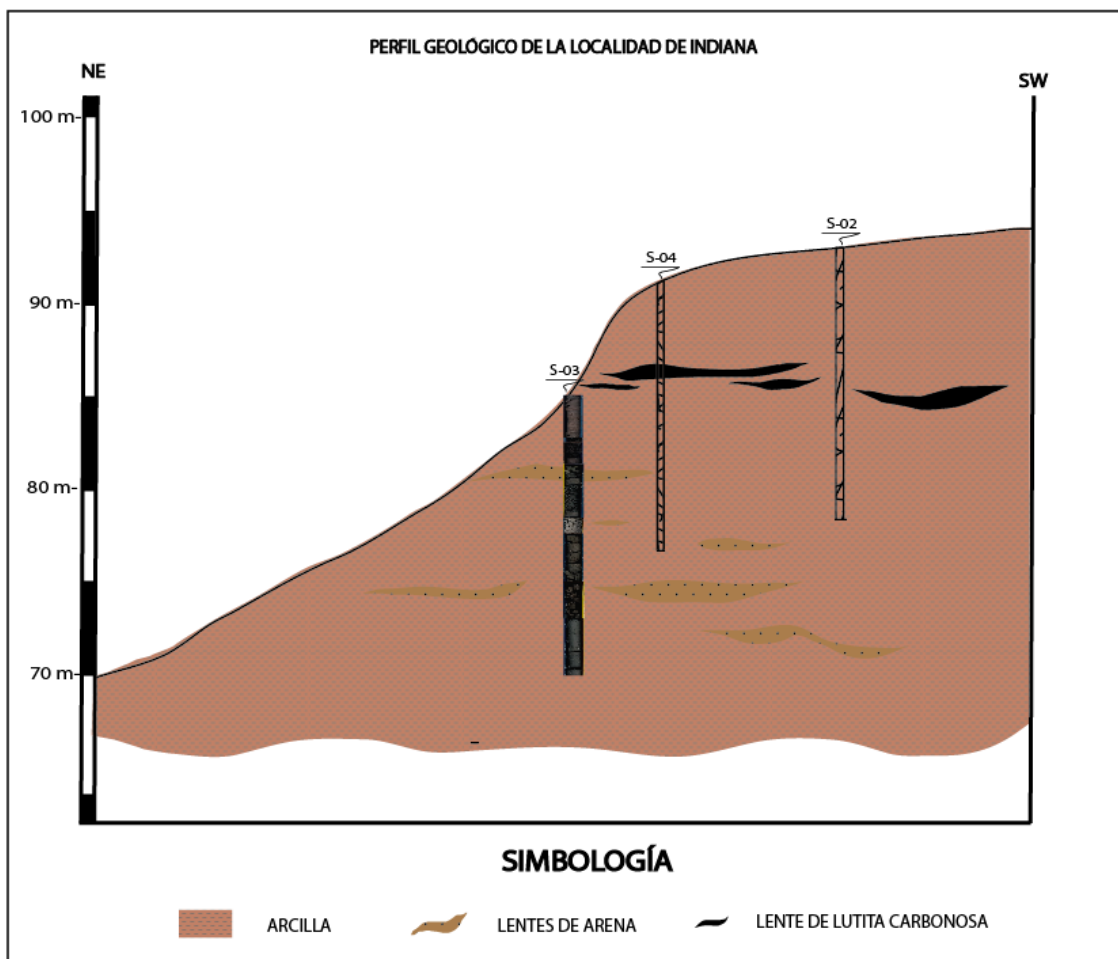
#### 4.1.1.4. Perfil geológico del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana

Para la realización de la sección geológica de la localidad de Indiana, se utilizó los resultados de los estudios geotécnicos que se obtuvieron en campo a lo largo de los 20 m de profundidad con la que cuenta esta perforación. La sección geológica cuya orientación es NE-SW, evidencia en su mayoría una secuencia de arcillas de color marrón claro a beige, con presencia de lentes de material orgánico y lentes de arena de grano fino.

En la Figura 4.1-9, se observa el perfil geológico de la localidad de Indiana en el área destinada al Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampuero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



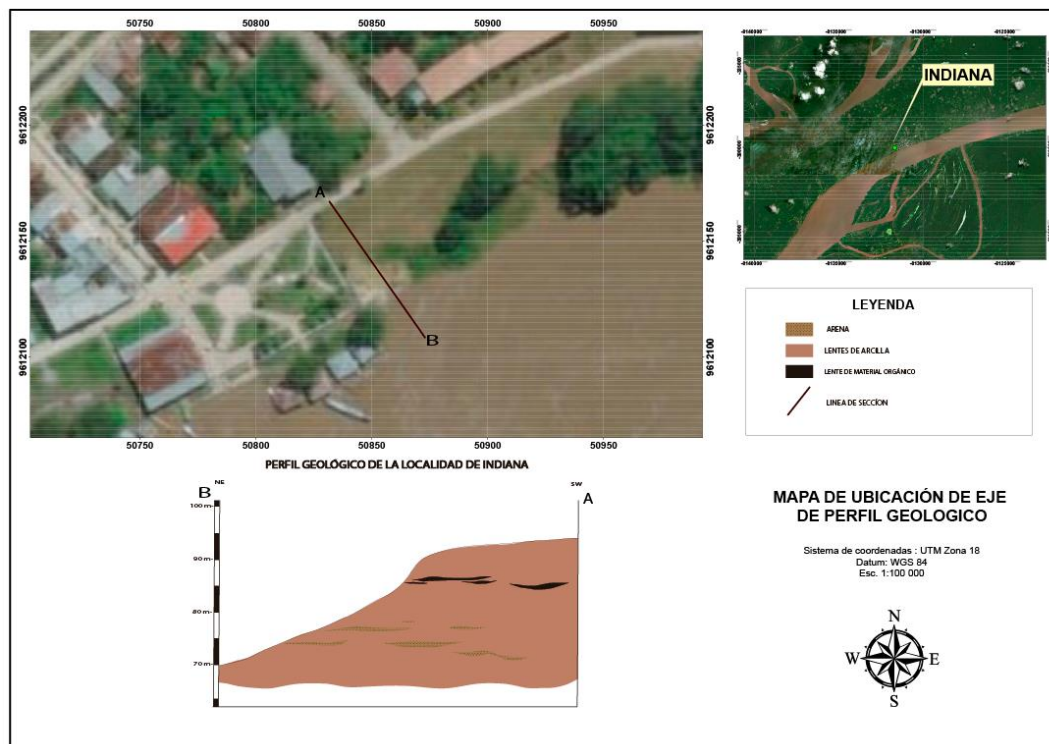
  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 4.1-9:** Perfil geológico del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros Indiana.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.1-10, se detalla la ubicación de la sección geológica de la sección geológica del área del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Indiana.



**Figura 4.1-10:** Mapa de perfil geológico.

Fuente: Imagen tomada de Google Earth, Elaboración propia.

#### 4.1.2. Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Pebas.

##### 4.1.2.1. Análisis litológico de calicatas realizadas en campo

El objetivo de una calicata es tener una visión directa del terreno mediante una excavación para su caracterización y análisis. En el futuro terminal portuario de pasajeros de Pebas se realizaron 3 calicatas y una trinchera dentro del área destinada al terminal portuario de pasajeros Pebas. La configuración estratigráfica se encuentra bien definida a partir de los 10 cm correspondientes al top soil.

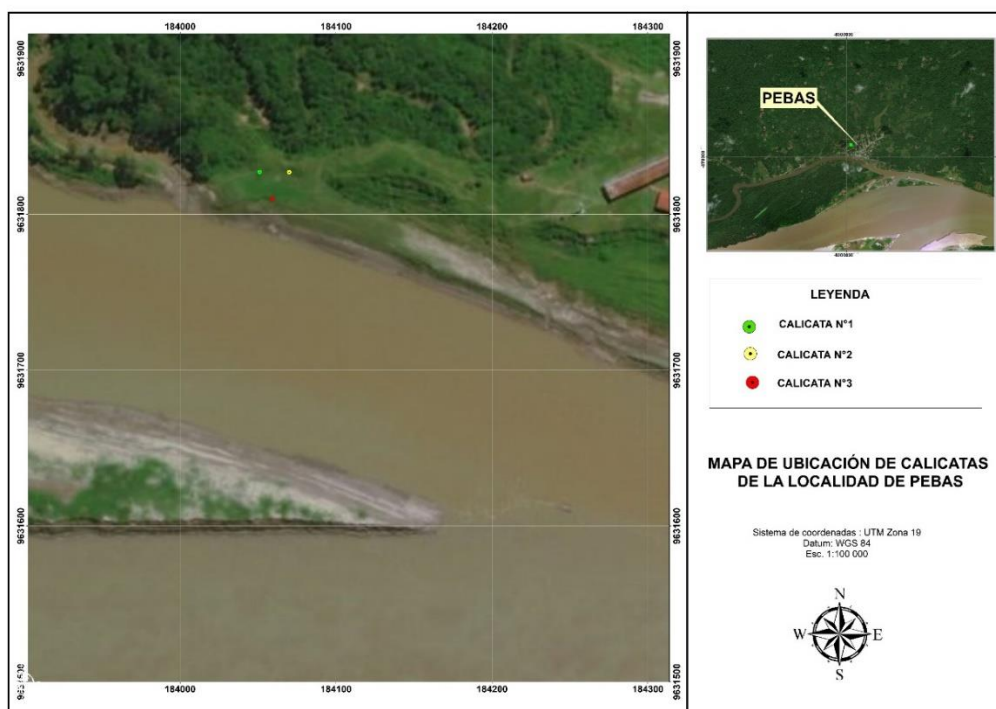
La identificación y caracterización litológica de las calicatas realizadas en la zona de Pebas demostró en base a comparación bibliográfica que es parte de la secuencia de la formación Pebas, compuesta por limo arcillita de color beige a gris claro y de baja plasticidad. Cabe mencionar que existe la presencia de raíces de delgado grosor en áreas cercanas a la superficie, lo que por lo general sucede en toda el área, puesto que

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**

el ambiente o al cual pertenece es favorable al crecimiento de plantas de diversos tamaños.

La Figura 4.1-11 muestra la ubicación de las calicatas realizadas en campo en el área destinada a la construcción del terminal portuario de pasajeros Pebas, que geomorfológicamente se encuentra en zona de terraza baja.



**Figura 4.1-11:** Mapa de ubicación de calicatas en el área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas.

Fuente: Elaboración propia.

- Descripción estratigráfica de la Calicata C-1-PEB**

La profundidad de corte es hasta la profundidad de 1.50 m, donde a esa profundidad se halló filtraciones, producto del nivel freático, pero, con ayuda del auger se pudo llegar hasta la profundidad de 2.20m. La configuración estratigráfica es bien definida, hallándose top soil desde la superficie hasta los 10 cm de profundidad.

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose hasta los 0.6 m arcillas de coloración gris oscura a marrón oscuro, de baja plasticidad, y de consistencia medianamente blanda.

**CA-180201-INF-03-01**  
 Versión 01

**INFORME FINAL**

La segunda capa de sedimentos se encuentra en el intervalo de 0.60 a 2.20 m. y está compuesto por arcilla limosa de coloración beige a gris claro. Se encuentran correlacionados en los primeros metros con el sondaje SPT-1-IND con el nivel de arcillas de la parte superior.

La Figura 4.1-12 muestra la columna estratigráfica de la calicata C-1-PEB realizada en campo dentro del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas, ubicada en zona de terraza baja a 80.1 msnm.



Figura 4.1-12: Formato de descripción de calicata C-1-PEB.  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

- **Descripción estratigráfica de la Calicata C-2-PEB**

La excavación de la calicata C-2-PEB, se vio interrumpida por el nivel freático, por lo que se hizo uso del auger para llegar a la profundidad de 2.00 m. Se pudo evidenciar material arcilloso de color beige, de plasticidad alta y humedad media a alta.

La Figura 4.1-13 muestra el punto de excavación de la calicata C-2-PEB, donde a escasa profundidad se pudo observar las filtraciones a pocos centímetros en la excavación. En la figura se aprecia la cercanía al río Amazonas.



**Figura 4.1-13:** Excavación de la calicata C-2-PEB

Fuente: Elaboración propia.

La

Figura 4.1-14 muestra el punto de excavación de la calicata C-2-PEB y la profundidad a la que se encontró el nivel freático.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-14:** Excavación de la calicata C-2-PEB  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

- **Descripción estratigráfica de la Calicata N°3**

La profundidad de corte es hasta 3.10 m en un material sedimentario bien definido. La superficie consta de top soil hasta los 10 cm de profundidad. La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose un solo nivel en toda la excavación de la calicata C-3-PEB. Se observó arcillas de coloración beige a gris claro, con una plasticidad baja a media, con un grado de humedad medio y de consistencia blanda. Se pudo observar presencia de raíces de grosor delgado en los primeros centímetros de la excavación, donde se pudo correlacionar con los primeros metros de perforación de las arcillas del sondaje SPT-1-PEB.

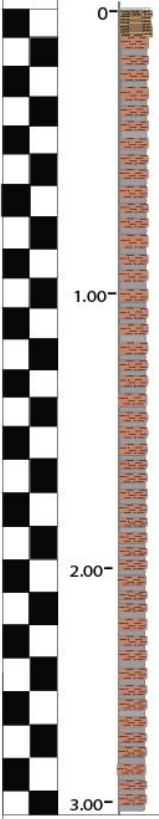



La Figura 4.1-15 muestra la columna litológica de la calicata C-3-PEB realizada en el área destinada al Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas que está ubicada en la zona de terraza baja a 79 msnm.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
 Versión 01

INFORME FINAL

| LOCALIDAD   | N° CALICATA  | COORDENADAS   | E 184070.454 | PROYECCIÓN  | DATUM | ZONA |
|---|--|---|--------------|---|-------|------|
| PEBAS   | N°03   | N 9631827.322   |              | UTM   | WGS84 | 19   |
| COLUMNA Y PROF (m)  | FOTOGRAFÍA   | DESCRIPCIÓN   |              |   |       |      |
|   |  | Suelo (Top Soil)  |              |   |       |      |
|   |  | Arcillas limosa de color gris claro a beige, alta plasticidad, cohesiva, de consistencia media a alta y grado de humedad medio. |              |   |       |      |
| SIMBOLOGÍA  |  |   |              |   |       |      |
|  | LIMITE LITOSTRATIGRÁFICO   |    | ARCILLAS     |  | LIMOS |      |

**Figura 4.1-15:** Formato de descripción de calicata C-3-PEB  
 Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2.2. Análisis litoestratigráfico de los testigo de perforación

El análisis de los testigos de perforación, son tratados de manera individual inicialmente, con el fin de determinar las características litológicas, espesores y análisis físico de compactación y características apreciables en las muestras de perforación; posteriormente se hace una correlación estratigráfica y litológica para todos los sondajes efectuados en el área destinadas a la construcción del Futuro Terminal Portuario de la localidad de Pebas.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-1-PEB**

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



La distribución de los sedimentos en el sondaje SPT-1-PEB inicia con una capa de arcilla de color beige que alcanza aproximadamente hasta los 11 m de profundidad. Estas arcillas se caracterizan por presentar baja plasticidad, posee un contenido de humedad media e índice de plasticidad baja y una consistencia entre blanda a rígida. A los 11 metros una capa de 0.45 m de grosor de una capa de arenas de grano fino color marrón claro a gris con grado de humedad media y compacidad de muy floja a floja. La parte más profunda de la sección está conformada por un paquete de arcillas color marrón a gris verdosa, de plasticidad baja, humedad media y una consistencia media.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-2-PEB**

La distribución de los sedimentos en el sondaje SPT-2-PEB alcanza hasta 20.00 metros, el cual se encuentra conformado por arcillas de baja plasticidad, con presencia de limos hasta los 2 m de profundidad, estos limos son de color beige a gris claro, que presentan con un grado de humedad medio y cuya consistencia va desde media en los primeros metros de sondaje hasta dura en el último metro de sondaje. La presencia de lentes de arena de grano fino conlleva a pensar que en la zona se desarrolló una sedimentación con canales de arenas finas de muy baja intensidad de corriente que además de acarrear limos también sedimentó lente de arcillas con abundante material orgánico, que demuestran la existencia de ambientes de sedimentación con aguas estancadas lagunares. Esta distribución sedimentológica es típica de ríos distales como el Amazonas.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-3-PEB**

El sondaje SPT-3-PEB, fue realizado sobre el espejo de agua del río Amazonas, siendo la profundidad de la columna de agua 5.00 m hasta el fondo del canal. La descripción litológica de este sondaje inicia con arcillas de color beige a marrón claro, las que poseen baja plasticidad. Estas arcillas poseen canales de limos que se caracterizan por presentar consistencia rígida a muy rígida. A los 12 m de profundidad se desarrolla una capa de aproximadamente 0.80 m de arcillas de coloración gris oscura con alto contenido de materia orgánica que se desarrollan a manera de canal. A partir de 12.8 m se halló una capa de arcillas de baja plasticidad que contiene fragmentos de troncos y alto contenido de materia orgánica que le dan a la roca una coloración más oscura, pero este nivel arcilloso presenta una consistencia de característica muy rígida.

En las

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

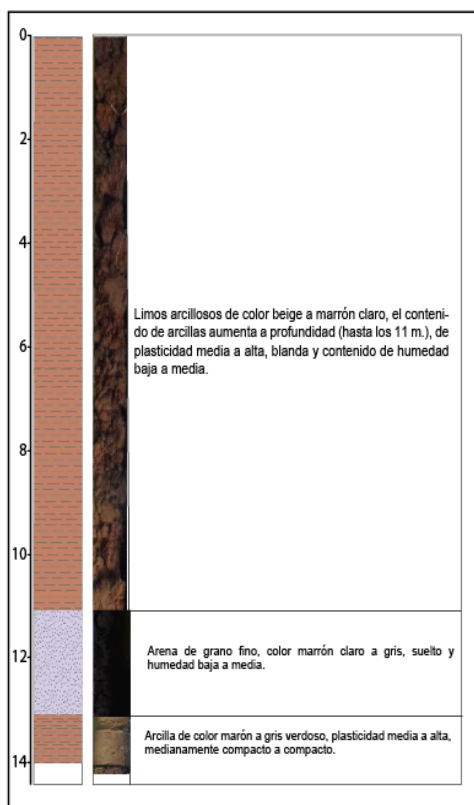
  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

*Figura 4.1-16* y *Figura 4.1-17*, se observan las columnas litoestratigráficas de los sondajes realizados el área de construcción del terminal portuario de pasajeros Pebas. En los sondajes también se realizaron ensayos in situ de SPT, bajo la norma ASTM D1586.

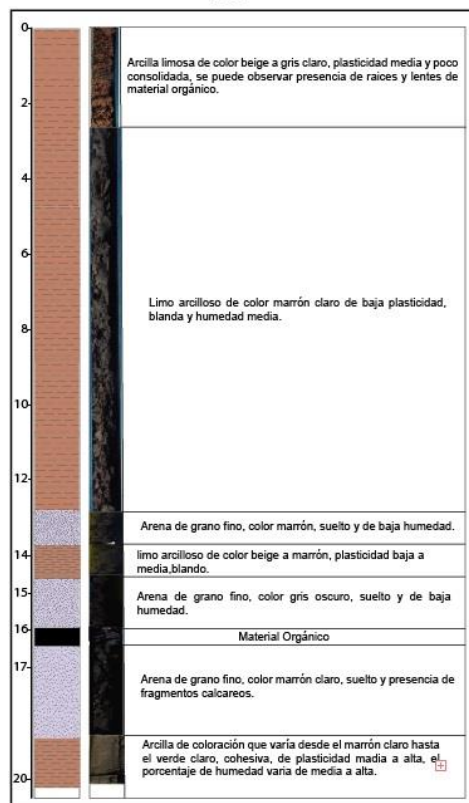
CA-180201-INF-03-01  
 Versión 01

INFORME FINAL

PEBAS  
 S-1



PEBAS  
 S-2



**Figura 4.1-16:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas de los sondajes SPT-1-PEB, SPT-2-PEB.

Fuente: Elaboración propia.

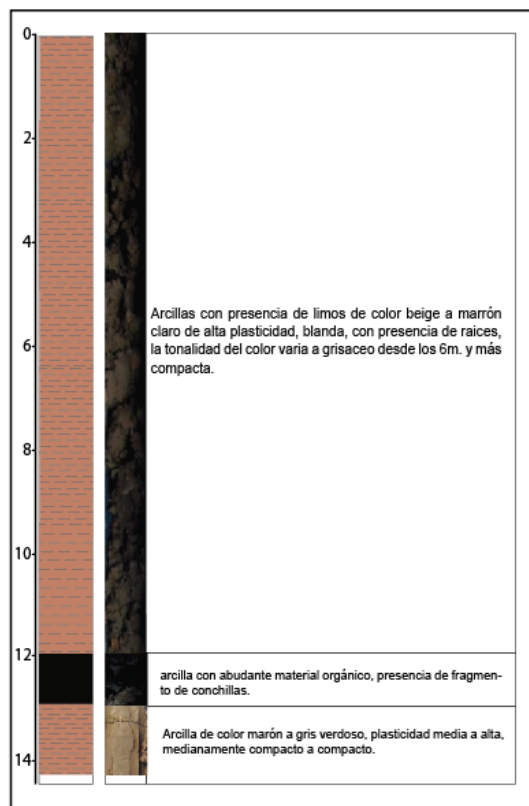
  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
 Versión 01

INFORME FINAL

PEBAS  
 S-3



**Figura 4.1-17:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestra extraída de los SPT-3-PEB de la localidad de Pebas.

Fuente: Elaboración propia.

En las Figura 4.1-18, Figura 4.1-19, Figura 4.1-20, Figura 4.1-21 y Figura 4.1-22, se observan las cajas de las muestras del sondaje SPT-2-PEB, que alcanzo una profundidad de 20.30 metros, en este sondaje se obtuvo muestras que están embaladas para su conservación física, especificándose la consistencia del material n base al número de golpes que se realizaron en el ensayo SPT.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lázaro Ampuero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. Nº 53901

Figura 4.1-18: Caja de muestras del sondaje SPT-2-PEB, realizado en la localidad de Pebas, desde 0.00 m hasta 4.00m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



Figura 4.1-19: Caja de muestras del sondaje SPT-2-PEB, realizado en la localidad de Pebas, desde 4.00m hasta 7.90m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



Figura 4.1-20: Caja de muestras del sondaje SPT-2-PEB, realizado en la localidad de Pebas, desde 7.90m hasta 13.35m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



Figura 4.1-21: Caja de muestras del sondaje SPT-2-PEB, realizado en la localidad de Pebas, desde 13.35m hasta 18.85m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-22:** Caja de muestras del sondaje SPT-2-PEB, realizado en la localidad de Pebas, desde 18.85m hasta 20.30m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

#### **4.1.2.3. Correlaciones entre sondajes de perforación del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas**

Esta sección A'-A tiene una extensión de 15 m de largo con una profundidad comprobada promedio de 15 metros. Existe una muy buena correlación estratigráfica entre los sondajes S-1, S-2, S-3 que están dispuestos en una orientación NE-SW, observándose el primer nivel secuencias arcillosas con presencia limosa, de coloración marrón a claro a beige, de plasticidad media a alta, y un contenido de humedad media, con una consistencia blanda. En los sondajes se pudo identificar lentes de arena de grano fino y arcillas con alto contenido de material orgánico.

Se siguió la secuencia hasta los 15 m. aproximadamente, en el sondaje 02, se obtuvo muestra hasta los 20m. El cual seguían presentado lentes de material arenoso y lentes de material orgánico.

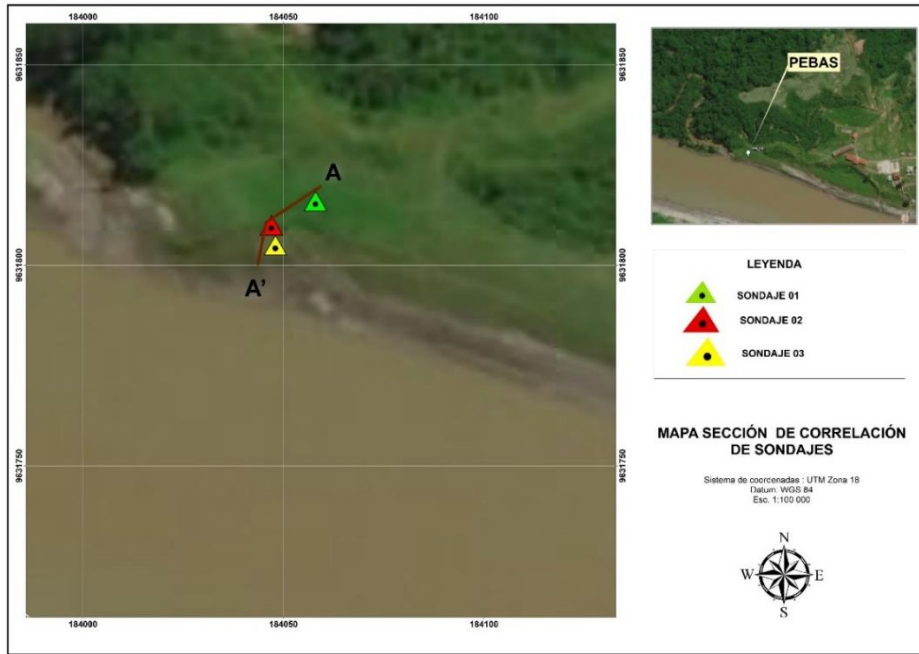
En la Figura 4.1-23, se aprecia el mapa de ubicación de la sección A-A' que correlaciono a los sondajes SPT-1-PEB, SPT-2-PEB y SPT-4-PEB.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

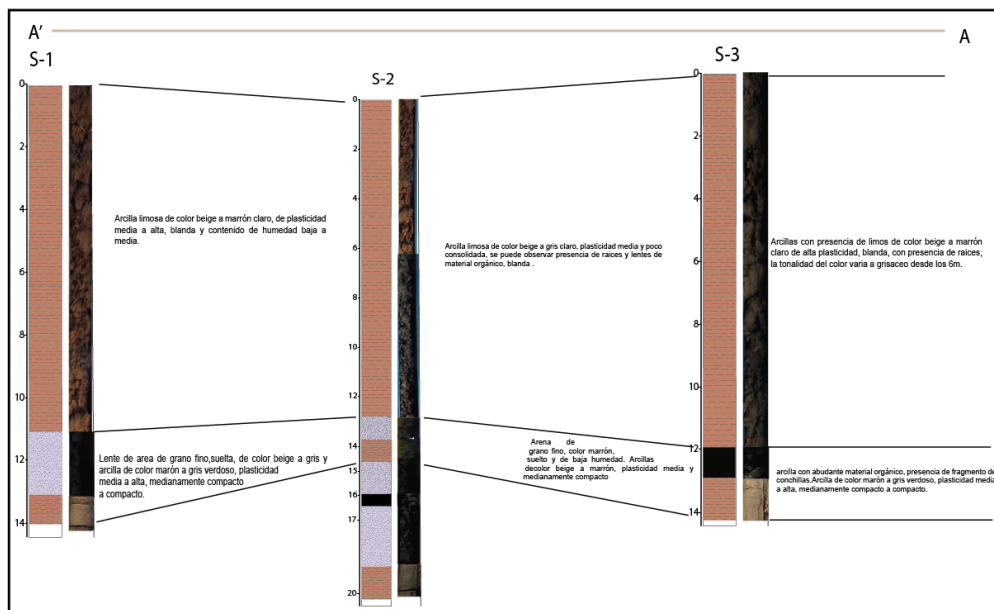
CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-23:** sección de correlación A- A’.  
Fuente: Imagen Google Earth-elaboración propia.

En la Figura 4.1-24, se aprecia la sección A-A’, que correlaciona a las litologías observadas en los sondajes SPT-1-PEB, SPT-2-PEB y SPT-3-PEB.



**Figura 4.1-24:** sección de correlación A- A’.  
Fuente: Elaboración propia.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampuero Cayo ING. CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

#### 4.1.2.4. Perfil geológico del área del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas

Para la realización de la sección geológica de la localidad de Pebas, se tuvo que contar con información a profundidad con ayuda de los estudios geotécnicos que se realizaron en campo. La información geológica a profundidad con la que se conto fue hasta los 20 m. tanto en terreno como a profundidad del río.

La sección geológica, cuya orientación es SW-NE, se evidencia en su mayoría una secuencia de arcillas de color marrón claro a beige, con evidencia de lentes de material orgánico y lentes de arena de grano fino, característico de la formación geológica de Pebas.

En la Figura 4.1-25, sección de perfil geológico en el área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Pebas.

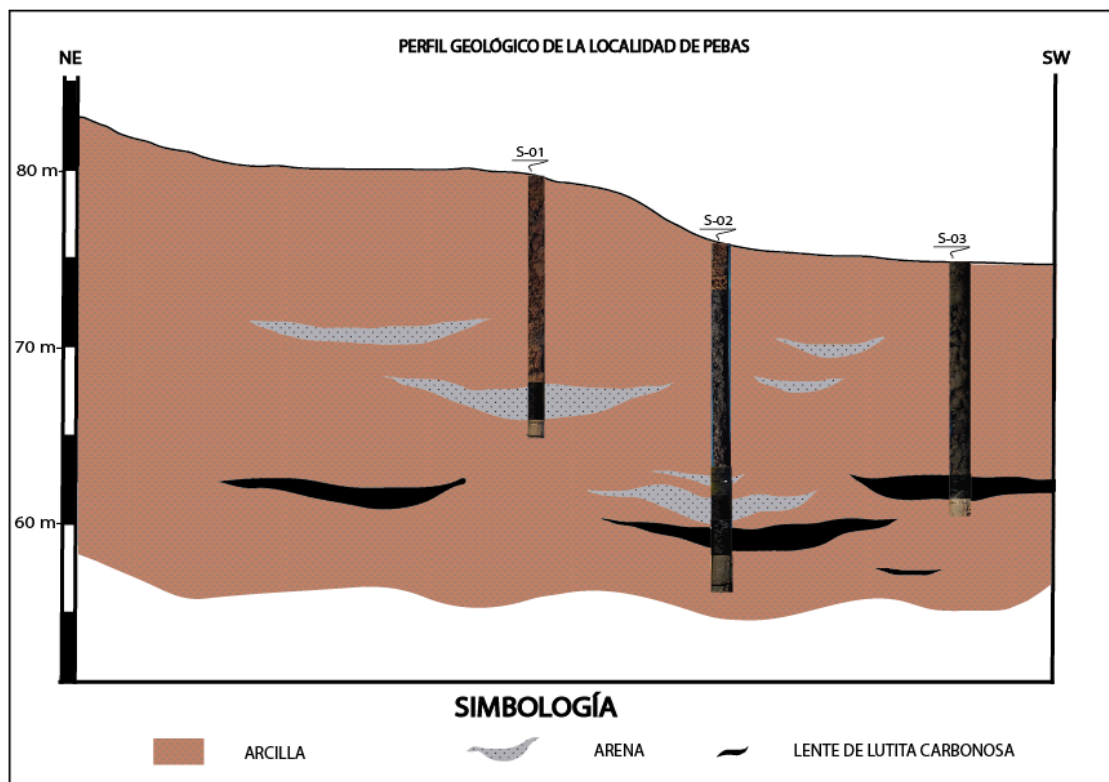
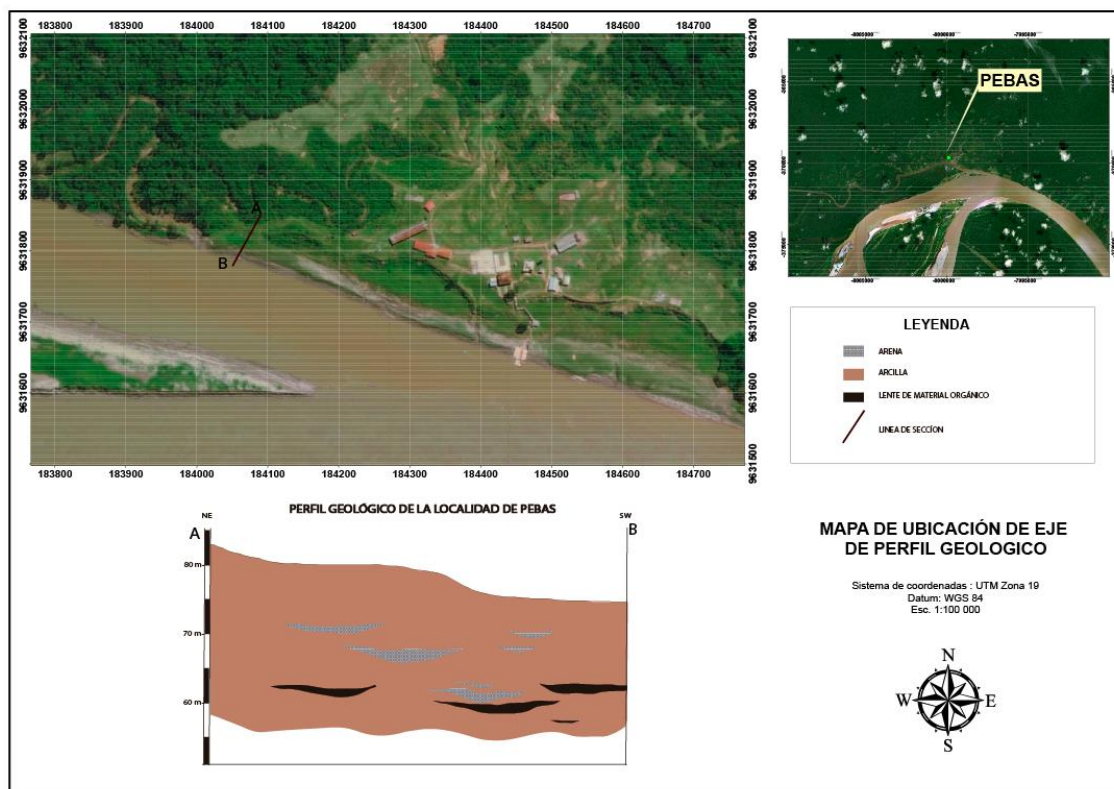


Figura 4.1-25: Perfil geológico de la localidad de Pebas.  
Fuente: Elaboración propia.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

En la Figura 4.1-26 se aprecia el mapa de ubicación de la sección geológica que está representada en el terreno con las letras A-B.



**Figura 4.1-26:** Mapa de perfil geológico.

Fuente: Imagen tomada de Google Earth, Elaboración propia.

### 4.1.3. Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de San Pablo.

#### 4.1.3.1. Análisis litológico de calicatas realizadas en campo

El objetivo de una calicata es tener una visión directa del terreno, mediante una excavación que sirva para su caracterización y análisis de los suelos. En la localidad de San Pablo se realizó 1 calicata; la profundidad al cual llegó la excavación fue de 3.00 m.

Las muestras alteradas se han extraído de todos los niveles estratigráficos visibles y diferenciables de la calicata y las muestras inalteradas en suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su

obtención y mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo.

La Figura 4.1-27, muestra la ubicación de las calicatas realizadas en campo, las que están ubicadas en zona de terraza baja.



**Figura 4.1-27:** Mapa de ubicación de calicatas en el área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo

Fuente: Elaboración propia.

### • Descripción estratigráfica de la Calicata C-1-SPA

Se identificó top soil hasta los 10 cm de profundidad. La profundidad de corte fue 3.10 m de profundidad, donde se contó con una barrena manual para determinar si la secuencia estratigráfica continúa a dicha profundidad. Se pudo evidenciar que la secuencia de arcillas continúa hasta dicha profundidad.

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose un solo nivel en toda la excavación de la calicata C-1N-SPA, se observó limoarcillitas de coloración beige a gris claro, plásticas y compacta. El nivel de arcillas se encuentra correlacionada con los primeros metros del Sondaje SPT-1-SPA

La Figura 4.1-28, muestra la columna litológica de la calicata C-1-SPA realizada en campo dentro del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de San Pablo, ubicada en la zona de terraza media a una altitud de 75.57 msnm.



**Figura 4.1-28:** Formato de descripción de calicata C-1N-SPA.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3.2. Análisis litoestratigráfico de los testigo de perforación

El análisis de los testigos de perforación es tratado de manera individual inicialmente, con la finalidad de determinar las características litológicas, espesores y análisis físico de compactación y características apreciables en las muestras de perforación; posteriormente se hace una correlación estratigráfica y litológica para todos los sondeos efectuados en el área destinada al futuro terminal portuario de pasajeros de San Pablo.

#### Estratigrafía del Sondaje 01

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



La distribución de los sedimentos en el sondaje S-01, que para el estudio realizado en campo fue denominado como Spt-01, por haberse realizado ensayo in situ en dicho sondaje. Se extrajo material hasta los 3.45 m. de profundidad, el cual está compuesta por una capa de arcilla limosa de coloración beige, cohesiva, rígida y alta plasticidad. En la base se pudo observar arcillas con abundante material orgánico.

### **Estratigrafía del Sondaje 02**

La distribución de los sedimentos en el sondaje S-02, que para el estudio realizado en campo fue denominado como Spt-02, por haberse realizado ensayo in situ en dicho sondaje. Se perforó hasta los 8.60 m. de profundidad, el cual se obtuvo hasta el primer metro, una capa de arena arcillosa de color beige claro, baja plasticidad, disgregable, poca cohesividad y presencia de raíces en los primeros centímetros.

El siguiente nivel extraído del sondaje está compuesto por material arcilloso de color gris oscuro a beige, presenta alta plasticidad y cohesividad y consistencia baja.

### **Estratigrafía del Sondaje 03**

La distribución de los sedimentos en el sondaje S-03, que para el estudio realizado en campo fue denominado como Spt-03, por haberse realizado ensayo in situ en dicho sondaje. La perforación alcanzó una profundidad de 6.30m, siendo la primera secuencia litológica compuesta por arcilla de color marrón oscuro, plasticidad alta, cohesividad media, poco consistente, con un espesor de 1.50 m. La secuencia de arcillas se encuentra interrumpida por un nivel de arena de grano medio de color gris, disgregable y con un porcentaje de humedad medio de 0.10 m de espesor.

Los últimos metros de perforación del sondaje, se pudo extraer un material arcilloso de color marrón a gris oscuro de alta plasticidad y de consistencia media a alta, siendo el espesor extraído 4.40 m, de este tipo de arcilla.

### **Estratigrafía del Sondaje 04**

La distribución de los sedimentos en el sondaje S-04, que para el estudio realizado en campo fue denominado como Spt-04, por haberse realizado ensayo in situ en dicho sondaje. La perforación alcanzó una profundidad de 17.70 m; siendo la primera secuencia litológica compuesta por arcilla de color gris claro a verde claro, alta plasticidad, consistencia media y grado de humedad baja a media, con un espesor de 3.00 m de profundidad. La secuencia de arcillas va variando en coloración, gris oscuro, y aumenta la rigidez hasta los 5.00 m de profundidad, estas se encuentran interrumpidas a los 5.50 m, por un material bituminoso, color negro, disgregable y contenido de humedad media a alta.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**

Desde los 6.50 m, donde termina el nivel bituminoso, continua la secuencia de arcillas de coloración gris claro, de plasticidad media a alta, rígida y contenido de humedad madia a alta, se pudo evidenciar, en esta arcilla, a los 12.00 m, de profundidad presencia de conchas hasta los 16.00 m me de profundidad, donde culmina este tipo de secuencia de arcillas.

Finalmente, en los últimos metros del sondaje, desde los 16.00 hasta los 20.00 m, el tipo de arcillas cambia a una coloración de gris oscuro de plasticidad media a alta y bien consolidado, rígido, y contenido de humedad medio.

La Figura 4.1-29 y Figura 4.1-30 se aprecian las columnas litoestratigráficas de los sondajes realizados el área del terminal portuario de pasajeros San Pablo, donde se aprecia la descripción e imagen de las muestras extraídas. En los sondajes que fueron descritos también se realizaron ensayos in situ de SPT, bajo la norma ASTM D1586.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 4.1-29:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas del sondaje SPT-1-SPA y SPT-2-SPA de la localidad de Indiana.

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**



**Figura 4.1-30:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas del sondaje SPT-3-SPA y SPT-4-SPA de la localidad de Indiana.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

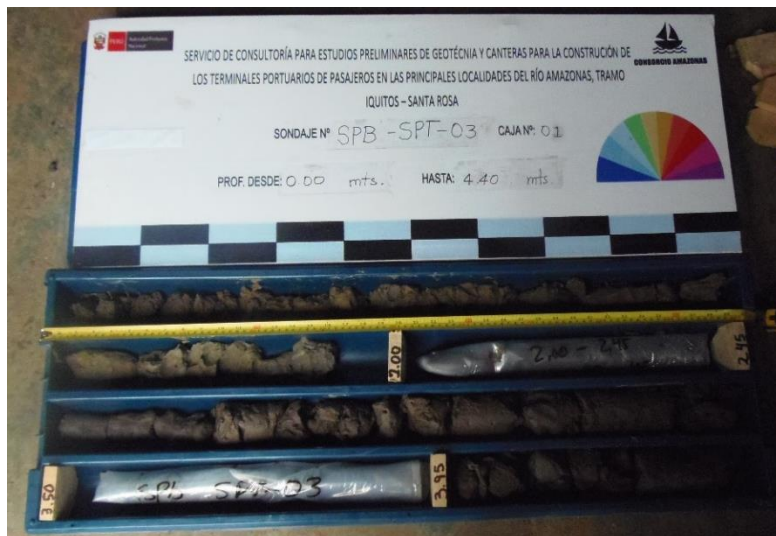
  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

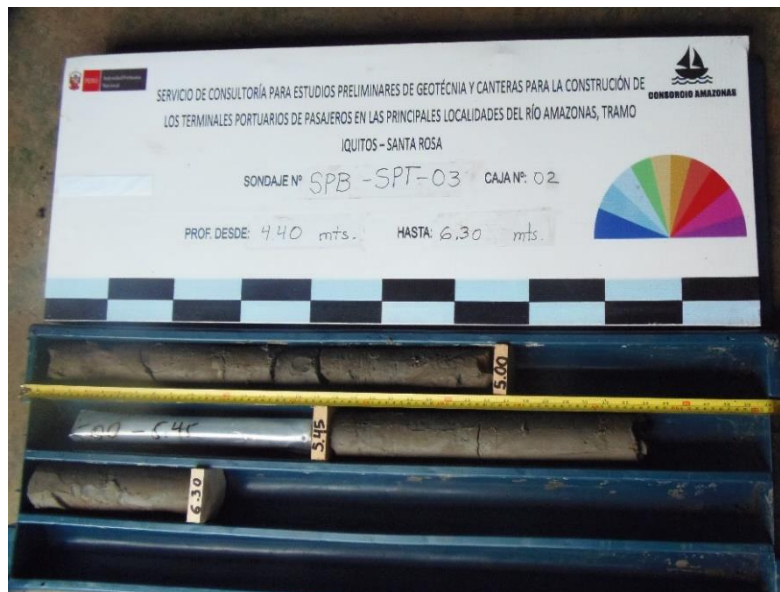
INFORME FINAL

En la Figura 4.1-31, Figura 4.1-32, Figura 4.1-33, Figura 4.1-34, Figura 4.1-35, Figura 4.1-36 y Figura 4.1-37, se presenta las cajas de las muestras extraídas del sondaje SPT-3-SPA que alcanzo una profundidad de 17.70 metros; en ellas se puede observar algunas muestras embaladas, para su conservación física, donde se especifica la consistencia del material mediante el número de golpes que se realizaron en el ensayo SPT.



**Figura 4.1-31:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SPA, realizado en la localidad de San Pablo, desde 0.00m hasta 4.40m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



**Figura 4.1-32:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SPA, realizado en la localidad de San Pablo, desde 4.00m hasta 6.30m.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo



**Figura 4.1-33:** Caja de muestras del sondaje SPT-4-SPA, realizado en la localidad de San Pablo, desde 0.00m hasta 3.90m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo



**Figura 4.1-34:** Caja de muestras del sondaje SPT-4-SPA, realizado en la localidad de San Pablo, desde 3.90m hasta 8.10m.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo



**Figura 4.1-35:** Caja de muestras del sondaje SPT-4-SPA, realizado en la localidad de San Pablo, desde 8.10m hasta 12.05m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo



**Figura 4.1-36:** Caja de muestras del sondaje SPT-4-SPA, realizado en la localidad de San Pablo, desde 12.05m hasta 16.00m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 4.1-37:** Caja de muestras del sondaje SPT-4-SPA, realizado en la localidad de San Pablo, desde 16.00m hasta 17.70m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo

#### 4.1.3.3. Correlaciones entre sondajes de perforación en la localidad de San Pablo

Existe una muy buena correlación estratigráfica entre los sondajes SPT-1-SPA, SPT-2-SPA, SPT-3-SPA que están dispuestos en una orientación NE-SW, observándose en el primer nivel estratos de arcillas de coloración marrón claro a beige que están intercaladas con delgados estratos de limos. Las arcillas poseen plasticidad baja y un contenido de humedad medio, con una consistencia que va desde blanda, muy rígida y dura en pocos metros de profundidad. En los sondajes se pudo identificar lentes de arcillas con alto contenido de material orgánico y presencia de fragmentos de tronco, con espesores que no pasan 1.00 m de profundidad que son correlacionables entre sí. .

En la Figura 4.1-38, ubica los puntos de sondaje SPT-1-SPA, SPT-2-SPA y SPT-3-SPA y la dirección de la sección geológica que relaciona estos sondajes para la construcción de secuencias sedimentarias continuas en base a información de subsuelo.



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

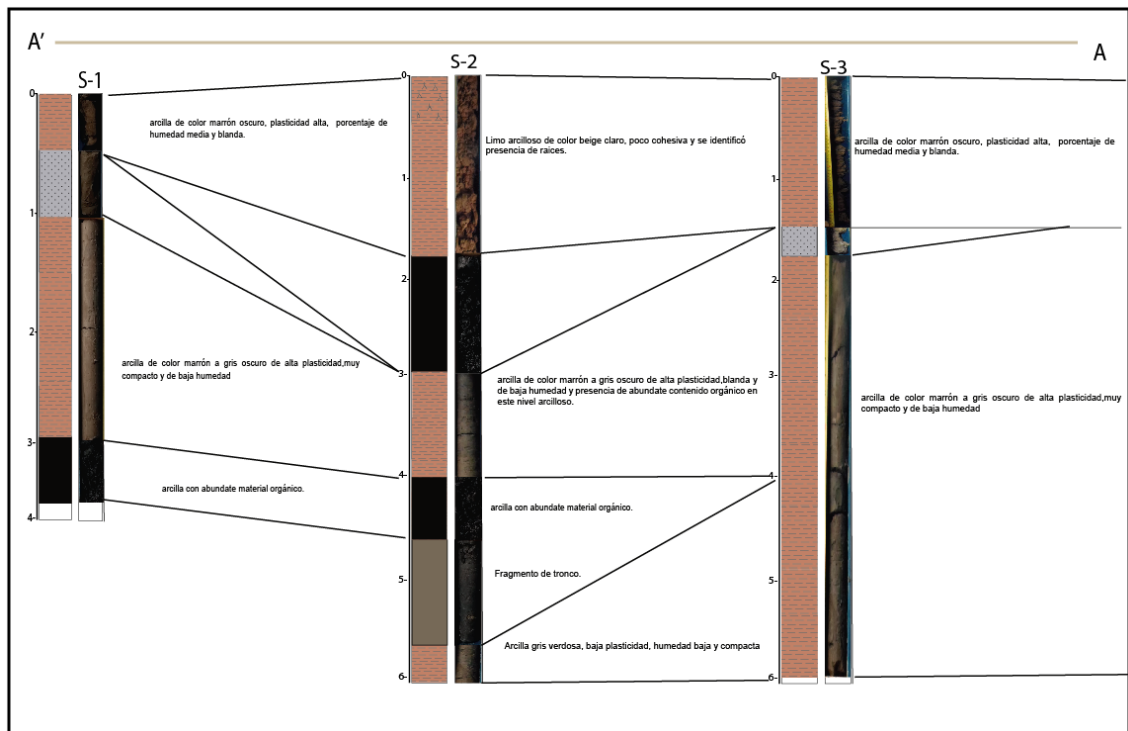


EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

Figura 4.1-38: sección de correlación A- A’.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.1-39, se aprecia la sección A-A’, que correlaciona a los sondajes SPT-1.SPA, SPT-2-SPA y SPT-3-SPA, hasta la profundidad de 6.00 m que vendría a ser la profundidad máxima de obtención de las muestras en los sondajes.



**Figura 4.1-39:** sección de correlación A- A' .  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3.4. Perfil geológico de la localidad de San Pablo

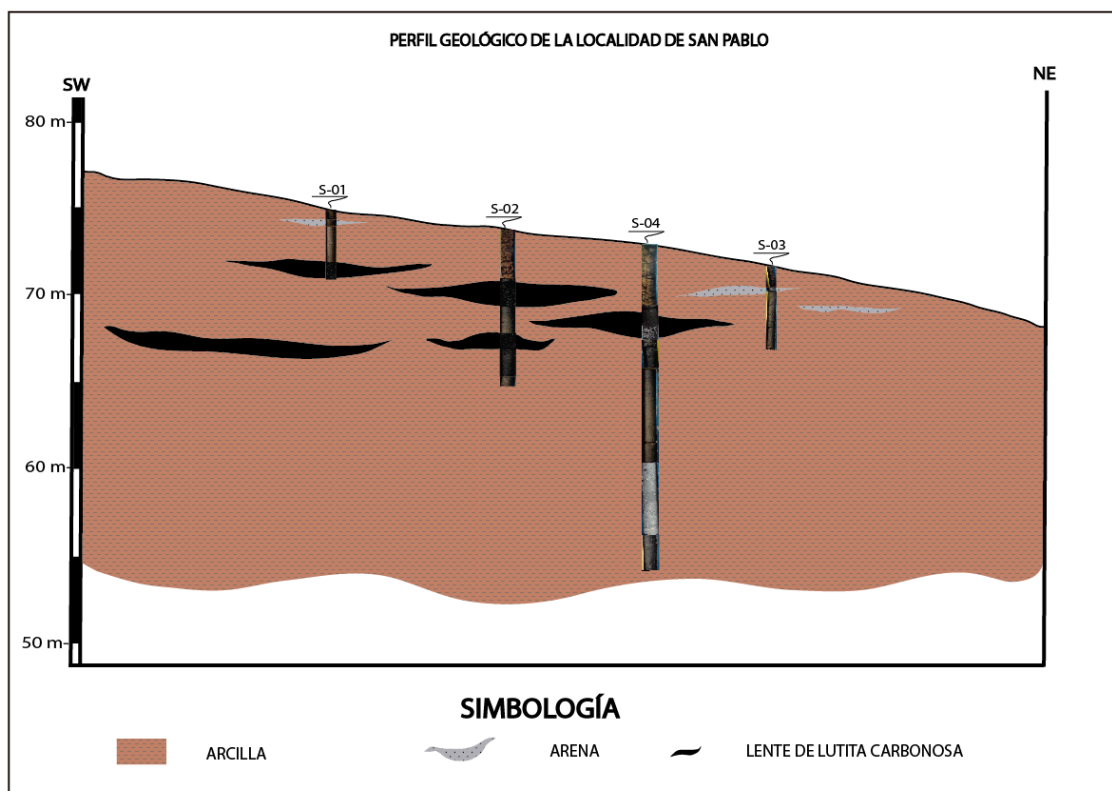
Para la realización de la sección geológica de la localidad de San Pablo, se tuvo que contar con información a profundidad con ayuda de los estudios geotécnicos que se realizaron en campo. La información geológica a profundidad con la que se conto fue hasta los 20 m. tanto en terreno como en río.

La sección geológica, cuya orientación es SW-NE, se evidencia en su mayoría una secuencia de arcillas de color marrón claro a beige, con evidencia de lentes de material orgánico y lentes de arena de grano fino, característico de la formación geológica Pebas.

En la Figura 4.1-40 muestra la sección de perfil geológico de la localidad de San Pablo.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

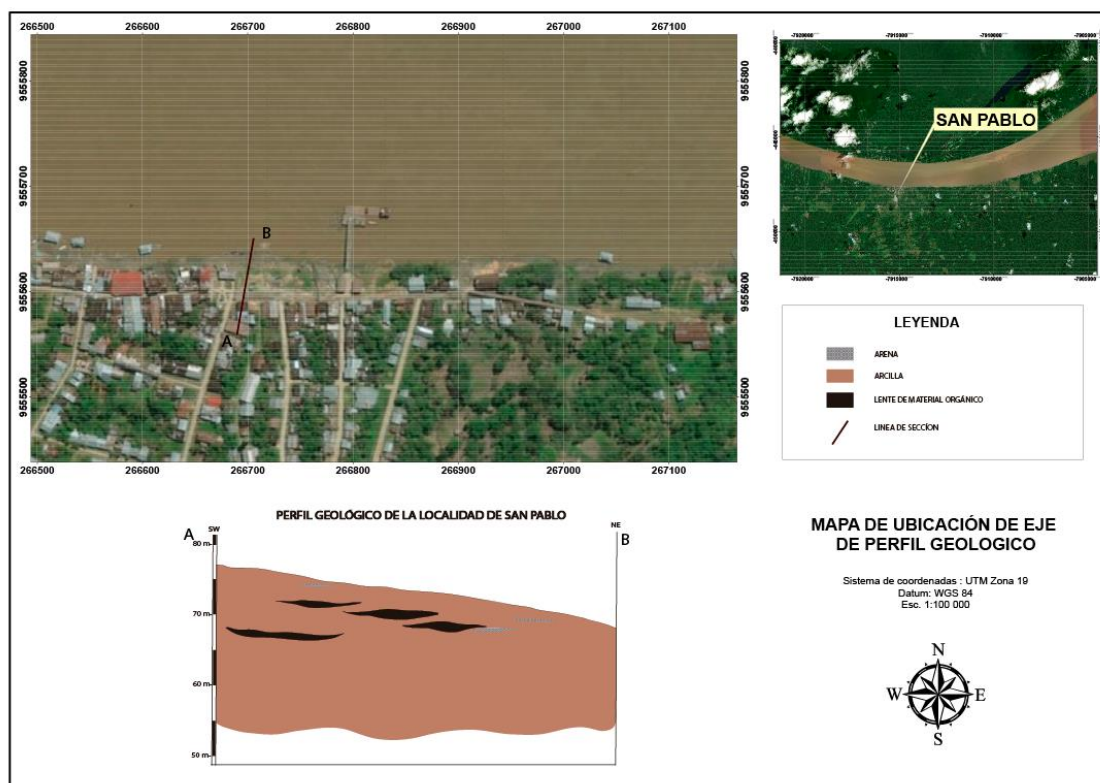


  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 4.1-40: Perfil** geológico de la localidad de San Pablo.  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

En la Figura 4.1-40 se muestra la ubicación de la sección de perfil geológico de la localidad de San Pablo.



**Figura 4.1-41:** Mapa de perfil geológico.  
 Fuente: Imagen tomada de Google Earth, Elaboración propia.

#### 4.1.4. Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Caballococha.

##### 4.1.4.1. Análisis litológico de calicatas realizadas en campo

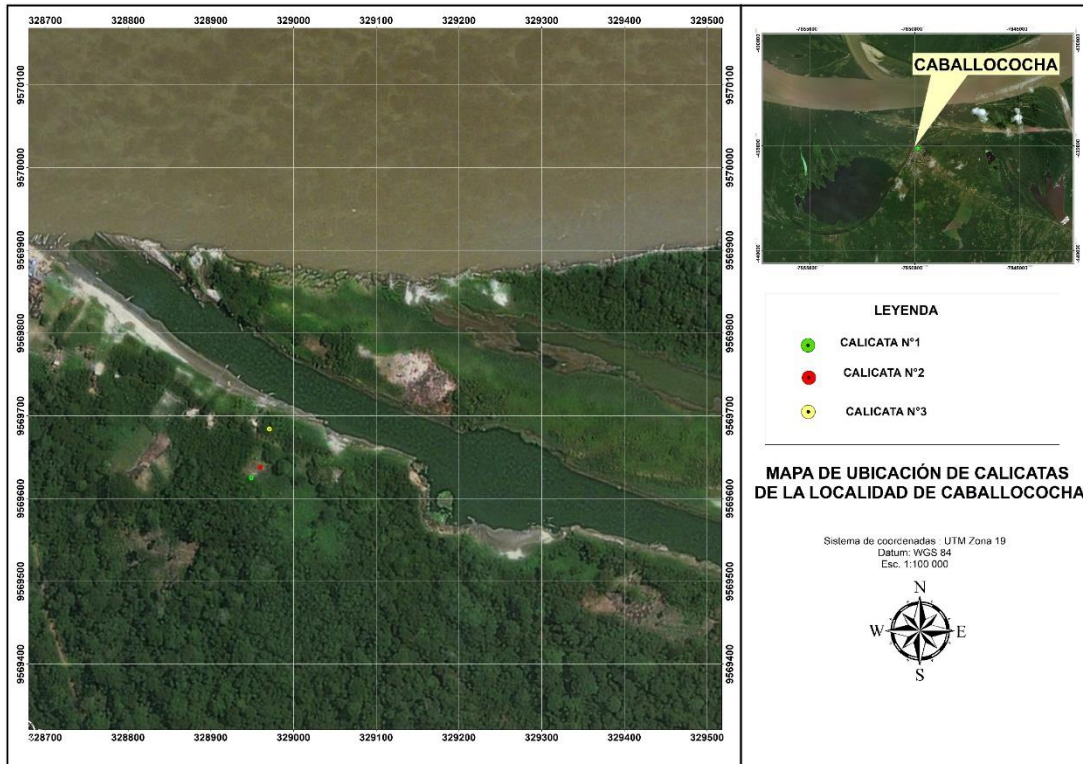
En el área de localización del futuro terminal portuario de pasajeros de Caballococha se realizaron 3 calicatas, con una separación en promedio de 2.00 metros, la profundidad al cual se debió haber llegado la excavación fue de 2.00 metros, pero durante la ejecución de la excavación se observaron filtraciones a causa de los niveles freáticos, por lo que se hizo uso de un auger para llegar a la profundidad de 3.00 m, aproximadamente.

Se pudo observar que las calicatas presentan una correlación litoestratigráfica, muy definida que consiste de un estrato conformado por arcillas limosas de color marrón a gris claro, que albergan raíces en la parte superior de la excavación.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampuero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

La Figura 4.1-42 muestra la ubicación de las calicatas realizadas en campo que geomorfológicamente se encuentran ubicadas en zona de terraza baja y muy cerca de la rivera del río Amazonas.



**Figura 4.1-42:** Mapa de ubicación de calicatas de la localidad de Caballococha.  
Fuente: Elaboración propia.

- **Descripción estratigráfica de la Calicata N°1**

Se halló el top soil hasta los 10 cm de profundidad. La profundidad de corte es hasta los 1.10 m, donde se halló filtraciones, producto filtraciones y del nivel freático, pero con ayuda de una barrena manual se logró llegar hasta 2.80 m de profundidad, lo que puso en evidencia que la secuencia arcillosa continua hasta dicha profundidad.

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose un solo nivel en toda la excavación de la calicata C-1-CAB, se observó arcillas limosas de coloración marrón a gris claro, de baja plasticidad, con un contenido de humedad media a alta, también se puede observar presencia de raíces que son abundantes cerca de la superficie.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

La Figura 4.1-43 muestra la columna litológica de la calicata C-1-CAB realizada en campo dentro del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Cabalococha, ubicada en la zona de terraza baja a 71.4 msnm.



**Figura 4.1-43:** Formato de descripción de calicata C-1-CAB  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

- Descripción estratigráfica de la Calicata C-2-CAB**

Se halló el top soil hasta los 10 cm de profundidad. La profundidad de corte es hasta 1.20 m, donde se halló filtraciones producto del nivel freático, lo cual con ayuda de una barrena manual se pudo llegar a la profundidad de 2.10 m. Se observó que la secuencia arcillosa seguía a dicha profundidad, por lo que se consideró este nivel correspondiente a un grueso paquete de arcillas.

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose un solo nivel en toda la excavación de la calicata C-2-CAB, se observó arcillas de color marrón a gris claro con presencia de limos en delgados y esporádicos canales. Las arcillas presentan plasticidad baja, contenido de humedad media a alta y

de consistencia blanda. Se pudo visualizar presencia de raíces en la parte superior que presentan grosor delgado. Se correlacionó el material arcilloso, de esta calicata, con la calicata C-1-CAB y los primeros metros de perforación del Sondaje SPT-1-CAB.

La Figura 4.1-44 muestra la columna litológica de la calicata C-2-CAB realizada en campo, área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Cabalococha, ubicada en la zona de terraza baja a una altitud de 71.69 msnm.



**Figura 4.1-44:** Formato de descripción de calicata C-2-CAB  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

**• Descripción estratigráfica de la Calicata N°3**

Se determinó top soil hasta los 10 cm de profundidad. La profundidad de corte es hasta los 1.10 m, donde se halló filtraciones producto de filtraciones y nivel freático, por lo que se tuvo que contar con una barrena manual para poder llegar a mayor profundidad, alcanzando hasta los 2.70 m donde se pudo observar que no hay variaciones litológicas y la secuencia arcillosa continua hasta dicha profundidad.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**CA-180201-INF-03-01**  
 Versión 01

**INFORME FINAL**

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose un solo nivel en toda la excavación de la calicata C-3-CAB, se observó arcillas con presencia limosa, de color marrón a gris claro, de baja plasticidad, contenido de humedad media a alta y de consistencia blanda. En los primeros metros del sondaje SPT-2-CAB se pudo obtener una correlación estratigráfica de las arcillas con presencia de raíces.

La Figura 4.1-45 muestra la columna litológica de la calicata C-3-CAB realizada en campo dentro del área del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Cabalcocha, ubicada en la zona de terraza baja a una altitud de 71.9 msnm



**Figura 4.1-45:** Formato de descripción de calicata 03

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia

La Figura 4.1-46 muestra que con la ayuda de una barrena manual se pudo llegar hasta los 2.50 m de profundidad, evidenciando que la secuencia arcillosa continuaba hasta dicho metraje.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-46:** Excavación de la calicata 01, con ayuda de una barrena manual para llegar hasta los 2.80m de profundidad.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 4.1-47:** Excavación de la calicata 02, con ayuda de una barrena manual para llegar hasta los 2.10m de profundidad.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



**Figura 4.1-48:** Excavación de la calicata 03, con ayuda de una barrena manual para llegar hasta los 2.70m de profundidad.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

#### 4.1.4.2. Análisis litoestratigráfico de los testigo de perforación

Los análisis de los testigos de perforación se elaboran de manera individual con la finalidad de determinar las características litológicas, espesores y análisis físico de compactación y características macroscópicas en las muestras de perforación; posteriormente se hace una correlación estratigráfica y litológica para todos los sondajes efectuados en el área destinada al futuro terminal portuario de pasajeros de Cabalococha.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-1-CAB**

Los sedimentos en el sondaje SPT-1-CAB son corroborados hasta la profundidad de 13.45 m que alcanzó la perforación. Hasta la profundidad de 5.5m se identificó arcillas de color marrón claro a beige que presenta estratos delgados y esporádicos de limos. Las arcillas que son más abundantes presentan baja plasticidad, humedad media y de consistencia blanda a rígida.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



La secuencia estratigráfica del sondaje a partir de 5.5 m hasta 13.45 m se halló estratos de arenas de grano fino a medio, con un contenido de humedad media a alta y de compacidad medianamente densa a densa. Presenta una correlación estratigráfica con el sondaje SPT-2-CAB.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-2-CAB**

Se perforó hasta los 16.95 m. de profundidad; este sondaje inicia con una secuencia de arcillas limosas de color marrón claro a beige, de plasticidad baja, contenido de humedad media y de consistencia blanda a rígida. A los 4.5 m se sedimenta una capa de arena limosa de grano fino a medio, con contenido de humedad media y de compacidad medianamente densa a densa. A los 9.5 m se depositó arcillas limosas de color marrón claro a oscuro, de baja plasticidad, consistencia rígida a muy rígida. A partir de 9.5 m hasta 14 m se halló arcillas que poseen a la base niveles delgados de limos, indicando por esta sucesión grano decreciente sedimentación en llanura de inundación de un río distal. La coloración de las arcillas oscila entre el marrón claro a oscuro, con plasticidad alta y contenido de humedad media. En la base del sondaje se visualizó a partir de los 14 m una sucesión continua de arenas finas color marrón, con compacidad medianamente densa y humedad media a alta.

Estas secuencias de arcillas y arenas del sondaje SPT-2-CAB se encuentran correlacionadas con los sedimentos del sondaje SPT-1-CAB.

- **Estratigrafía del Sondaje SPT-3-CAB**

Se perforó hasta los 20.80 m. de profundidad. Desde la superficie hasta la profundidad de 5 m se halló un nivel arcilloso de color marrón claro a gris claro que contiene pequeños y esporádicos canalitos de limolita. Las arcillas poseen un contenido de humedad media y de consistencia blanda.

La secuencia litológica del sondaje, hallado desde los 5.00 hasta los 16.45 m de profundidad se encuentra representado por arenas de color marrón claro, de grano fino a medio, contenido de humedad medio y de compacidad medianamente densa. Los últimos metros de perforación del sondaje se observa que en las arenas varia el contenido de humedad observándose un incremento, mientras que la compacidad sigue siendo densa.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

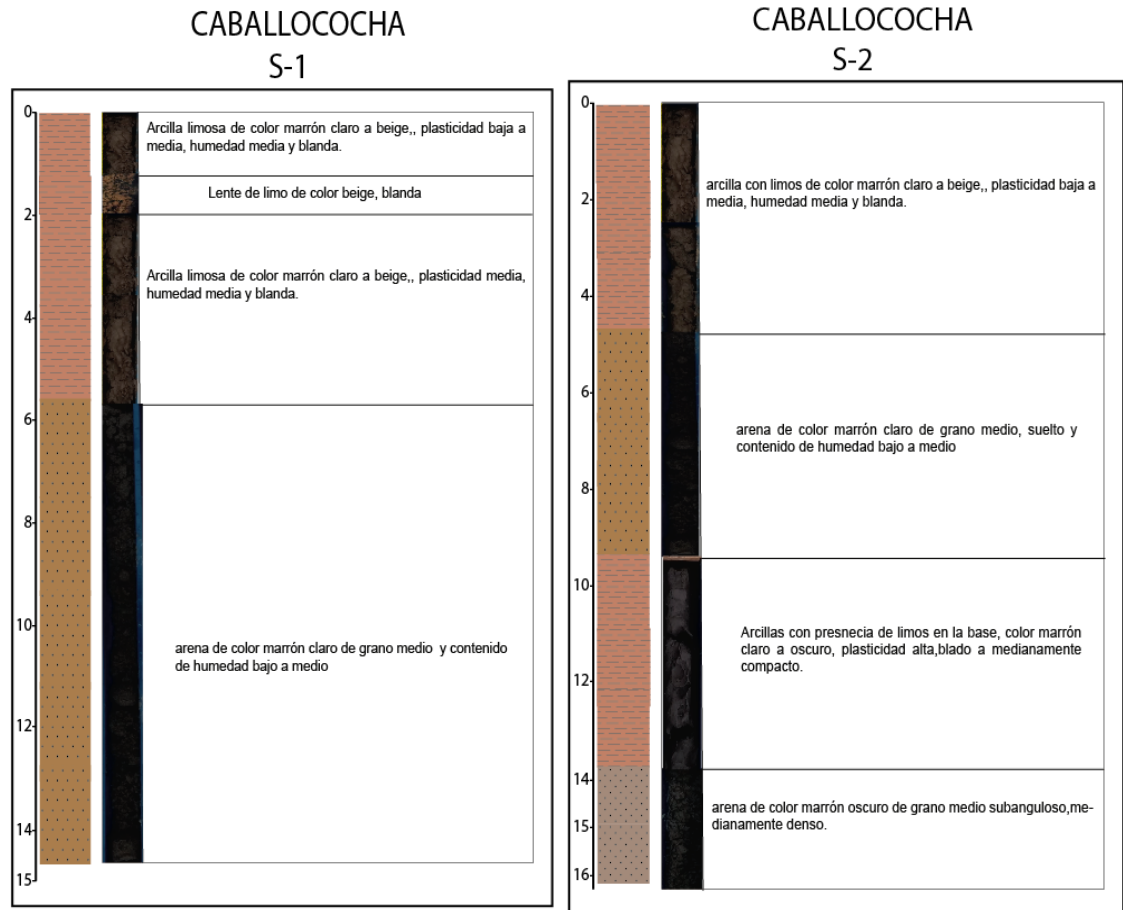


CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

En la Figura 4.1-49, se exponen las columnas litoestratigráficas del sondaje observándose que existe una marcada correlación. En los sondajes también se realizaron ensayos in situ de SPT bajo la norma ASTM D1586.

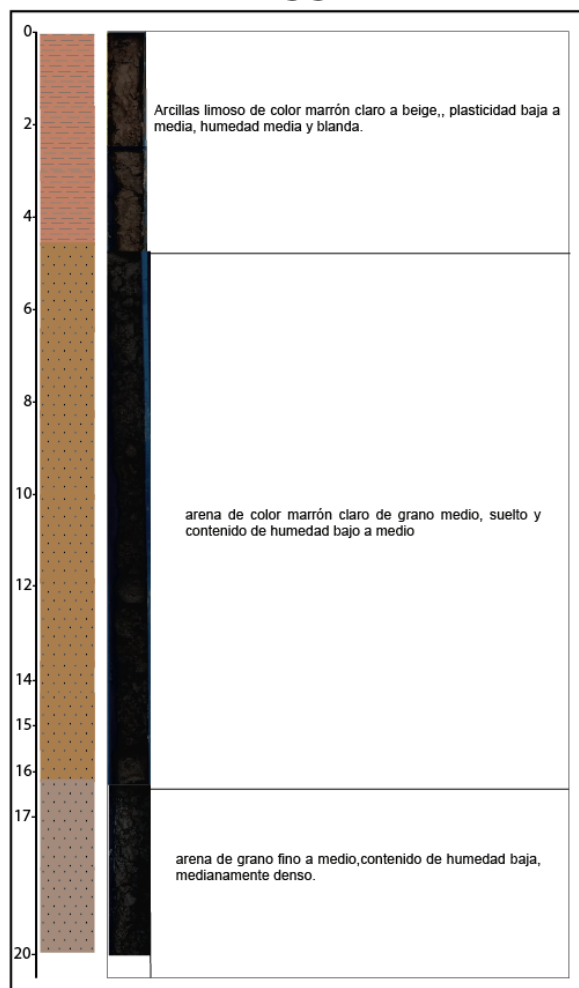
EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809



Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 4.1-49:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas del sondaje S-1 y S-2 de la localidad de Caballococha.  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

CABALLOCOCHA  
 S-3



**Figura 4.1-50:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas del sondaje S-1, S-2 y S-3 de la localidad de Caballococha.  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

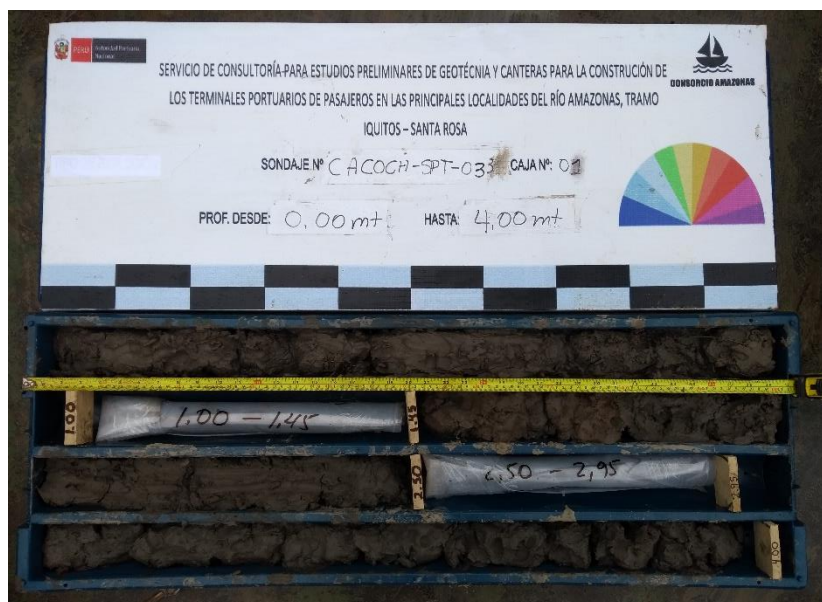
En la Figura 4.1-51, Figura 4.1-52, Figura 4.1-53, Figura 4.1-54 y Figura 4.1-55, se observan las cajas de las muestras extraídas del sondaje SPT-3-CAB, con una profundidad de 20.80 metros, en ellas se puede observar algunas muestras embaladas, para su conservación física.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-51:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-CAB, realizado en la localidad de Caballococha, desde 0.00m hasta 4.00m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



**Figura 4.1-52:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-CAB, realizado en la localidad de Caballococha, desde 4.00m hasta 8.50m.

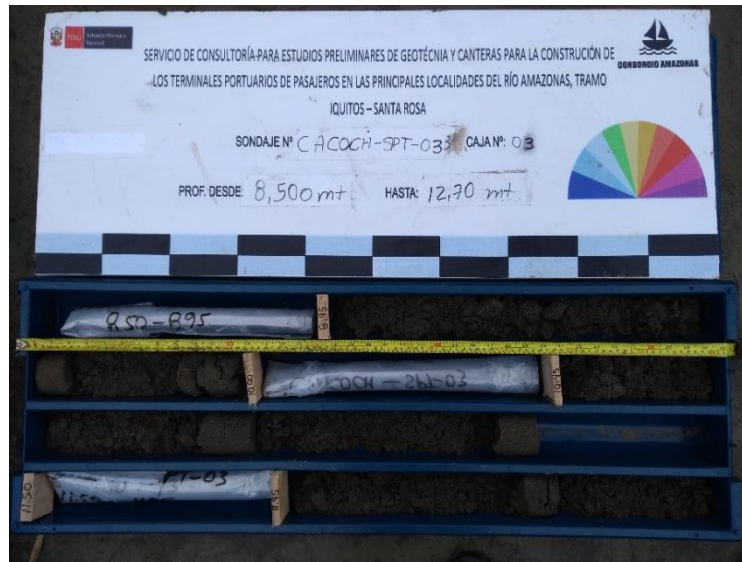
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



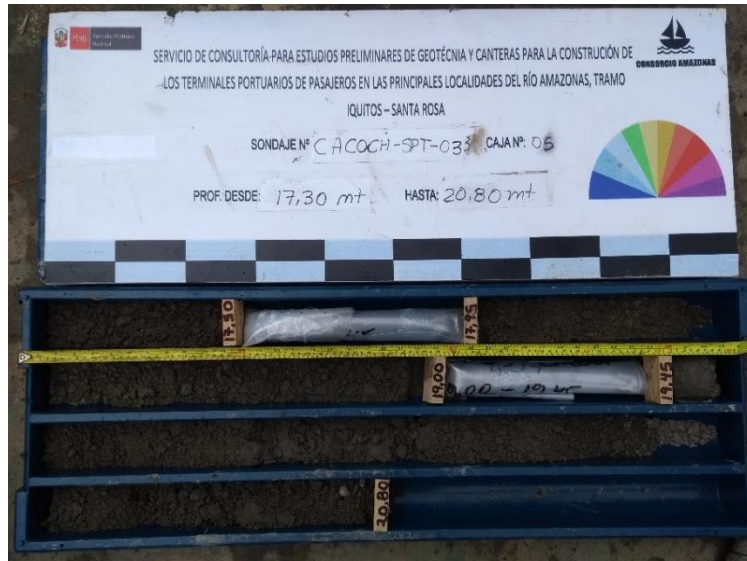
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 4.1-53:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-CAB, realizado en la localidad de Cabalococho, desde 8.50m hasta 12.70m.  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo



**Figura 4.1-54:** Caja de muestras del sondaje S-1, realizado en la localidad de Cabalococho, desde 12.70m hasta 17.30m.  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo



**Figura 4.1-55:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-CAB, realizado en la localidad de Caballococha, desde 17.30m hasta 20.80m.  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo

#### **4.1.4.3. Correlaciones entre sondajes de perforación en el área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Caballococha**

Esta sección A-A' tiene una extensión de 15 m de largo con una profundidad comprobada de 16 m en base a la profundidad máxima alcanzada en uno de los sondajes. Existe una muy buena correlación estratigráfica entre los sondajes SPT-1-CAB y SPT-2-CAB que están dispuestos en una orientación NE-SW, observándose en el nivel superior a secuencias arcillosas de coloración marrón claro a beige con presencia de niveles muy delgados de limos. Las arcillas que son la litología más abundante posee plasticidad media a alta y un contenido de humedad media a alta, lográndose determinar que el grado de consistencia es blanda.

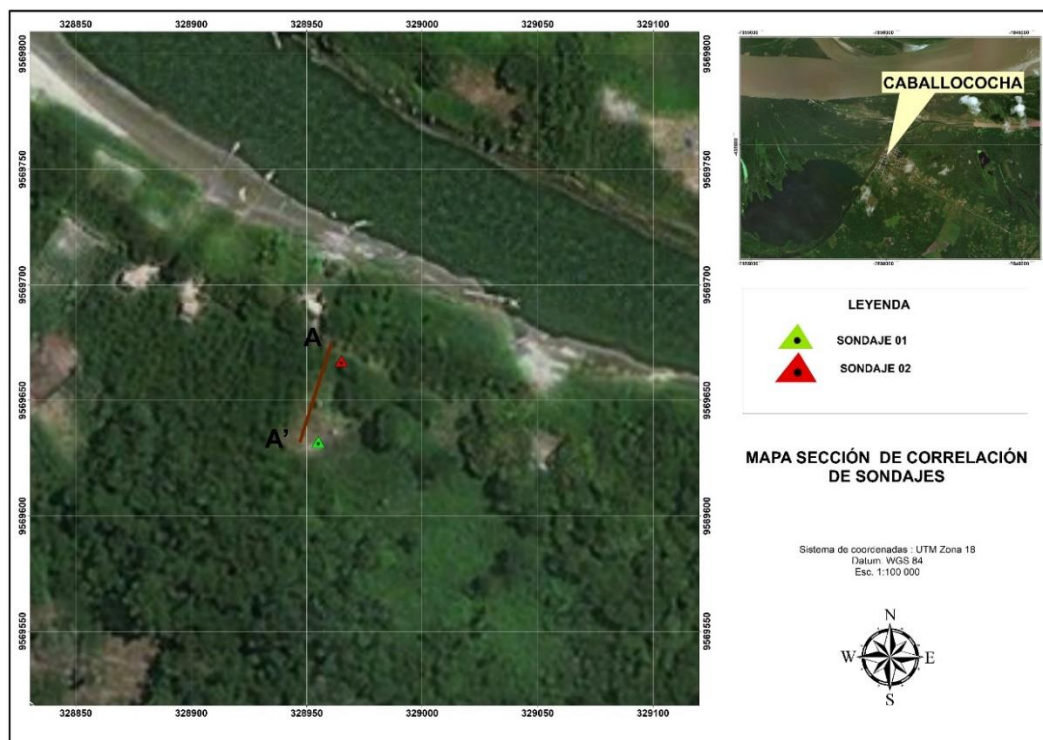
El nivel medio de correlación se encuentra compuesto por arenas de grano fino a medio, con un alto contenido de humedad y un rango de compacidad de medianamente densa a densa. Se observa una muy buena correlación entre los sondajes, con solamente diferencia de espesores que son típicas de sedimentación en canales de ríos distales.

La parte inferior se observas en el sondaje SPT-2-CAB, donde la litología adquiere una composición de areniscas que pasan progresivamente a limos y arcillas, dibujando la típica configuración sedimentaria de canales de ríos en un ambiente fluvial distal que confirma de manera concreta el ambiente de sedimentación reinante en el río Amazonas.

CA-180201-INF-03-01  
 Versión 01

INFORME FINAL

En la Figura 4.1-56, Se aprecia el mapa de ubicación de la sección de correlación de los sondajes SPT-1-CAB y SPT-2-CAB

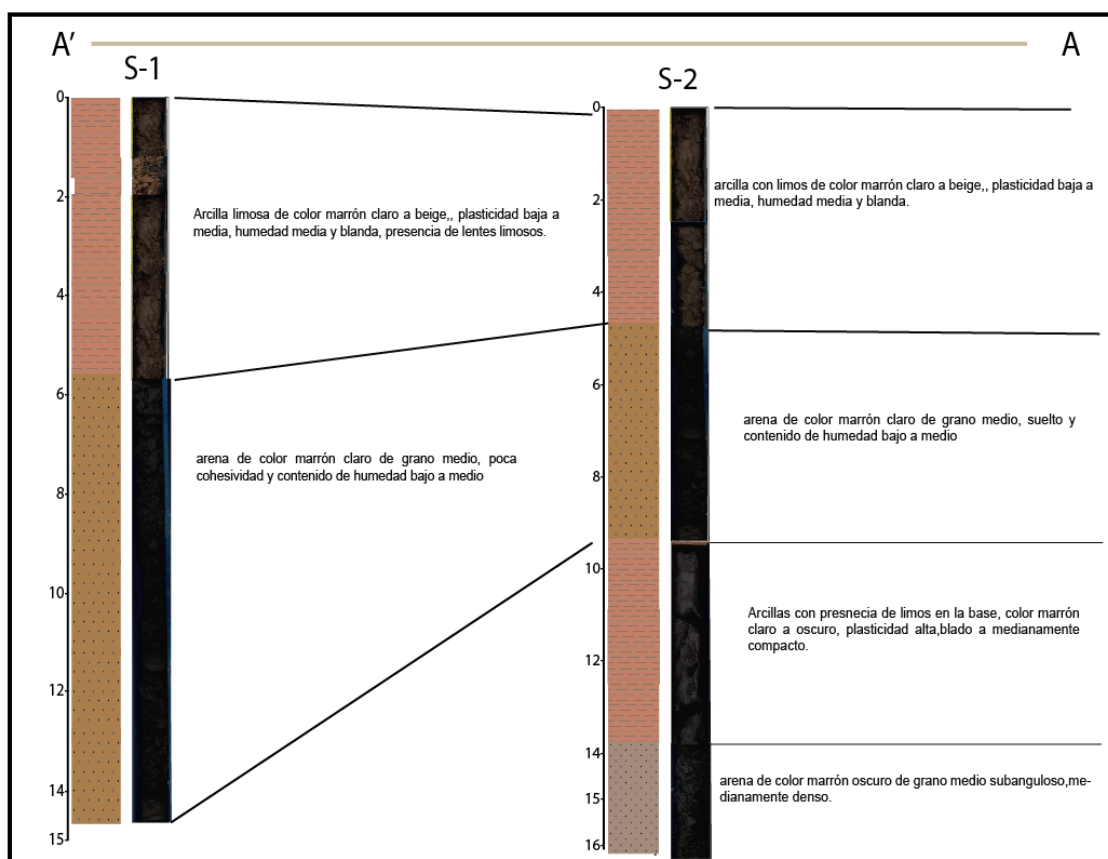


**Figura 4.1-56:** Sección de correlación A- A'.  
 Fuente: Imagen Google Earth-elaboración propia.

En la Figura 4.1-57 se aprecia la sección A-A' que grafica la correlación de los sondajes SPT1-1-CAB y SPT-2-CAB.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 4.1-57:** sección de correlación A'-A.  
 Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.4.4. Perfil geológico en el área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Caballococha**

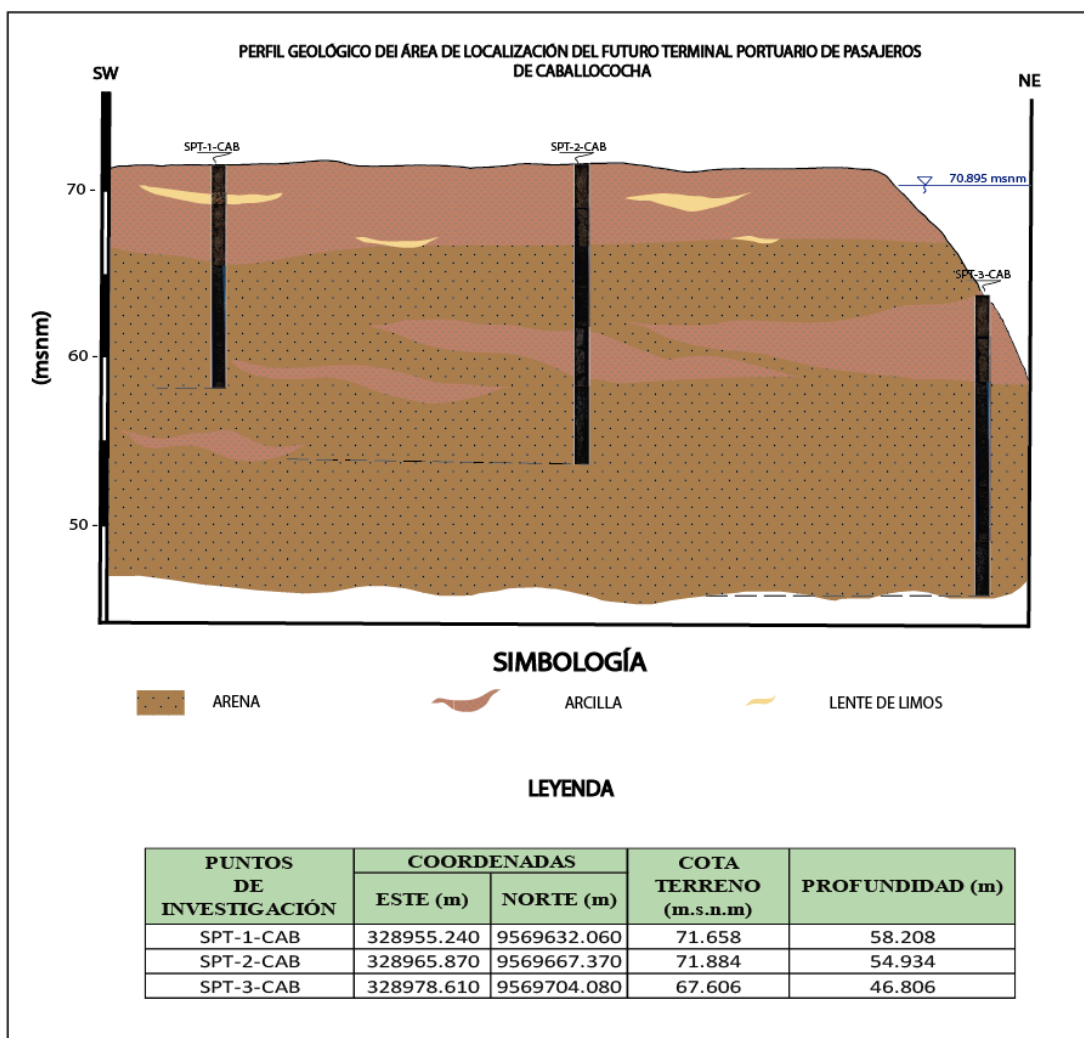
Para la realización de la sección geológica de la localidad de Caballococha, se tuvo que contar con información a profundidad con ayuda de los estudios geotécnicos que se realizaron en campo. La información geológica a profundidad con la que se contó fue hasta los 20 m. tanto en terreno como en r

La sección geológica, cuya orientación es SW-NE, se evidencia una secuencia de arcillas limosas de color marrón claro a beige intercalada con arena de color marrón de grano fino y suelto.

En la Figura 4.1-58, se observa perfil geológico del área dentro del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Caballococha.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

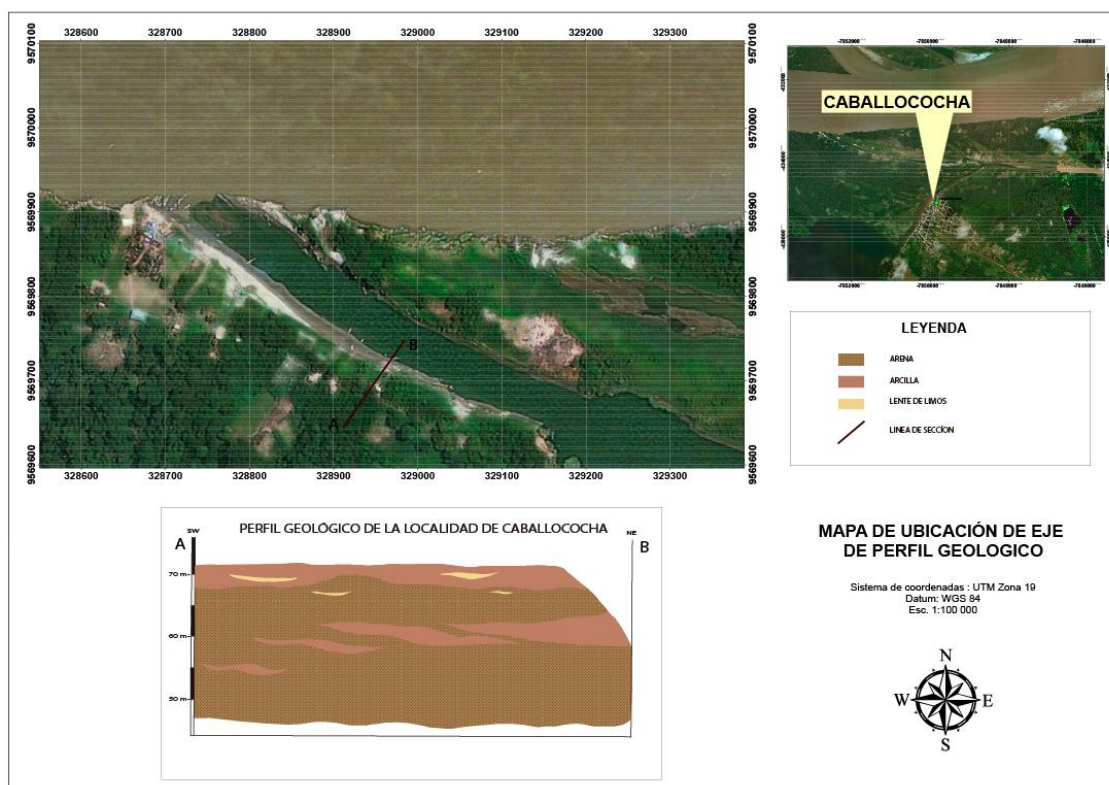
  
**Lazaro Ampuero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 4.1-58:** Perfil geológico de la localidad de Caballococha.  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

En la Figura 4.1-59, se muestra la Sección de perfil geológico del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Caballococha en el terreno donde se eligió su construcción observada en una imagen satelital.

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-59:** Mapa de perfil geológico.  
 Fuente: Imagen tomada de Google Earth, Elaboración propia.

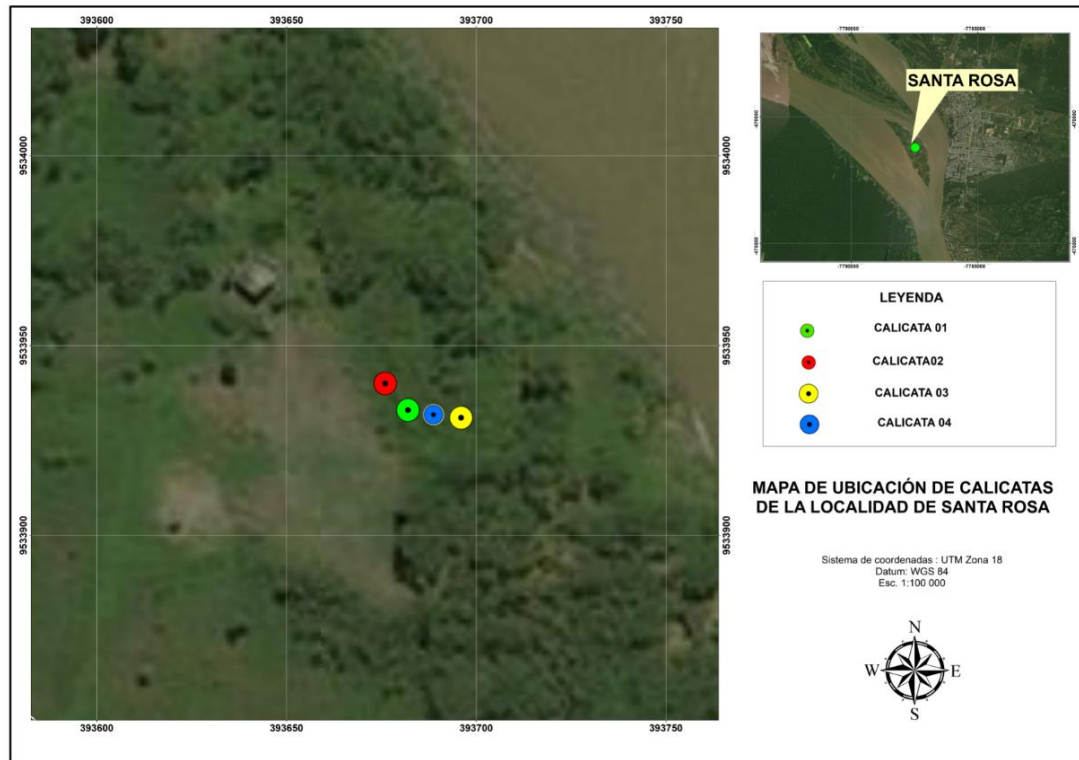
#### 4.1.5. Estudios geológicos realizados in-situ en el futuro terminal portuario de pasajeros de la localidad de Santa Rosa.

##### 4.1.5.1. Análisis litológico de calicatas realizadas en campo

El objetivo de una calicata es tener una visión directa del terreno, mediante una excavación, para su caracterización y análisis. En la localidad de Indiana se realizaron 3 calicatas, con una separación en promedio de 2.00 metros, la profundidad promedio alcanzado fue hasta los 2.00m, en excavación se observó filtraciones a causa del nivel freático.

La secuencia litológica de las calicatas evidenció niveles de arena de grano fino, depósitos fluviales, con presencia de lentes arcillosos de color gris oscuro, que son la forma de depositación de sedimentos de los ríos de gran caudal como lo es el Amazonas.

La Figura 4.1-60 muestra la ubicación de las calicatas realizadas en campo son zona de terraza baja.



**Figura 4.1-60:** Mapa de ubicación de calicatas de la localidad de Santa Rosa.  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

### • Descripción estratigráfica de la Calicata C-1-SAR

Se limitó el nivel de superficie vegetal (top soil) hasta los 15 cm de profundidad, donde se observa material limoso y arcilloso con fuerte disturbación por el crecimiento de raíces y presencia de madriguera de gusanos. La profundidad de excavación de la calicata alcanzo hasta 1.20 m, donde se saturo de agua y se rellenó la excavación producto de las filtraciones y del nivel freático, por lo que con ayuda de una barrena manual se pudo llegar hasta la profundidad de 2.70 m, que sirvió para identificar el tipo de material que había a dicha profundidad. Se pudo evidenciar que el resto de material presente es areno limosa muy similar a la vista en el corte de la calicata.

En toda la excavación de la calicata C-1-SAR se observó arena limosa de color marrón a gris claro, de grano fino característico de un depósito fluvial de barra, que posee el contenido de humedad media con compacidad floja.

Se encuentra correlacionado estratigráficamente con los primeros metros de perforación con los sondajes SPT-1-SAR y SPT-2-SAR.

La **Figura 4.1-61** muestra la columna litológica de la calicata C-1-SAR realizada en campo dentro del área destinada al terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa ubicada en la zona de terraza baja a 68.5 msnm.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

| LOCALIDAD   | N° CALICATA  | COORDENADAS   | E           | PROYECCIÓN   | DATUM | ZONA |
|---|--|---|-------------|--|-------|------|
| SANTA ROSA  | N°01   |   | 393682.458  | UTM  | WGS84 | 19   |
|   |  |   | 9533933.109 |  |       |      |
| COLUMNA Y PROF (m)  | FOTOGRAFÍA   | DESCRIPCIÓN   |             |  |       |      |
|         |  | Arena limosa de color marrón claro a gris claro de grano fino, suelta, baja compactación, se pudo observar presencia de raíces. |             |  |       |      |
| SIMBOLOGÍA  |  |   |             |  |       |      |
|  ARENA |  |  RAICES                                      |             |  LIMOS |       |      |

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**Figura 4.1-61:** Formato de descripción de calicata 01  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

- Descripción estratigráfica de la Calicata C-2-SAR**
- Se delimitó el suelo de superficie vegetal (top soil) hasta los 10 cm de profundidad. La profundidad de corte es hasta los 1.50 m donde se halló filtraciones producto del nivel freático, por lo que con ayuda de una barrena manual se pudo llegar hasta los 3.00 m aproximadamente; se pudo evidenciar que la secuencia presente es arena limosa y que continuaba hasta la profundidad final de la calicata.
- La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, hallándose un nivel de arena limosa grano fino, de color marrón claro hasta 1.00 m de profundidad y gris claro los últimos 30 cm, se caracteriza por presentar una

humedad media y de consistencia floja. Se puede apreciar la presencia de raíces los primeros centímetros de la excavación. Este estrato areno limoso aproximadamente a un metro de profundidad posee material limo arcilloso de 0.10 m de espesor, cuya plasticidad es baja observándose su corta distribución lateral.

La Figura 4.1-62 muestra la columna litológica de la calicata C-2-SAR realizada en campo dentro del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Santa Rosa ubicada en la zona de terraza baja a 68.9 msnm.



**Figura 4.1-62:** Formato de descripción de calicata C-2-SAR  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

**• Descripción estratigráfica de la Calicata C-3-SAR**

La profundidad de corte llega a 1.60 m, donde ocurrió las filtraciones producto del nivel freático, por lo que con ayuda de una barrena manual se pudo llegar hasta los 2.50

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

m, que sirvió para identificar el tipo de material que existe a dicha profundidad. En este proceso se pudo evidenciar que la secuencia areno limosa continuaba hasta la profundidad 2.5m.

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de 10 cm (profundidad de superficie vegetal o top soil) donde se puede apreciar la presencia de raíces los primeros centímetros de la excavación. A partir de esta profundidad se halló arena limosa de grano fino, color marrón claro de 1.00 m de espesor, siendo la arena limosa que posee coloración gris claro ubicado en los últimos 0.3 m, Esta litología se caracteriza por presentar humedad media con consistencia floja. Oen la excacion de la calicata y dentro de la litología arenosa se pudo identificar un lente de material limo arcilloso ubicado a un metro de profundidad y con un espesor de 0.10 m, que posee baja plasticidad.

La Figura 4.1-63, muestra la columna litológica de la calicata C-3-SAR realizada en campo dentro del área de localización del futuro terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa ubicada en la zona de terraza baja a 69.19 msnm.

  
EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**



**Figura 4.1-63:** Formato de descripción de calicata C-3-SAR  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

**• Descripción estratigráfica de la Calicata N°4**

La profundidad de corte llega a 1.60 m, donde se halló filtraciones producto del nivel freático, por lo que con ayuda de una barrena manual se obtuvo información hasta los 2.80 m. Con la profundidad alcanzada se pudo concluir que la secuencia arenosa sigue a dicha profundidad, pero con mayor saturación de agua.

La identificación y caracterización del material se realizó a partir de los 10 cm, top soil, donde se evidenció la presencia de raíces de grosor delgada. A partir de esta profundidad se halló un nivel de arena limosa de grano fino, color marrón claro hasta 1.00 m de profundidad, siendo interrumpido por un lente de material arcilloso de corta distribución lateral. La capa de arenas limosa de grano fino a medio que poseen tonalidad grisácea continúan hasta el fondo de la calicata. Se caracterizó a las

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

secuencias litológicas con contenido de humedad media a alta y de una compacidad floja..

La Figura 4.1-64, muestra la columna litológica de la calicata C-4-SAR realizada en campo dentro del área de localización del futuro terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa ubicada en la zona de terraza baja a 69.19 msnm.



**Figura 4.1-64:** Formato de descripción de calicata 04  
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lázaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

La Figura 4.1-65 se observa el uso de una barrena manual para llegar hasta los 2.70 m de profundidad, evidenciando que la secuencia arenosa continuaba hasta dicho metraje..



**Figura 4.1-65:** Excavación de la calicata 01, con ayuda de una barrena manual para llegar hasta los 2.70m de profundidad.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

La Figura 4.1-66 se observa que con la ayuda de una barrena manual se pudo llegar hasta los 3.00m de profundidad, evidenciando que la secuencia arenosa continuaba hasta dicho metraje. Asimismo, se realizó el muestreo del material obtenido en dicha profundidad.



**Figura 4.1-66:** Excavación de la calicata 02, con ayuda de una barrena manual para llegar hasta los 3.00m de profundidad.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

La Figura 4.1-67 se observa que con la ayuda de una barrena manual se pudo llegar hasta los 2.50 m de profundidad, evidenciando que la secuencia areno limosa continuaba hasta dicho metraje.



**Figura 4.1-67:** Excavación de la calicata 03, con ayuda de una barrena manual para llegar hasta los 2.50m de profundidad.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



#### 4.1.5.2. Análisis litoestratigráfico de los testigo de perforación

El análisis de los testigos de perforación es tratado de manera individual, con la finalidad de determinar las características litológicas, espesores y análisis físico de compactación y características apreciables en las muestras de perforación; posteriormente se hace una correlación estratigráfica y litológica para todos los sondeos efectuados en el área destinada al futuro terminal portuario de pasajeros de Santa Rosa.

- **Estratigrafía del Sondeo SPT-1-SAR**

La distribución de los sedimentos en el sondeo SPT-1-SAR alcanzó los 16.40 m de profundidad realizados con una perforadora con tuberías de dimensión NQ. Los primeros 7m de profundidad la litología se constituye de arena de grano fino color marrón claro, característico de sedimentos de barra progradante en un ambiente de sedimentación fluvial distal. Estas arenas poseen lentes de arcilla de coloración marrón claro y de corta distribución lateral. La litología a partir de 7 m hasta 12 m cambia a arcillas de color marrón claro de alta plasticidad, de consistencia media a muy rígida, hasta los 12 metros de profundidad del sondeo.

Finalmente, a partir de 12 m hasta 16.40 m se sedimenta una secuencia estratigráfica de arena de grano fino color marrón claro, disgregable y poco sementado que además presenta un grado de compacidad medianamente denso a denso.

- **Estratigrafía del Sondeo SPT-2-SAR**

Los trabajos de obtención de muestras en campo por el método de perforación rotatoria que se usó en el sondeo SPT-2-SAR alcanzaron una profundidad de 16.40 m. Los primeros 5.8 m de profundidad se identificó una secuencia de arena de grano fino de coloración marrón claro que a simple análisis son extremadamente correlacionables con los primeros metros del sondeo SPT-1-SAR. A partir de 5.8 m hasta 10.2m de profundidad en el sondeo se distingue la presencia de arcillas color marrón claro, de alta plasticidad y de consistencia media; donde a manera de lentes delgados y de corta distribución lateral se presentan arenas de grano fino color marrón claro.

Finalmente, desde 10.2 m hasta 16.4 m de profundidad, que corresponde a los últimos metros del sondeo, se halló capas de arenas de grano fino, pero con un mayor grado de compacidad. Esta secuencia estratigráfica es típica en depósitos de barra o depósitos fluviales de ríos distales como lo es en la actualidad el río Amazonas.

- **Estratigrafía del Sondeo SPT-3-SAR**

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

La perforación del sondaje SPT-3-SAR llegó hasta los 20.15 m. de profundidad. La capa superior de 1m es arena limosa color marrón claro a gris claro, con un contenido de humedad media y de compacidad medianamente densa. Se pudo observar un lente de arcilla de color gris claro y de baja plasticidad a la profundidad de 2.00 m.

Desde la profundidad de 1m hasta la profundidad de 10.30 m se halló una importante capa de arcillas color marrón claro, de baja plasticidad, de consistencia medianamente firme. Desde 10.3m hasta 16.35m el dominio de las arcillas es claramente apreciable caracterizándose por su coloración marrón claro, de baja plasticidad, humedad mediana a alta e índice de plasticidad baja. Desde los 16.35 m hasta los 20.00 m, se encuentra compuesto por material arenoso, grano medio a fino, y de compacidad densa; a los 17.30 m la secuencia arenosa, se encontró interrumpida por un lente arcilloso de baja plasticidad que llega hasta los 19.20 m. Este sondaje presenta una correlación estratigráfica con los sondajes, SPT-1-SAR y SPT-2-SAR.

En la Figura 4.1-68, se presenta las columnas litoestratigráficas del sondaje realizados en campo, descripción e imagen de las muestras extraídas. En los sondajes también se realizaron ensayos in situ de SPT, bajo la norma ASTM D1586.

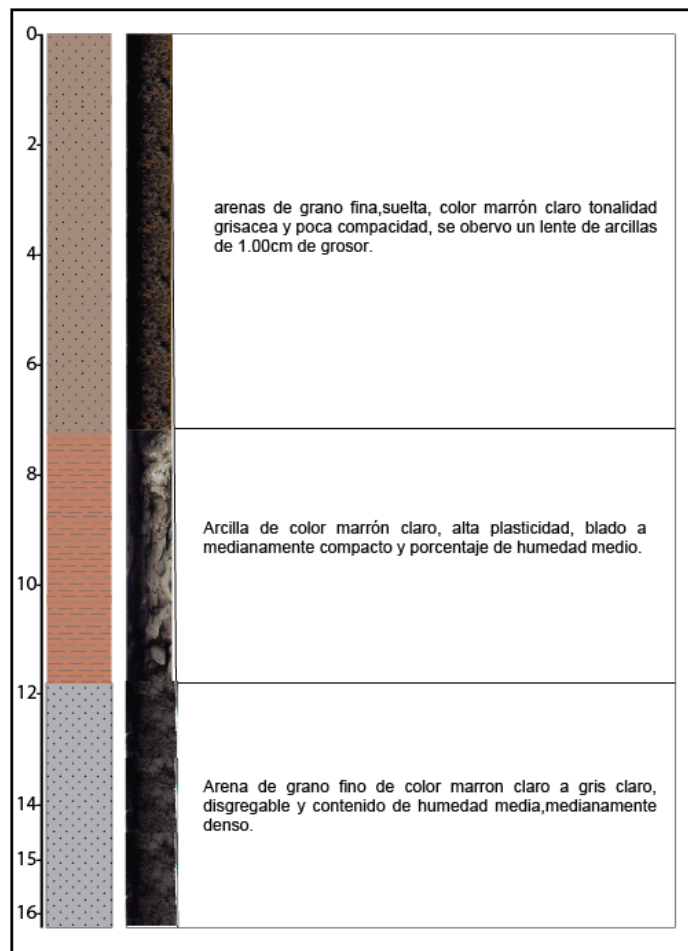
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
 Versión 01

INFORME FINAL

## SANTA ROSA S-1



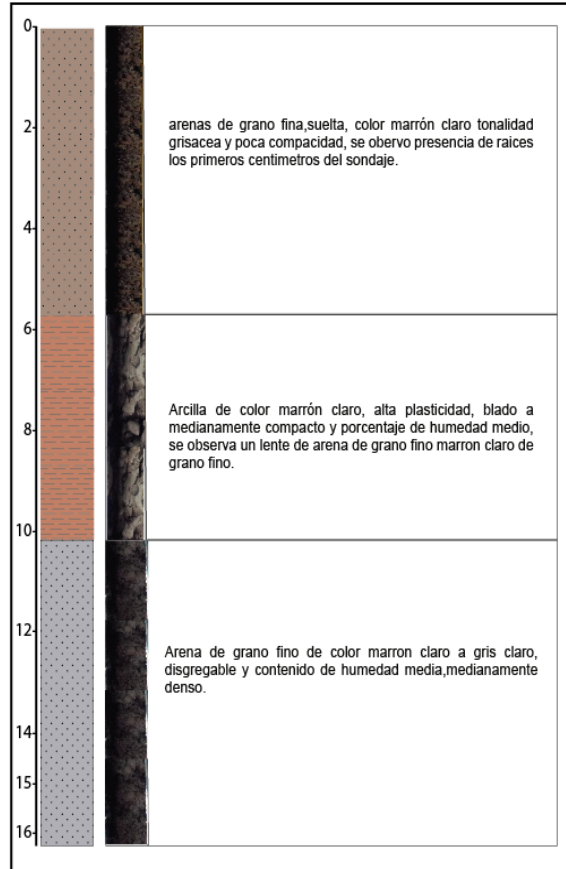
**Figura 4.1-68:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas del sondaje S-1 de la localidad de Santa Rosa.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

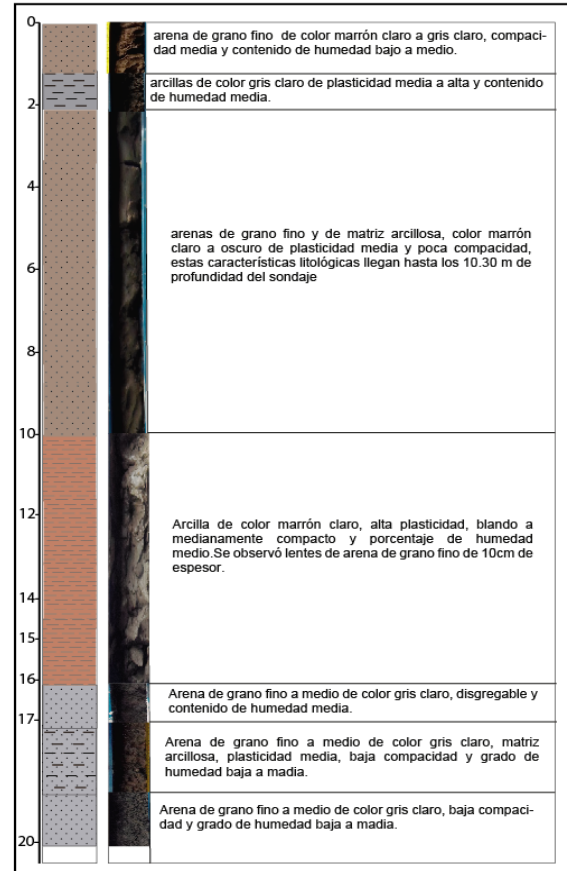
  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

**SANTA ROSA**  
**S-2**



**SANTA ROSA**  
**S-3**



**Figura 4.1-69:** Descripción litoestratigráfica y medición de espesores de las muestras extraídas del sondaje S-1, S-2 y S-3 de la localidad de Santa Rosa.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

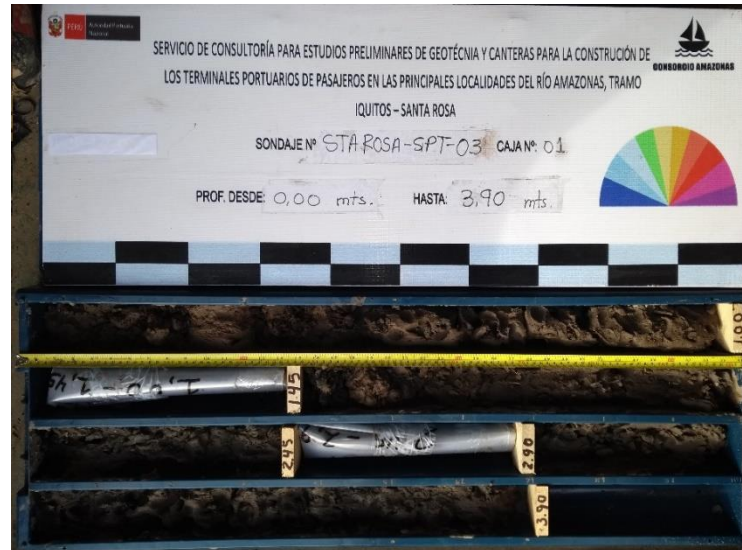
En la Figura 4.1-70, Figura 4.1-71, Figura 4.1-72, Figura 4.1-73, Figura 4.1-74 y Figura 4.1-75, se presenta las cajas de las muestras extraídas del sondaje, con una profundidad de 20.80 m, en ellas se puede observar algunas muestras embaladas, para su conservación física, donde se especifica la consistencia del material mediante el número de golpes que se realizaron en el ensayo SP.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazarus Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-70:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SAR, realizado en la localidad de Santa Rosa, desde 0.00m hasta 3.90m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



**Figura 4.1-71:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SAR, realizado en la localidad de Santa Rosa, desde 3.90m hasta 7.90m.

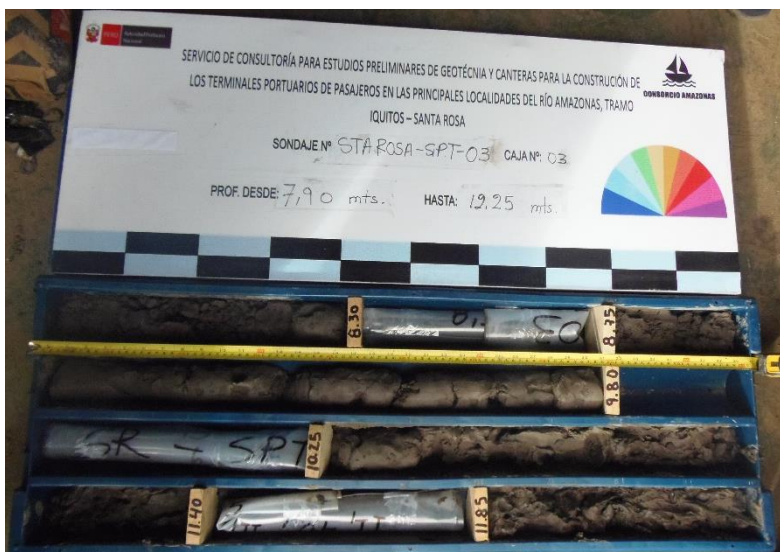
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

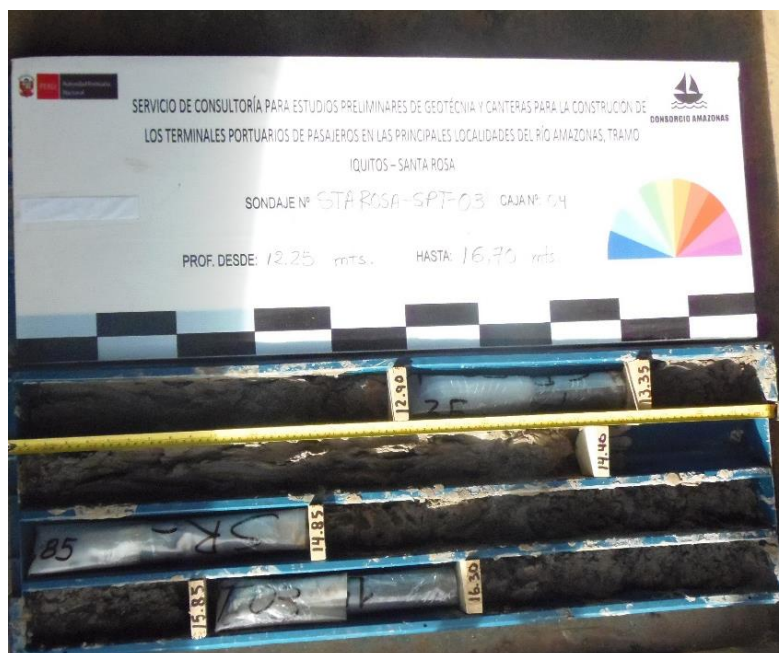
**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**



**Figura 4.1-72:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SAR, realizado en la localidad de Santa Rosa, desde 7.90m hasta 12.25m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



**Figura 4.1-73:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SAR, realizado en la localidad de Santa Rosa, desde 12.25m hasta 16.70m.

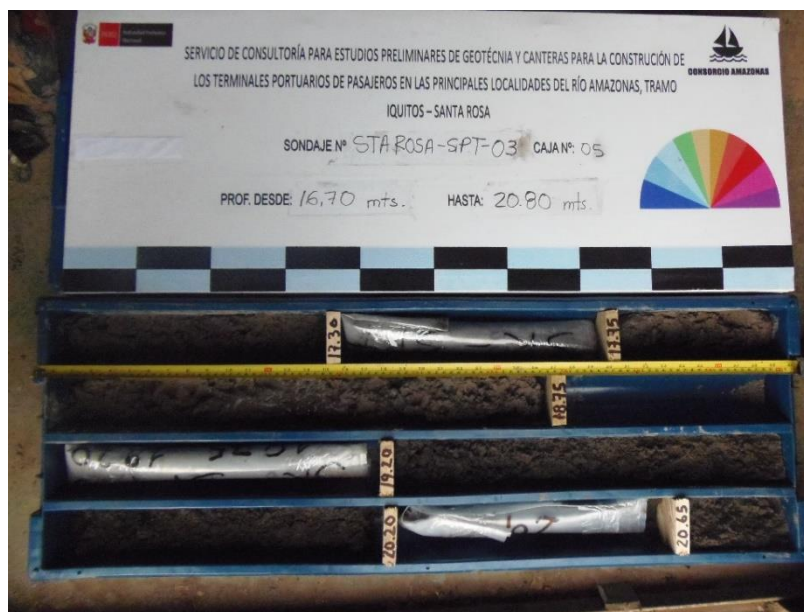
Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53911

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-74:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SAR, realizado en la localidad de Santa Rosa, desde 16.7m hasta 20.80m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.



**Figura 4.1-75:** Caja de muestras del sondaje SPT-3-SAR, realizado en la localidad de Santa Rosa, desde 20.80m hasta 22.15m.

Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

#### 4.1.5.3. Correlaciones entre sondajes de perforación en la localidad de Santa Rosa

Con ayuda de los sondajes realizados en campo se pudo correlacionar los sondajes SPT-1-SAR, SPT-2-SAR y SPT-3-SAR, dando como resultado la sección A'-A que presenta una extensión de 15 m de largo con una profundidad comprobada promedio de 20 metros. Existe una muy buena correlación estratigráfica entre los sondajes, el cual presentan una orientación NE-SW, observándose el primer nivel secuencias de arenas con presencia limosa, de coloración marrón a claro a gris claro, contenido de humedad media y de compacidad medianamente densa. Seguido por un nivel de arcillas de baja plasticidad, de color marrón claro y de consistencia firme.

A la base de la sección A-A' se aprecia la correlación con sedimentos de arena de grano fino, de color marrón a gris claro y de compacidad densa; esta secuencia puede ser observada hasta la profundidad del sondaje SPT-3-SAR, el cual alcanzó unos 20 m de profundidad. Estas secuencias de sedimentos de arenas y arcillas pueden ser proyectadas a mayor profundidad, pero se requeriría de sondajes a mayor profundidad para su verificación.

En la Figura 4.1-76, se observa el mapa de ubicación de la sección de correlación de los sondajes SPT-1-SAR, SPT-2-SAR y SPT-3-SAR.

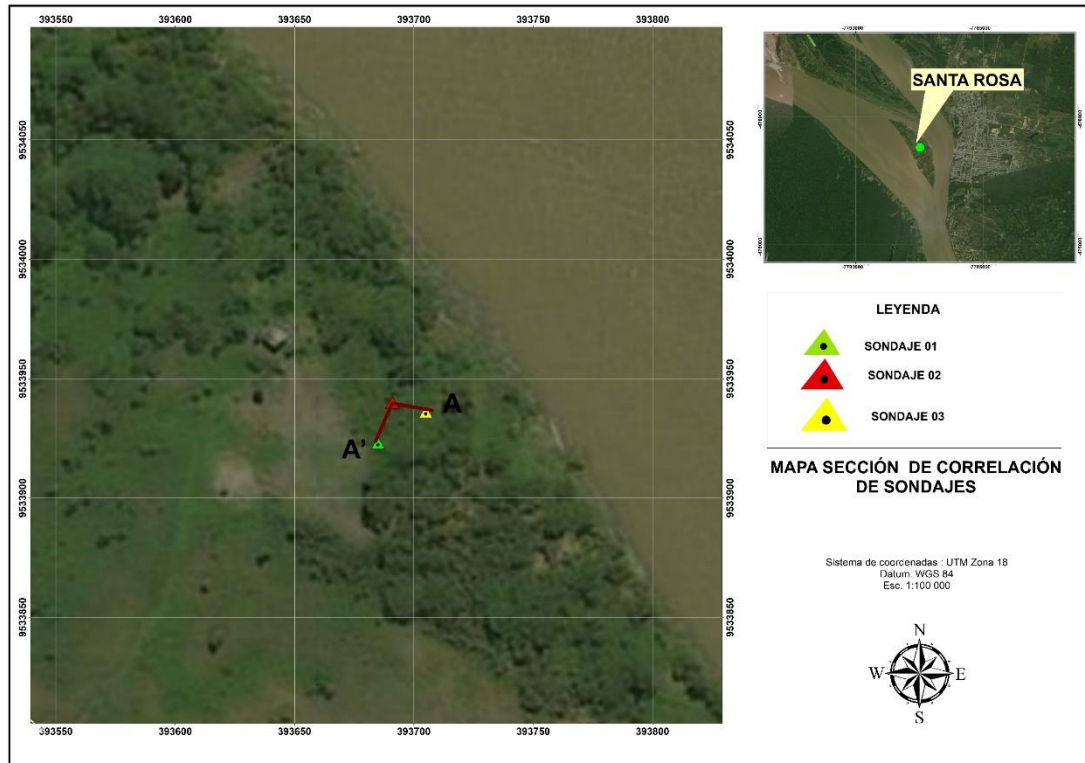
  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.1-76:** sección de correlación A-A'.  
Fuente: Imagen Google Earth-elaboración propia.

En la Figura 4.1-77, muestra la sección A-A', correlación de los sondajes SPT-1-SAR, SPT-2-SAR Y SPT-3-SAR.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

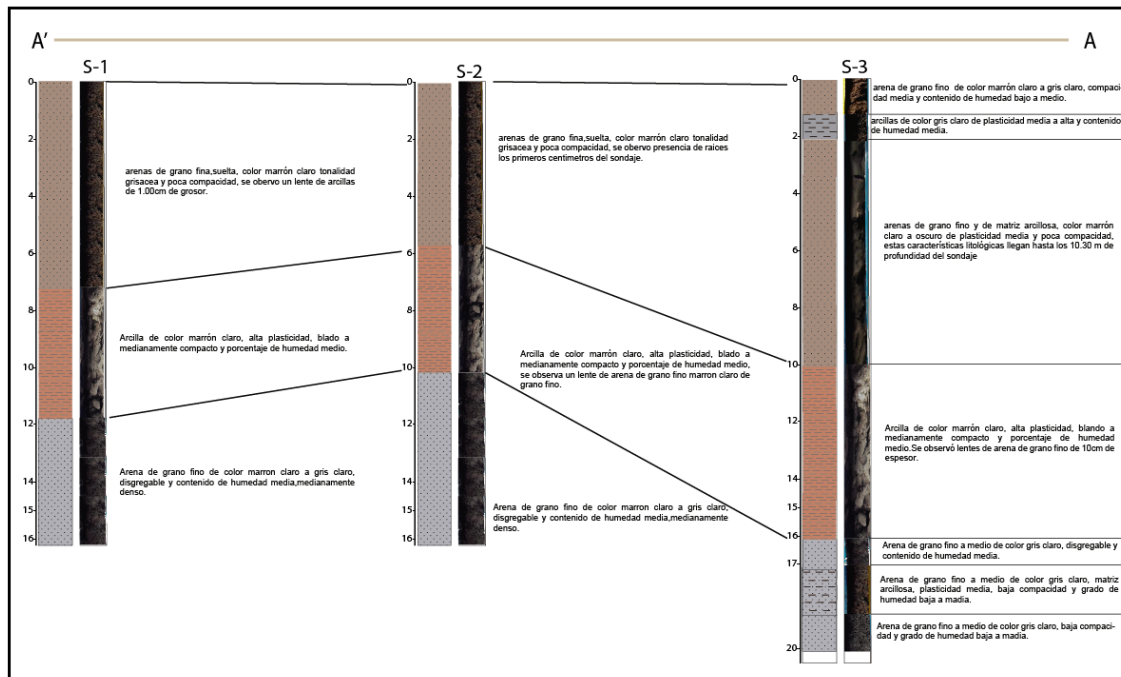


Figura 4.1-77: sección de correlación A'-A.  
Fuente: Elaboración propia.

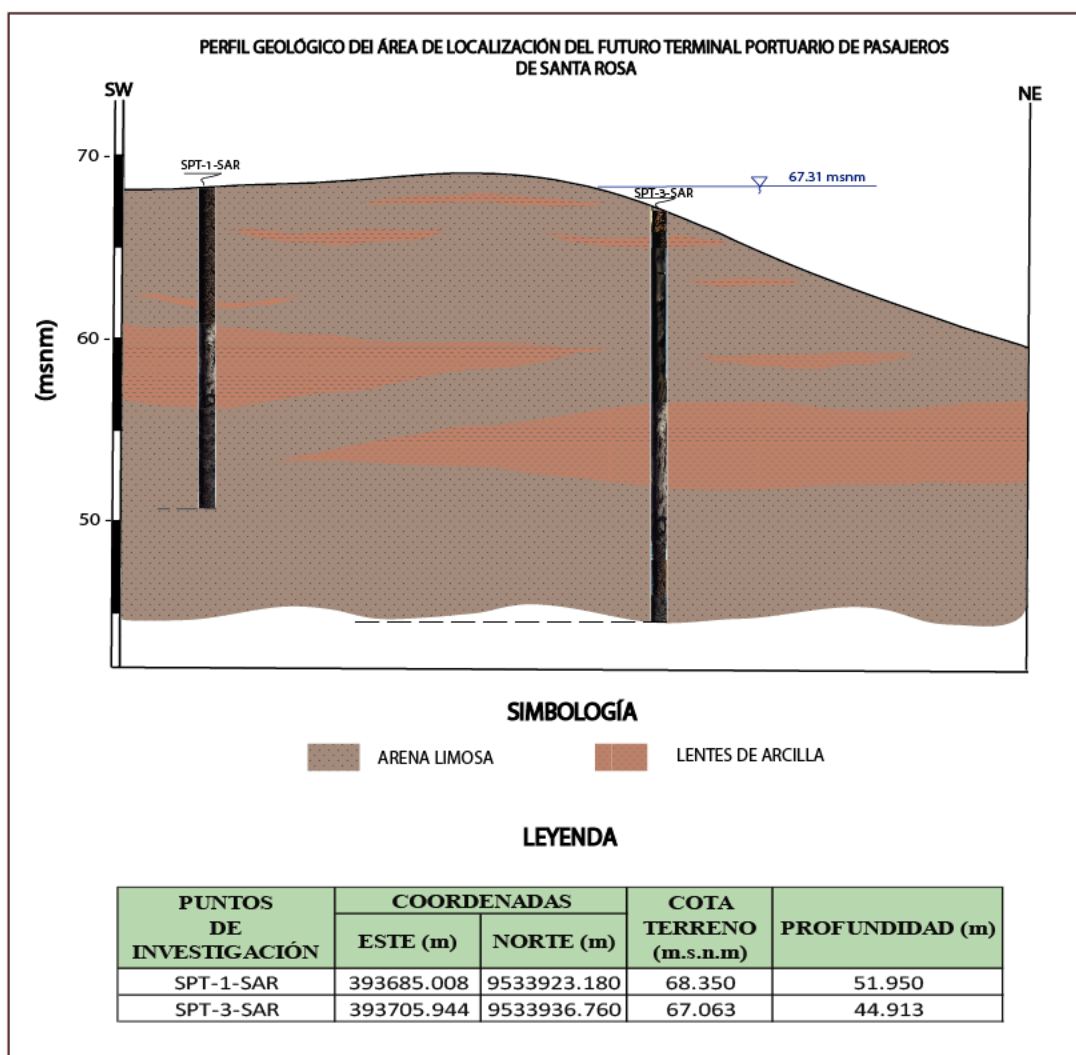
#### 4.1.5.4. Perfil geológico del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Santa Rosa

Para la realización de la sección geológica de la localidad de Santa Rosa se tuvo que contar con información a profundidad ofrecidas y ejecutadas en los estudios geotécnicos que se realizaron en campo. Siendo la profundidad de 20 m, bajo la superficie la información sedimentológica con la que se contó.

La sección geológica cuya orientación es SW-NE evidencia principalmente arenas de grano fino, con presencia de lente de arcillas en la parte superior, observándose que en los tres sondajes e incluso en las calicatas la litología presenta similares características. La configuración del terreno que vendría a ser una isla en medio del Amazonas da a entender que se trata de una sedimentación fluvial de barras progradantes, cuyo origen justamente es por el acarreo de arenas y la acumulación en lugares específicos, que con el tiempo se desplazan río abajo. Al parecer, la isla donde se fundó la localidad de Santa Rosa es una barra arenosa progradante que no ha cambiado de posición en mucho tiempo lo que garantiza de cierta manera la estabilidad de este pedazo de tierra entre brazos del río Amazonas. En la Figura 4.1-78, Sección de perfil geológico de la localidad de Santa Rosa.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809  
Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

En la figura se muestra la sección de perfil geológico del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Santa Rosa.

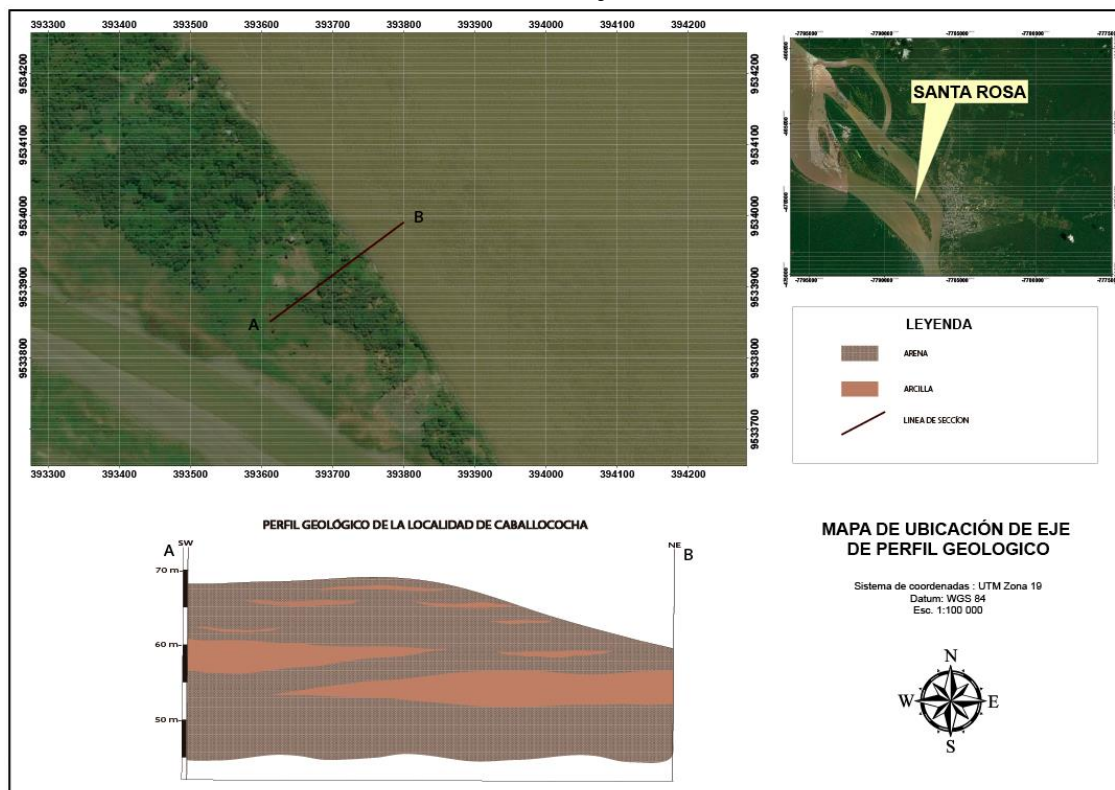


**Figura 4.1-78:** Perfil geológico de la localidad de Santa Rosa.  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

En la Figura 4.1-79, sección de perfil geológico del área de localización del Futuro Terminal Portuario de Pasajeros de Santa Rosa.



**Figura 4.1-79:** Perfil geológico de la localidad de Santa Rosa.  
 Fuente: Imagen Proyecto trabajo de campo, elaboración propia.

## 4.2. ESTUDIO DE GEOTÉCNIA

Los ensayos de laboratorio con fines de cimentación, se realizaron bajo las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

- Ensayos estándar:

De acuerdo con los términos de referencia (TDR) del presente estudio, se han realizado los ensayos estándar sobre las muestras alteradas, obtenidas de los puntos de investigación (SPT y calicatas).

- Análisis granulométrico por tamizado y sedimentación. ASTM D422
- Límites de Atterberg (LL y LP). ASTM D4318
- Contenido de humedad. ASTM D2216
- Clasificación SUCS. ASTM D2487
- Gravedad específica relativa de sólidos (Gs). ASTM D854

➤ Contenido de materia orgánica. AASHTO T-267

Cabe mencionar que el ensayo de contenido de materia orgánica en suelos (Método pérdida por ignición), no corresponde al grupo de ensayos estándar. Este pertenece a un ensayo químico, realizado por el método de pérdida por ignición.

De acuerdo con la norma AASHTO T267, el método de pérdida por ignición se usa para la determinación del contenido orgánico de aquellos materiales identificados como turba, lodos orgánicos, y suelos que contengan material vegetal relativamente no descompuesta ni deteriorada o materiales de plantas frescas como madera, raíces, pasto o material carbonáceos como lignito, carbón, etc. Sirve para determinar la oxidación cuantitativa de materia orgánica en tales materiales y proporciona una estimación válida del contenido orgánico.

Después de realizar la exploración geotécnica mediante SPT, se pudo observar algunos estratos de suelo que contenían material carbonáceos, como lignito. Por tal motivo, se realizaron ensayos de contenido de materia orgánica a estos suelos.

● Ensayos especiales:

De acuerdo con los términos de referencia (TDR) del presente estudio, se han realizado los ensayos especiales sobre las muestras inalteradas, obtenidas de las calicatas.

- Ensayos de compresión Triaxial UU. ASTM D2850
- Ensayos de consolidación uniaxial. ASTM D2435


De acuerdo con la norma ASTM D2850, el ensayo UU es llevado a cabo sobre especímenes de arcilla, enmarcando la realización del ensayo dentro del concepto de resistencia para suelos cohesivos saturados, en donde se expresan los resultados en términos de esfuerzos totales. La envolvente de falla para los criterios de Mohr del esfuerzo total, se convierte en una línea horizontal, con una condición de  $\phi = 0^\circ$  (ángulo de fricción) y  $\tau_f = C_u$ , siendo  $C_u$  la resistencia al cortante no drenada, la cual es igual al radio de los círculos de Mohr.

Cabe indicar que las muestras inalteradas en bloque extraídas de las calicatas, son arcillas saturadas. Por lo tanto, de acuerdo a la norma ASTM D2850, el ensayo adecuado para este tipo de suelos es el ensayo de compresión Triaxial no consolidado no drenado (UU).

Con los reportes de los ensayos de laboratorio, proporcionados por el laboratorio geotécnico, se procedió a interpretar los resultados de la investigación geotécnica. Asimismo, con los



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809



Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

registros de los ensayos de penetración estándar (SPT), DPL y calicatas, se procedió a preparar los perfiles estratigráficos. Finalmente se realizó la caracterización geotécnica del terreno. Ver Anexos, 12.2, 12.4 y 12.6.

Los ensayos de laboratorio con fines de evaluación de canteras, se realizaron bajo las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

- Contenido de humedad. ASTM C-70
- Análisis granulométrico por tamizado. ASTM D-422 y ASTM C-33.
- Módulo de Fineza. ASTM C-136.
- Intemperismo agregado grueso y fino. ASTM C-88
- Peso unitario suelto y varillado. ASTM C-29
- Equivalente de arena. ASTM C-2419
- Peso específico de agregado grueso y fino. ASTM C-127
- Porcentaje de absorción del agregado grueso y fino. ASTM C-128

Después de contar con información de las zonas de canteras (cantera Papaplaya y Palejo) se evaluó:

- Volúmenes disponibles.
- Calidad de agregado, en base a los resultados de laboratorio.
- Análisis de costo por flete de materiales de construcción.

La determinación de los parámetros mecánicos del suelo (fricción y cohesión) en los SPT, se realizó por métodos empíricos, ya que no se obtuvieron muestras inalteradas. Sin embargo, con las muestras inalteradas en bloques, obtenidas de las calicatas, se determinaron los parámetros físico-mecánico por métodos analíticos, es decir a través de ensayos de laboratorio.

### 4.3. ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO

#### 4.3.1. Contexto sísmico del Perú

El Perú se ubica en el borde occidental de América del sur y es uno de los países con más alta actividad sísmica en el mundo. En tal sentido, está expuesto al peligro sísmico, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. Con la finalidad de reducir los daños y/o el impacto, es necesario realizar trabajos para conocer el probable comportamiento sísmico de un lugar o estructura ingenieril, calculando las posibles aceleraciones sísmicas.



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

La distribución sísmica en el Perú es compleja. Existen dos tipos de sismos: a) Los sismos interplaca, relacionados al procesos de subducción, donde la placa de Nazca se introduce por debajo de la placa Sudamericana, y b) Los sismos intraplaca, que son sismos asociados a fallas geológicas activas y que establecen las zonas de mayor deformación superficial en el interior del continente. Los sismos interplaca pueden estar relacionados con sismos mayores a 8 de magnitud y sus profundidades son mayores a 30 km; mientras que los sismos interplaca están relacionados con sismos <7.5 de magnitud, pero con profundidades menores a 15 km.

En la zona de trabajo o evaluada, existe escasez de información sísmica según la información del Instituto Geofísico del Perú. Pero recurriendo a base de datos mundiales o catálogos mundiales (NEIC e IRIS) pudimos identificar sismicidad superficial y profunda, coherente con el contexto tectónico regional. Pero aun así estos sismos son escasos para realizar trabajos de peligro sísmico probabilístico.

La información neotectónica, a partir de la compilación bibliográfica, muestra que en el área de estudio no existen fallas geológicas activas cercanas a la zona de construcción de los terminales, pero, si una depresión denominada Ucamara y que consiste en una geoforma controlada por actividad tectónica. A esta actividad podría estar relacionada la sismicidad superficial y profunda, es necesario realizar trabajos detallados con la finalidad de determinar la posible existencia de fallas geológicas.

Los trabajos de compilación de información muestran que la zona de estudio o análisis no es parte de ninguna de las fuentes sismogénicas. Esto debido a que en sus catálogos sísmicos no existe sismicidad, por consiguiente, no puede determinar parámetros sismológicos. Por consiguiente no es posible generar un modelo de peligro sísmico probabilístico.

Por tal razón calculamos el PGA (peak ground acceleration-aceleración pico del suelo) utilizando el método determinístico, basado en el contexto tectónico regional. En tal sentido, y de acuerdo a lo observado en los escenarios, se puede decir que la máxima aceleración que puede alcanzar en la zona de estudio puede llegar hasta los 0.35(g), siendo más específicos, la localidad de Pebas se encuentra más propenso y puede presentar dicha aceleración, tomando en consideración que nuestro modelamiento solo abarca el área de estudio (escenarios 1, 2 y 3), que según la Norma Técnica E.030 de diseño sismo-resistente de edificios del Perú modificada por D.S. Nro 003-2016-VIVIENDA.

En la Figura 4.3-1, indica la distribución sísmica del Perú, según la profundidad diferenciados por colores.

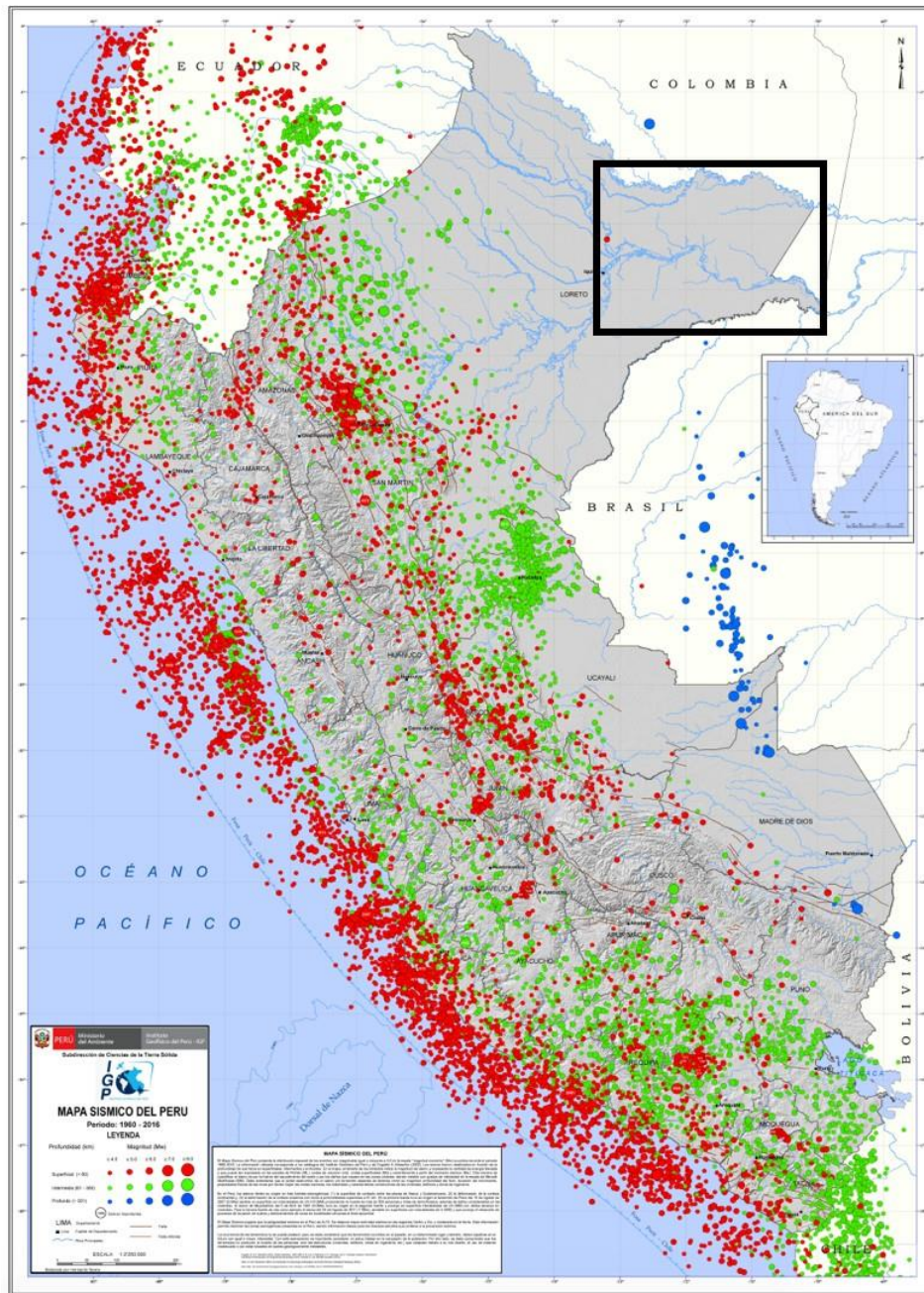
  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL



**Figura 4.3-1:** Distribución sísmica en el Perú. Se puede observar que los puntos de diferentes colores están relacionados con la profundidad  
Fuente: Imagen del Instituto Geofísico del Perú.

Pero a la vez, nótese que, precisamente en la zona de estudio (rectángulo de borde negro en la figura), el mapa sísmico del Instituto Geofísico del Perú, no muestra sismicidad. Pero hacia el sur (Brasil) y al norte (Colombia) de la zona de estudio, se

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



muestra un alineamiento de sismos profundos (puntos de color azul) asociados con al proceso de subducción. A esta falta de información se denomina gap o silencio sísmico.

En sismología, gap sísmico, se refiere a la región geográfica o área donde históricamente han ocurrido sismos destructores, donde no han vuelto a ocurrir sismos de magnitudes similares por un periodo de tiempo bastante grande y en la actualidad muestran un nivel de actividad sísmica por debajo de lo normal de acuerdo a las observaciones hechas en las últimas decenas o centenas de años.

Con la finalidad de ratificar la escasez o la falta de datos sísmicos en el área de estudios, recurrimos a otros catálogos mundiales (NEIC e IRIS), para complementar la data sísmica. La consulta a estas bases de datos, nos permitió poner evidencia otros sismos ubicados en la zona de estudio y coherentes con la distribución regional de la sismicidad. Estos datos explicaremos en los ítems de sismicidad instrumental y fuentes sismogénicas.

#### 4.3.2. Sismicidad histórica de Iquitos

Silgado (1978) hizo una compilación de grandes sismos ocurridos en el Perú, describiendo sismos desde el año 1500. La calidad de la ubicación del epicentro dependerá de la densidad poblacional que reportó el evento sísmico. Los sismos mejor reportados se ubican en la zona costera, mientras que los sismos ubicados en los Altos Andes y zona de selva son limitados. A continuación las descripciones de sismos que afectaron Iquitos.

- En 1928, el 14 de mayo un sismo grande afectó la parte norte del país, exactamente entre los departamentos de Amazonas, Cajamarca y Loreto. Menciona que en Iquitos, en el río Amazonas, ocurrieron daños de menor cuantía.
- El 2004, el 06 de julio un sismo sacudió Iquitos. Según reportes del Instituto Geofísico del Perú, se podría haber originado por una falla geológica.
- El 2005, 25 de setiembre, la región nor oriental fue sacudida por un sismo de magnitud 7.0 de la Escala de Richter con intensidad V. El epicentro fue localizado a 90 km. al NE de la localidad de Moyabamba. El sismo ocurrió a una profundidad de 115 Km. Se registraron daños personales en los siguientes departamentos: En Amazonas, 08 heridos; en Cajamarca, 06 heridos; en La Libertad, 01 fallecido y 30 heridos; en San Martín, 04 fallecidos y 22 heridos. De igual forma, se registraron familias afectadas: En Amazonas: 100 familias; en Ancash, 01 familia; en La Libertad, 129 familias; en Loreto, 82 familias; en San Martín 635 familias. También se registraron familias damnificadas: En Amazonas, 125 familias; en

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



Cajamarca, 78 familias damnificadas; en La Libertad, 12 familias; en Loreto, 07 familias; en San Martín, 436 familias. En cuanto a daños en viviendas se registró lo siguiente: En Amazonas, 100 viviendas afectadas y 125 destruidas; en Ancash, 01 vivienda afectada; en Cajamarca, 78 viviendas destruidas; en La Libertad, 133 viviendas afectadas y 14 viviendas destruidas; en Loreto 82 viviendas afectadas y 07 viviendas destruidas; en San Martín, 635 viviendas afectadas y 436 viviendas destruidas.

- El 2017, 18 de abril un sismo de 6.2 grados de magnitud en la escala abierta de Richter se registró esa tarde en la región Loreto, según reportó el Instituto Geofísico del Perú (IGP). El temblor que se sintió en Iquitos, también se percibió en la ciudad de Moyobamba, capital de la región San Martín. El movimiento telúrico se produjo a las 12.49 horas y el epicentro se ubicó a 113 km al este del Pastaza-Loreto, con a una profundidad de 142 km. En la ciudad de Iquitos el sismo tuvo una intensidad de grado III en la escala de Mercallilli.

#### 4.3.3. Sismicidad instrumental

Como mencionamos en el ítem de introducción, el mapa sísmico del Perú del Instituto Geofísico del Perú, no muestra sismicidad en la zona de estudio, considerándose a esta área como un gap sísmico. Lo contradictorio es que hacia el sur y norte del área de estudio, rectángulo de color negro de la Figura 4.3.1-1, si hay sismicidad.

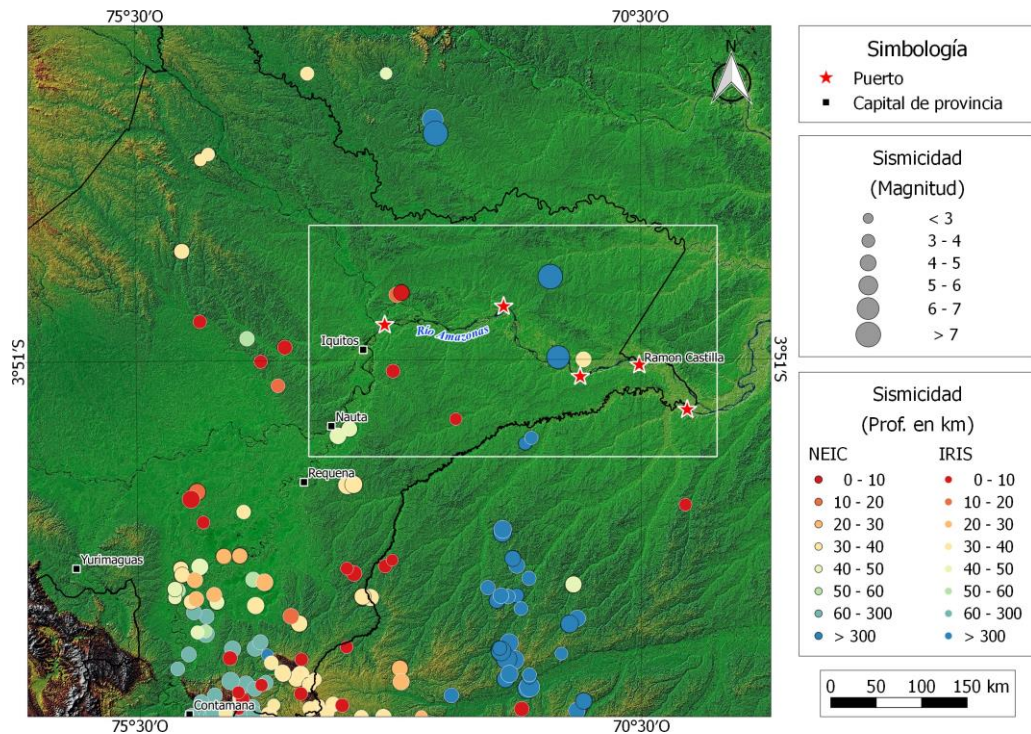
Esto motivo a buscar información en otros catálogos mundiales. La información instrumental contenida en un catálogo sísmico permite identificar y evaluar las características de las fuentes sismogénicas que caracterizan a una región.

En tal sentido, recurrimos a la base de datos del NEIC e IRIS, que consolidan información desde 1921 y 1970 respectivamente (ver Tabla 1 y Tabla 2-Anexos). Con esta base de datos construimos un mapa de sismicidad regional (figura 2), que a diferencia de la Figura 1, muestra sismicidad en el área de estudio, aunque sigue siendo limitada, pero nos muestra que existe un patrón de sismicidad correlacionable tanto hacia el sur y norte. Por ejemplo, los sismos representados por los puntos azules (sismos asociados a subducción), ahora muestran una continuidad de norte a sur, aunque la densidad sigue siendo menor comparado con el sector sur. Además hay sismicidad superficial (<30 km), que estaría asociada a fallas geológicas activas

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

La Figura 4.3-2, muestra el mapa de distribución sísmica en la zona de estudio. Los colores están clasificados de acuerdo a la profundidad. Dentro del rectángulo blanco, observamos que existen sismos profundos y superficiales, que demuestran que hay actividad sísmica, aunque aún limitada para generar modelos probabilísticos.



**Figura 4.3-2:** Mapa de distribución sísmica en la zona de estudio.  
 Fuente: Catalogo sísmico de NEIC e IRIS –elaboración propia.

En la tabla se muestra los sismos profundos >60 km asociados al proceso de subducción, pero también muestra sismos más superficiales (<60 km) asociados posiblemente a fallas geológicas activas, en nuestra área de interés.

**Tabla 4.3-1:** Base de Datos sísmica

**BASE DE DATOS SÍSMICA**

| Año  | Mes | Día | Hora UTC | Magnitud | Latitud | Longitud | Profundidad (Km) | Zona                      | Base de Datos |
|------|-----|-----|----------|----------|---------|----------|------------------|---------------------------|---------------|
| 2004 | 7   | 6   | 14:44:15 | 4.6      | -3.2000 | -72.9200 | 14.80            | NORTHERN PERU             | IRIS          |
| 1999 | 12  | 13  | 3:14:32  | 3.9      | -3.9600 | -72.9600 | 0.00             | NORTHERN PERU             | IRIS          |
| 1997 | 5   | 10  | 19:49:54 | 3.7      | -4.6300 | -71.5900 | 644.50           | PERU-BRAZIL BORDER REGION | IRIS          |
| 1996 | 4   | 11  | 1:44:15  | 3.4      | -4.4400 | -72.3400 | 0.00             | PERU-BRAZIL BORDER REGION | IRIS          |
| 1974 | 3   | 21  | 19:28:23 | 4.8      | -4.6000 | -73.5100 | 46.90            | PERU-BRAZIL BORDER REGION | IRIS          |
| 1974 | 2   | 5   | 0:18:23  | 4.5      | -3.8500 | -71.0700 | 33.00            | NORTHERN PERU             | IRIS          |
| 2004 | 7   | 6   | 14:44:16 | 4.6      | -3.1800 | -72.8740 | 10.00            | northern Peru             | NEIC          |
| 1997 | 5   | 10  | 19:49:54 | 3.7      | -4.6850 | -71.6520 | 650.00           | Peru-Brazil border region | NEIC          |
| 1974 | 3   | 21  | 19:28:24 | 4.8      | -4.5330 | -73.3960 | 48.00            | northern Peru             | NEIC          |
| 1922 | 1   | 17  | 3:50:28  | 7.9      | -3.0250 | -71.3980 | 475.00           | northern Peru             | NEIC          |
| 1921 | 12  | 18  | 15:29:28 | 7.3      | -3.8270 | -71.3220 | 540.00           | northern Peru             | NEIC          |

**Fuente:** Catalogo sísmico de NEIC e IRIS



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

#### 4.3.4. Información neotectonica

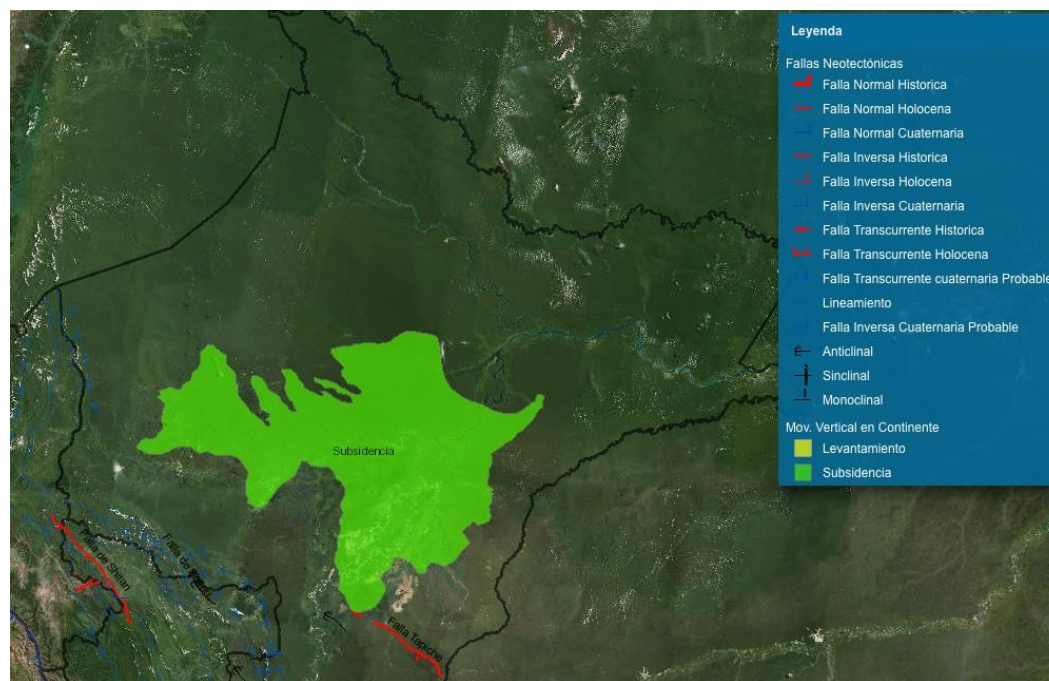
Según el mapa neotectónico del INGEMMET (2009), en la zona de estudio no se reportan fallas geológicas activas. Pero si hay dos rasgos estructurales importantes, que describimos a continuación.

- La Depresión de Ucamara: Es una enorme área hundida, que cubre aproximadamente  $25\ 000\ km^2$  en el departamento de Loreto. Se ubica entre los ríos Marañón y Ucayali. Se encuentra limitada en su borde oeste por el ramal sur y norte del río Samiria, al este por el arco de Iquitos, al norte por el abanico de Pastaza y al sur por la falla Tapiche. Esta depresión representa un área de subsidencia activa que podría estar relacionada con un control tectónico. En consecuencia, la sismicidad que vemos en la Figura 4.3.3-1, podría estar relacionada con este rasgo tectónico. Pero es necesario realizar trabajos de campo con la finalidad de delimitar, identificar, caracterizar y determinar el potencial sísmogénico de las fallas geológicas. Que a la fecha es un trabajo no realizado.
- Falla Tapiche: La traza de la falla Tapiche ha sido reconocida mediante imágenes de satélite. Limita con la parte sur de la Depresión de Ucamara en la región Loreto; su desplazamiento e inclinación se muestran en el flanco este del anticlinal del Moa y ponen en contacto a los sedimentos de la formación Ipururo (Mioceno-Plioceno) con la secuencia cretácica plegada. Es una falla es de tipo inversa y se extiende a lo largo de 33 km de longitud, con un plano de falla inclinado hacia el suroeste y manteniendo una dirección predominante hacia el noroeste-sureste.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

La Figura 4.3-3, muestra el mapa Neotectónico de Loreto.



**Figura 4.3-3:** Mapa Neotectónico de Loreto.

Fuente: Macharé et al., 2009 – elaboración propia.

En consecuencia, el análisis bibliográfico de la información neotectónica, muestra que en el área de estudio no existen fallas geológicas activas (Macharé et al., 2009) cercanas a la zona de construcción de los terminales, pero, si una depresión denominada Ucamara y que consiste en una geoforma controlada por actividad tectónica. A esta actividad podría estar relacionada la sismicidad superficial mostrada en el mapa de distribución sísmica de Loreto y de la tabla de sismos superficiales y profundos, ambos tomados de la base de datos del catálogo sísmico de NEIC e IRIS. En tal sentido, es necesario realizar trabajos detallados con la finalidad de determinar la posible existencia de fallas geológicas.

#### 4.3.5. Fuentes sismogénicas del Perú

Las fuentes sismogénicas es aquella línea o área con similitudes geológicas, tectónicas, geofísicas y sísmicas, que permitirán establecer un potencial sísmico homogéneo a lo largo de toda la fuente. Definir las fuentes sismogénicas es fundamental para la evaluación del riesgo sísmico, ya que podemos determinar los parámetros que controlan la sismotectónica de la región en estudio.



Es necesario mencionar que Castillo y Alva (1993) proponen 20 fuentes sismogénicas con características sismotectónicas particulares. Tavera et al., 2014, proponen en un nuevo trabajo 33 fuentes sismogénicas. Ambos trabajos establecen fuentes sismogénicas de acuerdo a la distribución espacial de la sismicidad y de acuerdo a la profundidad, es así que tenemos:

- a) Fuentes sismogénicas superficiales asociadas a fallas geológicas, y
- b) Fuentes sismogénicas profundas asociadas a la subducción.

Castillo y Alva (1993) menciona que presentan estas fuentes sismogénicas como áreas, ya que no existen suficientes datos como para poder modelar las fallas como fuentes lineales. Esto quiere decir, que la determinación de las fuentes sismogénicas, son de acuerdo a la densidad y estadística de los sismos registrados.

Los parámetros sismológicos para determinar fuentes sismogénicas tiene características propias definidas.

#### **4.3.5.1. Fuente sismogénicas en Loreto, área de construcción de terminales portuarios**

Los trabajos de compilación de información muestran que la zona de estudio o análisis no es parte de ninguna de las fuentes sismogénicas. Esto debido a que en sus catálogos sísmicos no existe sismicidad, por consiguiente, no puede determinar parámetros sismológicos.

Por consiguiente no es posible generar un modelo de peligro sísmico probabilístico. Existe escasez de datos sísmicos y la teoría indica que el peligro sísmico corresponde a la probabilidad de que ocurra un sismo de determinada magnitud en un lugar específico. Por consiguiente la ocurrencia de sismos obedece a una distribución de Poisson y debe tenerse en cuenta el número de sismos que ocurren en un intervalo de tiempo.

En la Figura 4.3-4 se puede observar que en la zona de Loreto no se consideran fuentes sismogénicas, debido a que la base de datos de sismos nacional, no registró sismicidad.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

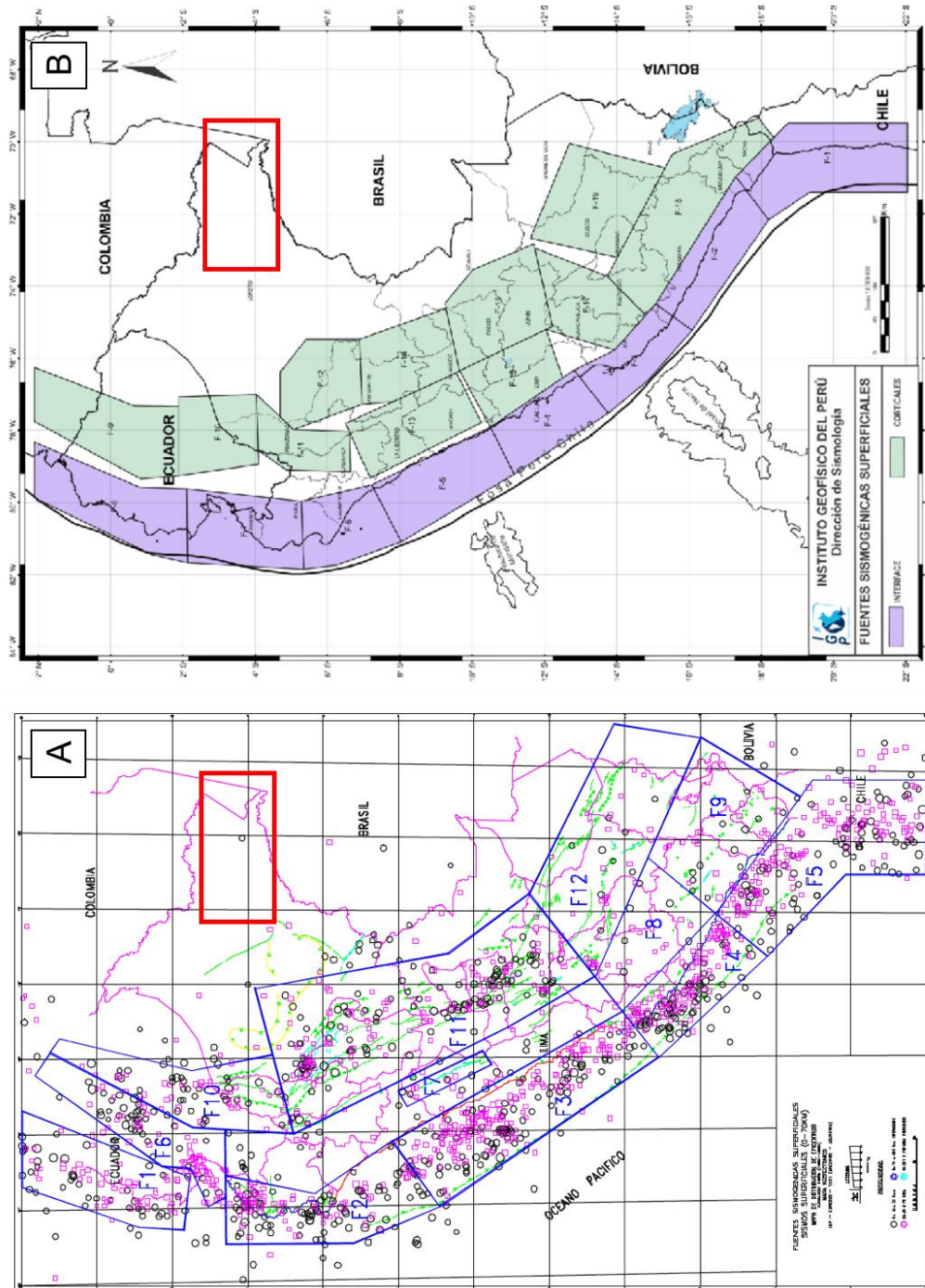


Figura 4.3-4: Mapa de fuentes sismogenicas superficiales.  
Fuente: Castillo y Alva (1993) y Tavera et al., 2014

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

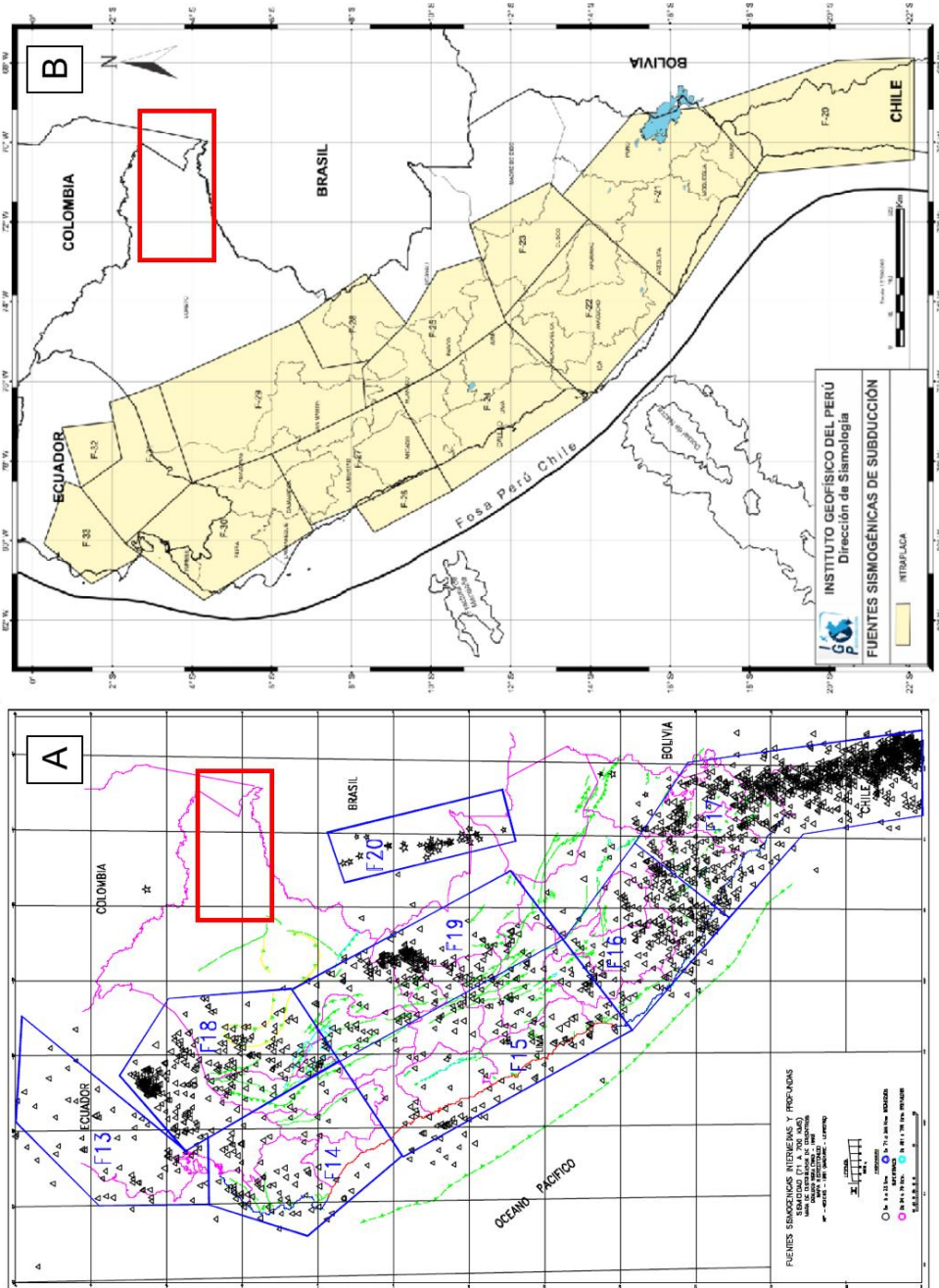
Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

Las Figura 4.3-5, se puede observar que en la zona de Loreto no se considera fuentes sismogénicas, debido a que la base de datos de sismos nacionales, no registra sismos en la zona de interés.



**Figura 4.3-5:** Mapa de fuentes sismogénicas profundas.  
Fuente: Castillo y Alva (1993) y Tavera et al., 2014.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



En vista a que nos posible desarrollar el método probabilístico por falta de información sísmica instrumental, proponemos desarrollar el método determinístico. Este modelo permitirá determinar la aceleración sísmica teniendo en cuenta la geología, geomorfología y el contexto tectónico de la zona de estudio.

#### 4.3.6. Peligro sísmico: caracterización de la aceleración sísmica

En este segmento determinaremos el PGA (peak ground acceleration-aceleración pico del suelo). La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo, las aceleraciones están también relacionadas con el tipo de suelo o la respuesta de sitio. Debemos tener en cuenta que la aceleración sísmica es la medida más utilizada en la ingeniería.

Para realizar este cálculo, se utilizó el modelo desarrollado por Abrahamson & Silva (2008), modelo que se resume en la siguiente ecuación:

$$\ln Sa(g) = f_1(M, R_{rup}) + a_{12}F_{RV} + a_{13}F_N + a_{15}F_{AS} + f_5(PGA_{1100}, VS_{30}) + F_{HW}f_4(R_{jb}, R_{rup}, R_x, W, dip, Z_{top}, M) + F_{RV}f_6(Z_{top}) + (1 - F_{FR})f_7(Z_{top}) + f_8(R_{rup}) + f_{10}(Z_{1.0}, VS_{30})$$

M: magnitud momento (Mw). Rrup: distancia de ruptura (km). Rjb: distancia Joyner-Boore (km).

Rx: distancia horizontal en km desde el frente de la proyección del plano de ruptura.

Ztop: profundidad al tope del plano de ruptura (km).

FRV: indicador para una falla inversa.

FN: indicador de falla normal.

FAS: indicador para sismo de tipo réplica.

FHW: indicador para sitio ubicado en hanging wall de la falla.

Dip: ángulo de buzamiento de la falla.

VS30: velocidad de la onda de corte sobre los 30 metros de profundidad (m/s).

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901



Z1.0: profundidad en metros de  $V_s=1$  km/s en el sitio de cálculo. PGA1100: promedio de la aceleración pico (g) para  $V_{S30}=1100$  m/s. W: longitud del ancho de ruptura (km).

Las funciones  $f_1, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_{10}$  y  $R_{rup}, R_{jb}, R_x$  se definen a continuación:

**f1 (Modelo base):** Es la ecuación base del modelo, propuesta por Abrahamson & Silva (1997); se calcula a partir de los parámetros de la magnitud y la distancia epicentral.

**f4 (Modelo del hanging wall):** función que representa la influencia de la ubicación del punto estudiado con respecto a la línea de proyección de la falla. Se considera un efecto mayor cuando el punto se encuentra del lado del hanging wall de la falla y un efecto menor cuando se encuentra del otro lado.

**f5 (Modelo de la respuesta del sitio):** función que modela la atenuación en función del tipo de suelo o roca, es decir, cómo se comporta el suelo frente a un evento sísmico. Este comportamiento está representado por las variables VS30, VLIN, las cuales se definen como las velocidades de la onda de corte en las capas superficiales del suelo.

**f6 y f7 (Modelo de la profundidad del límite superior del plano de ruptura):** función que contempla el aporte de Somerville & Pitarka (2006), quienes demuestran que hay una diferencia sustancial en el movimiento del suelo por efecto de la profundidad del límite superior del plano de falla. Es así que mientras mayor es la magnitud del sismo, el límite superior del plano de ruptura es muy superficial, y cuando las magnitudes son menores entonces el tipo de plano de ruptura es más profundo.

**f8 (Modelo para las distancias largas):** función que modela el efecto del movimiento del suelo para distancias superiores a 100km; donde, los catálogos sísmicos están incompletos, sobre todo para registros de sismos de magnitudes bajas ( $M=4-5$ ). La variable a partir de la cual se realiza el modelamiento es  $R_{rup}$  que se define como la distancia al plano de ruptura.

**f10 (Modelo para la profundidad del suelo):** función que modela el efecto que producen los diferentes espesores de cada suelo, se evalúa sobre la variable Z1.0 que es la profundidad a la cual se encuentra un suelo más consistente y con velocidad de las ondas de corte de 1.0 km/s.

**$R_{rup}, R_{jb}, R_x$  (Parámetros de recorrido de la onda sísmica):** Parámetros empleados para modelar la propagación de la energía sísmica en función de la distancia recorrida por las ondas sísmicas desde la fuente sísmica hasta el punto de interés a medir, donde:

- $R_{rup}$ , distancia más corta desde el plano de ruptura al punto de interés;

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

- Rjb, distancia Joyner-Boore, que es la distancia horizontal más corta desde los bordes de la proyección en superficie del plano de falla hasta el punto de interés, cuando este punto se encuentra dentro de la proyección del plano de falla esta distancia es cero;
- Rx, distancia más corta desde la proyección de la línea de falla hasta el punto, se consideran distancias positivas si se encuentran en el lado de la pared colgante de la falla y se consideran distancias negativas para los puntos que se encuentran en el lado estable de la falla

### Mapa Vs30 de la zona de estudio

Además de los parámetros de caracterización de la fuente sismogénica, también es necesario caracterizar y clasificar los suelos. Se tomó en consideración los estudios realizados por Narciso et al.(2012), Luzi et al.(2011) y Wills & Clahan (2006), con el objeto de obtener una clasificación en función a la velocidad de las ondas de corte (parámetro Vs30).

En la Tabla 4.3-1 muestra la clasificación litológica asociada a la velocidad de ondas de corte (parámetro Vs30).

**Tabla 4.3-2:** Clasificación litológica

| Vs30  | DESCRIPCIÓN  |
|-------|--|
| 180   | Depósitos de suelos medianamente sueltos a no cohesivos (con o sin algunas capas cohesivas suaves) o suelo ligeramente cohesivo. |
| 209   | Depósitos aluviales del Cuaternario (Holoceno). Considerando aluvión mayor de 30 m.  |
| 236   | Aluviones en zonas de finos del Cuaternario (Holoceno).  |
| 244.5 | Aluviones, lodo, arenas, arcilla, limo y las dunas de arena (Holoceno).  |
| 302   | Depósitos de arena del Cuaternario (Pleistoceno).  |
| 309   | Sedimentos eólicos.  |
|       | Sedimentos calcáreos biológicos.   |
|       | Sedimentos en zonas costeras de grano fino a medio. Sedimentos eólicos, en su mayoría de loess.                                  |

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

| Vs30   | DESCRIPCIÓN  |
|--------|--|
|        | Material orgánico rico en lodo y turba. Materiales residuales desarrolladas en aluvial. Sedimentos de playa.<br>Sedimentos lacustres.  |
| 387    | Depósitos aluviales del Cuaternario (Pleistoceno).   |
| 390    | Unidades de lutitas y limolitas de Neógeno (Mioceno y Plioceno).   |
| 455    | Depósitos aluviales del Neógeno al Cuaternario (Plioceno-Pleistoceno).   |
| 515    | Materiales residuales desarrollados en rocas ígneas y metamórficas.<br>Materiales residuales desarrollados en rocas sedimentarias, estratificación discontinua.<br><br>Materiales residuales desarrollados en rocas sedimentarias de grano fino.<br><br>Sedimentos coluviales, sedimentos coluviales discontinuos, potencia delgada.<br><br>Sedimentos coluviales y aluviales, sedimentos coluviales y loess.<br>Sedimentos coluviales y el material residual.<br>Materiales residuales desarrollados en rocas sedimentarias, potencia delgada.<br>Materiales residuales desarrollados en rocas carbonatadas, estratificación discontinua.<br>Materiales residuales desarrollados en lecho de roca, con sedimentos aluviales, estratificación discontinua.<br>Materiales residuales desarrollados en lecho de roca, con sedimentos aluviales, potencia delgada.<br>Unidades de arenisca del Paleógeno y Neógeno (Eoceno, Oligoceno y Mioceno). |
| 524.44 | Areniscas, gravas, arenas y arcillas del Plioceno  |
| 545.46 | Arena, areniscas, arcillas y conglomerados del Mioceno   |
| 566    | Areniscas del Cretáceo.  |
| 609    | Unidades volcánicas del Paleógeno y Neógeno.   |
| 748    | Rocas ígneas del Cretáceo.   |
| 782    | Pizarras, rocas volcánicas y areniscas ligeramente metamorfizadas.   |
| 812.5  | Rocas ígneas y metamórficas.   |
| 1425   | Calizas, calizas margosas, dolomitas, conglomerados y areniscas del  |



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

| Vs30 | DESCRIPCIÓN  |
|------|--|
|      | Mesozoico y Paleógeno.   |
| 2000 | Rocas volcánicas basálticas y andesíticas.<br>Rocas volcánicas riolíticas. |

Fuente: Narciso et al.(2012), Luzi et al.(2011) y Wills & Clahan (2006).

En la Tabla 4.3-3, se realizó una comparación con la carta geológica, comparación de la cual se obtuvo la clasificación litológica en función de la velocidad de la onda de corte (parámetro Vs30). Se consideró 5 escenarios con los siguientes parámetros:

**Tabla 4.3-3:** Comparación con la carta geológica de 5 escenarios

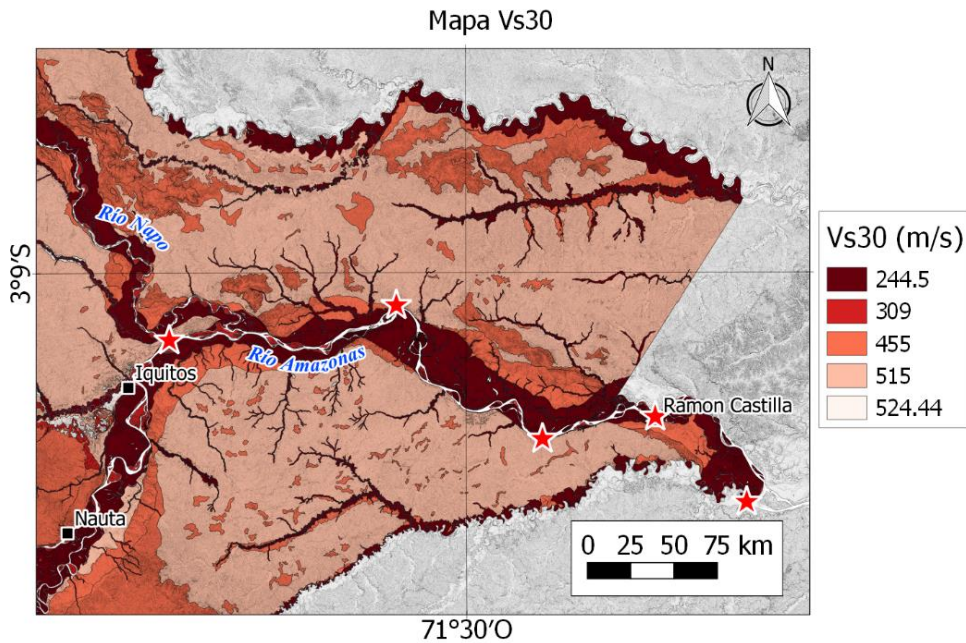
| Escenario | Buzamiento<br>(°) | Hipocentro<br>(km) | Magnitud<br>(Mw) |
|-----------|-------------------|--------------------|------------------|
| 1         | 20                | 100                | 8                |
| 2         | 25                | 100                | 8                |
| 3         | 30                | 100                | 8                |
| 4         | 20                | 150                | 8                |
| 5         | 30                | 150                | 8                |

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la Figura 4.3-6 se presenta el mapa Vs30 de la zona de estudio, muestra la clasificación litológica en función de la velocidad de la onda de corte (parámetro Vs30)

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Figura 4.3-6:** Velocidad de onda de corte en función a la litología.  
Fuente: elaboración propia.

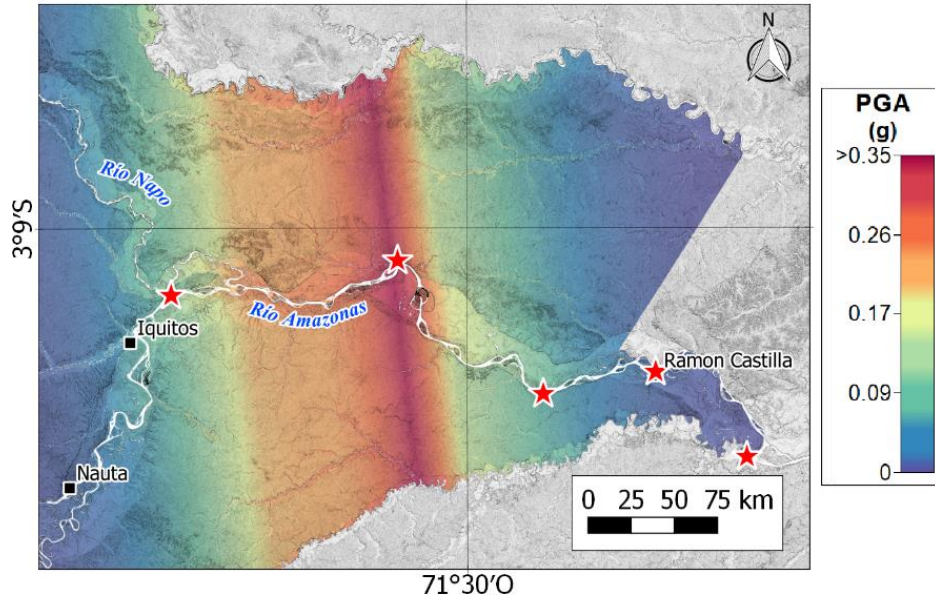
Para todos los escenarios se consideró un evento sísmico asociado al proceso de subducción, tal como muestra el contexto tectónico regional. De acuerdo a lo observado en los escenarios, se puede decir que la máxima aceleración que puede alcanzar en la zona de estudio es hasta los 0.35(g). Siendo más específicos, la localidad de Pebas se encuentra más propenso y puede presentar dicha aceleración, tomando en consideración que nuestro modelamiento solo abarca el área de estudio (escenarios 1, 2 y 3), que según la Norma Técnica E.030 de diseño sismo-resistente de edificios del Perú modificada por D.S. Nro 003-2016-VIVIENDA.

En la Figura 4.3-7, se muestra el Escenario 1. Considera los siguientes parámetros: falla de tipo inversa, buzamiento de 20°, hipocentro a 100 km de profundidad y evento con una magnitud de 8 Mw. Se observa que el máximo valor de aceleración es de 0.35g

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

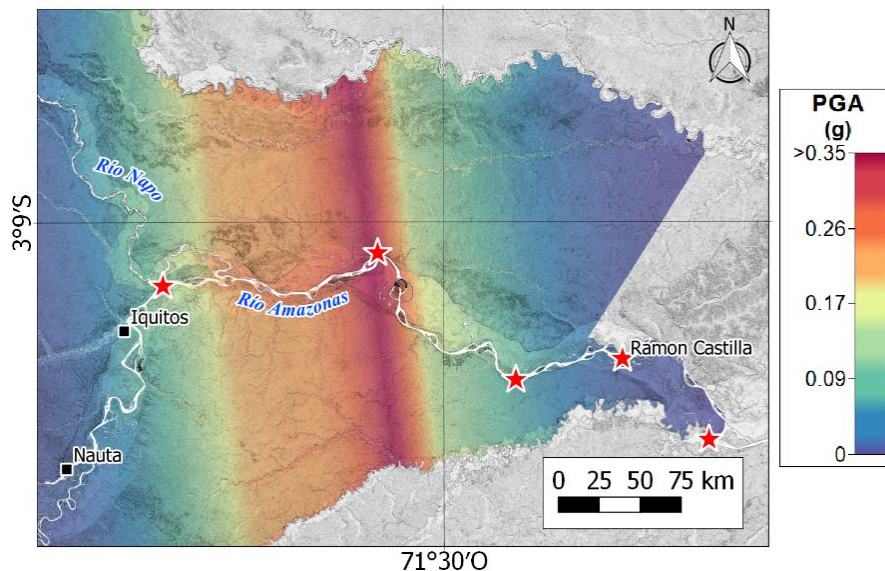
Escenario 1: Falla Inversa, Bz=20°, Hipocentro=100km, Magnitud=8Mw



**Figura 4.3-7:** Escenario 1 considerado para eventos sísmicos  
 Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4.3-8, se muestra escenario 2. Se considera los siguientes parámetros: falla de tipo inversa, buzamiento de 25°, hipocentro a 100 km de profundidad y evento con una magnitud de 8 Mw. Se observa que el máximo valor de aceleración es de 0.35g.

Escenario 2: Falla Inversa, Bz=25°, Hipocentro=100km, Magnitud=8Mw



**Figura 4.3-8:** Escenario 2 considerado para eventos sísmicos.  
 Fuente elaboración propia.

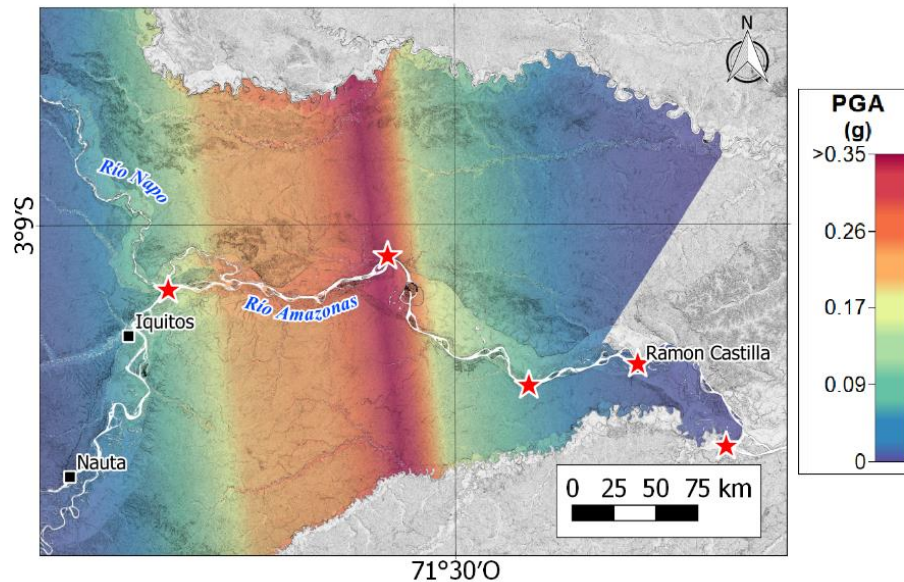
  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

En la Figura 4.3-9 se muestra Escenario 3. Considera los siguientes parámetros: falla de tipo inversa, buzamiento de  $30^\circ$ , hipocentro a 100 km de profundidad y evento con una magnitud de 8 Mw. Se observa que el máximo valor de aceleración es de 0.35g.

Escenario 3: Falla Inversa,  $Bz=30^\circ$ , Hipocentro=100km, Magnitud=8Mw

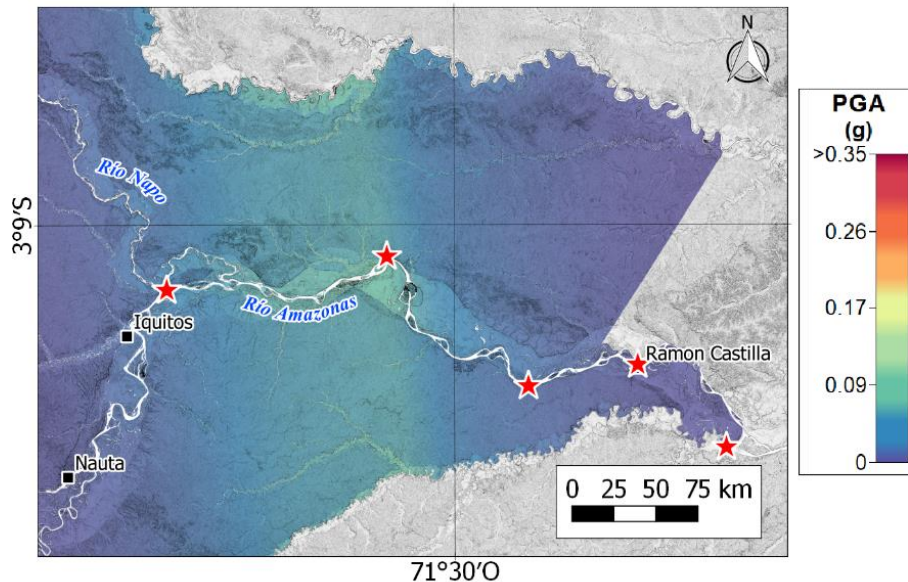
**Figura 4.3-9:** Escenario 3 considerado para eventos sísmicos  
Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4.3-10, se muestra Escenario 4. Considera los siguientes parámetros: falla de tipo inversa, buzamiento de  $20^\circ$ , hipocentro a 150 km de profundidad y evento con una magnitud de 8 Mw. Se observa que el máximo valor de aceleración es de 0.09g..

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazario Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

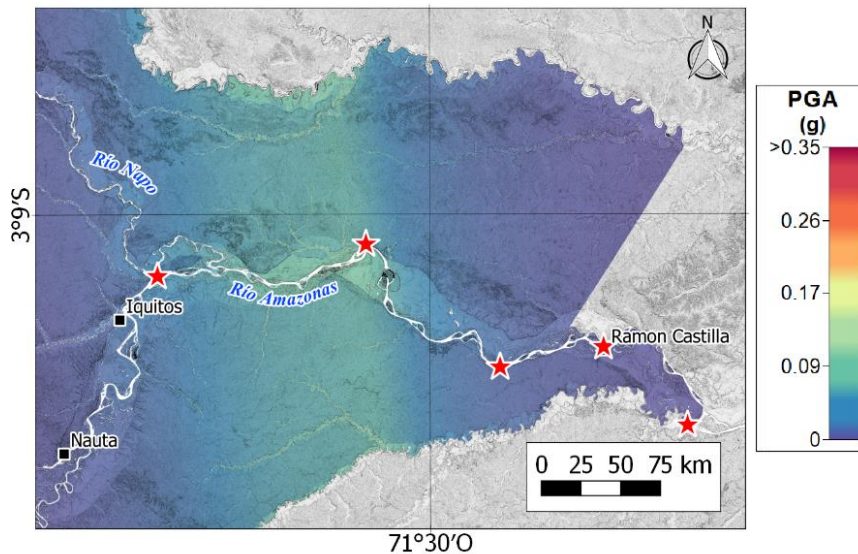
Escenario 4: Falla Inversa,  $Bz=20^\circ$ , Hipocentro=150km, Magnitud=8Mw



**Figura 4.3-10:** Escenario 4 considerado para eventos sísmicos  
 Fuente: elaboración propia.

En la **Figura 4.3-11**, se muestra Escenario 5. Considera los siguientes parámetros: falla de tipo inversa, buzamiento de  $30^\circ$ , hipocentro a 150km de profundidad y evento con una magnitud de 8Mw. Se observa que el máximo valor de aceleración es de 0.09g.

Escenario 5: Falla Inversa,  $Bz=30^\circ$ , Hipocentro=150km, Magnitud=8Mw



**Figura 4.3-11:** Escenario 5 considerado para eventos sísmicos  
 Fuente: elaboración propia.

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

En la Tabla 4.3-4, muestra una tabla de colores, según el rango de aceleraciones (PGA) obtenidos de los escenarios de cada localidad.

**Tabla 4.3-4:** tabla de colores, según el rango de aceleraciones (PGA)

| Localidad<br>Escenarios | INDIANA                          | PEBAS                            | SAN PABLO                        | CABALLOCOCHA                     | SANTA ROSA                       |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Escenario 01            | Bz: 20° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw |
| Escenario 02            | Bz: 25° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 25° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 25° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 25° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 25° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw |
| Escenario 03            | Bz: 30° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 100Km<br>Mag: 8Mw |
| Escenario 04            | Bz: 20° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 20° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw |
| Escenario 05            | Bz: 30° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw | Bz: 30° - Hip: 150Km<br>Mag: 8Mw |

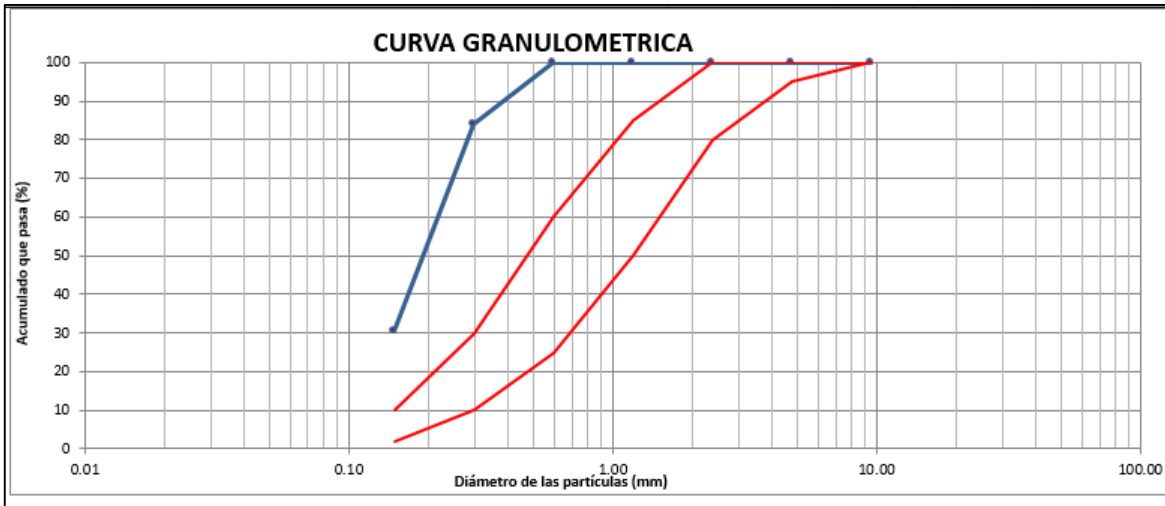
**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.4. ESTUDIO DE CANTERAS

En el tramo de estudio, Iquitos-Santa Rosa, solo se encontraron arenas finas.

Se realizó el ensayo de granulometría a las muestras de arena, obtenidas de la zona de acopio.

En la Figura 4.4-1 muestra el Huso, correspondiente al Grupo C (Norma NTP 400.012). La norma indica que la curva granulométrica, para una arena gruesa debe estar entre las líneas de color rojo. Pero como se observa, en la figura. La granulometría de la arena (línea de color azul) del río Amazonas, se encuentra fuera de estas dos curvas. Por tanto, la arena, no es apta para utilizarlos en mezclas de concreto. Ver Anexo 12.2 (Certificado de laboratorio).



**Figura 4.4-1:** Granulometría de graduación C (Norma NTP 400.012)  
Fuente: elaboración propia

Después de investigar en estudios similares de proyectos portuarios, se concluyó que las canteras más cercanas se encuentran en Yurimaguas (Cantera Palejo y Cantera Papaplaya).

#### 4.4.1. Cantera Papaplaya

Esta cantera corresponde a depósitos de arena, ubicado en el cauce y eventualmente en los márgenes del Río Huallaga, los análisis de las características del material fueron realizado con la extracción de 01 muestra representativa de material acopiado.

La cantera es de propiedad de terceros que vende el material, ya tamizado.

En la Tabla 4.4-1 se presenta el cuadro resumen de las características de los materiales de la cantera Papaplaya.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

*Tabla 4.4-1: Resumen de ensayos de laboratorio cantera Papaplaya*

| Descripción                               |        | Norma      | Resultados |
|---|--------|------------|------------|
| Contenido de humedad                      |        | ASTM C70   | 14.21 %    |
| Análisis Granulométrico                   | Grava  | ASTM D422  | 0 %        |
|   | Arenas |            | 91.47%     |
|   | Finos  |            | 8.53%      |
| Módulo de fineza                          |        | ASTM C136  | 2.43       |
| Intemperismo agregado fino                |        | ASTM C88   | 5.8%       |
| Peso unitario suelto                      |        | ASTM C29   | 1.53       |
| Peso unitario varillado                   |        | ASTM C29   | 1.74       |
| Equivalente de arena                      |        | ASTM D2419 | 85%        |
| Peso específico del fino                  |        | ASTM C127  | 2.52       |
| Porcentaje de absorción del agregado fino |        | ASTM C128  | 0.36%      |

Fuente: Elaboración propia

Las características de la cantera son las siguientes:

- La cantera se ubica en el distrito de Papaplaya, ubicado a 2.5 viajando por deslizador, aguas arriba del Puerto de Yurimaguas
- El acceso a la cantera es a través del río Huallaga, utilizando deslizador con motor fuera de borda.
- El material se transporta mediante barcazas.
- La explotación se realiza mediante dragado.
- Es un material conformado por más del 90 de arena.
- Uso: agregados finos para Concreto
- Eficiencia: 85%

#### 4.4.2. Cantera Palejo

Esta cantera se encuentra ubicada en una terraza aluvial en la margen izquierda del Río Huallaga, en el paraje denominado Palejo, el análisis de las características del material fue realizado con la extracción de 01 muestra representativa de material acopiado.

La cantera es de propiedad de terceros que vende el material ya tamizado.

En la Tabla 4.4-2 se presenta el cuadro resumen de las características de los materiales de la cantera Palejo.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

**Tabla 4.4-2:** Resumen de ensayos de laboratorio cantera Palejo

| Descripción                                | Und.   | Norma      | Resultados |
|--|--------|------------|------------|
| Contenido de humedad                       |        | ASTM C70   | 1.6%       |
| Análisis Granulométrico                    | Grava  | ASTM D422  | 94.9%      |
|  | Arenas |            | 1.8%       |
|  | Finos  |            | 3.30%      |
| Módulo de fineza                           |        | ASTM C136  | 7.10       |
| Intemperismo agregado grueso y fino        |        | ASTM C88   | 2.10%      |
| Peso unitario suelto                       |        | ASTM C29   | 1.41       |
| Peso unitario varillado                    |        | ASTM C29   | 1.63       |
| Equivalente de arena                       |        | ASTM D2419 | 88.0       |
| Peso específico del agregado grueso y fino |        | ASTM C127  | 2.55       |
| Porcentaje de absorción del agregado fino  |        | ASTM C128  | 1.16       |

Fuente: Estudios Básicos del Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas-Nueva Reforma

Las características de la cantera son las siguientes:

- La cantera se ubica en una terraza aluvial en la margen izquierda del río Huallaga, en el paraje Palejo.
- El acceso a la cantera es a través del río Huallaga
- La explotación se realiza mediante dragado
- Es un material conformado por más del 90 de grava
- Uso: agregados para Concreto
- Eficiencia: 80%

## 5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DE PASAJEROS

### 5.1. OBJETIVOS

Con la intención de determinar la condición de estabilidad de los taludes de cada terminal portuario de pasajeros, se realizaron análisis de estabilidad de taludes considerando la sección transversal que abarca el “Edificio del Terminal Portuario”, el “Puente de Conexión”, la “Pasarela Basculante”, y el “Muelle Flotante”. La Figura 5.1-1, Figura 5.1-2, Figura 5.1-3 y Figura 5.1-4 presentan la sección transversal típica de los terminales en estudio.





CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

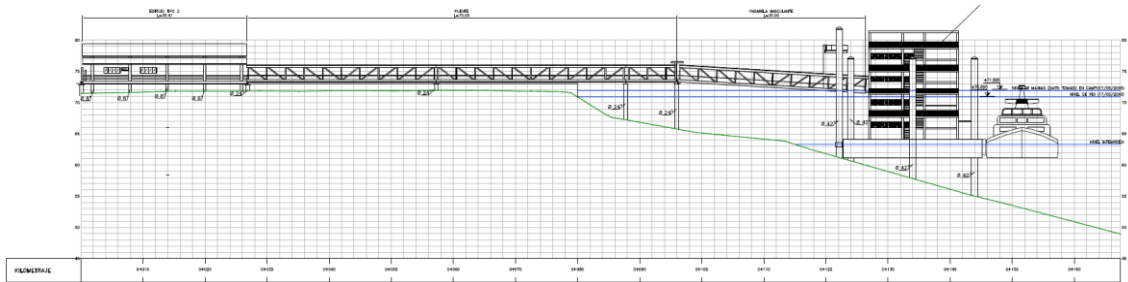


Figura 5.1-4: Sección Transversal Típica.  
Terminal Portuario de Pasajeros Caballococha.

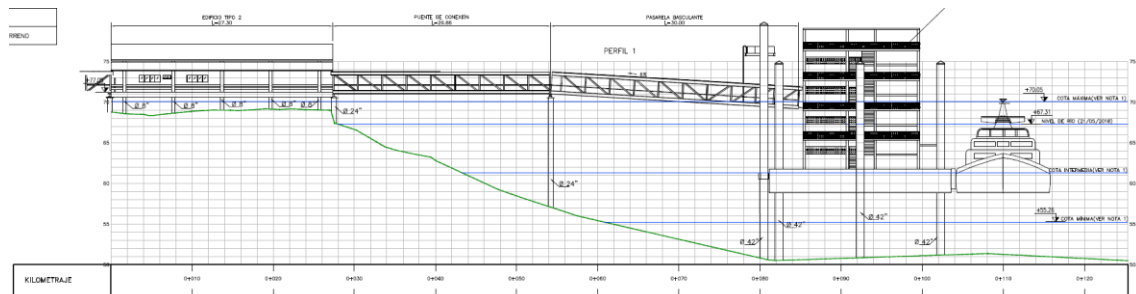


Figura 5.1-5: Sección Transversal Típica.  
Terminal Portuario de Pasajeros Santa Rosa.

## 5.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS TALUDES

Se describen las características geotécnicas de los taludes donde se han proyectado los terminales portuarios.

### 5.2.1. Terminal Portuario de Pasajeros Indiana

De acuerdo con las investigaciones geotécnicas realizadas, se ha asumido que el talud está conformado por arcillas inorgánicas de alta plasticidad, presentando lentes aislados de arenas limosas y limos inorgánicos de baja plasticidad. De acuerdo con el Estudio de Hidráulica Fluvial, los niveles de agua del río Amazonas fluctúan entre 73.0 y 87.8 msnm, cotas mínimas y máximas respectivamente. Cabe resaltar que el nivel máximo de agua alcanzado, se ubica debajo de los 5 m del nivel del terreno natural, donde se ha proyectado el Edificio del Terminal. El Plano CA-180201-GT-ID-02-1 presenta el perfil geotécnico del Terminal Portuario de Pasajeros Indiana. La

Tabla 5.2-1 presenta los parámetros geotécnicos utilizados en el análisis de estabilidad.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

**Tabla 5.2-1.** *Parámetros geotécnicos. Terminal Portuario de Pasajeros Indiana.*

| Material | Cohesión<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angulo de Fricción<br>(°) | Densidad Natural<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|----------|----------------------------------|---------------------------|--|
| Arcilla  | 25                               | 15                        | 14.5                                     |

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2. Terminal Portuario de Pasajeros Pebas

Conforme a las investigaciones geotécnicas realizadas, se ha asumido que el talud está conformado por arcillas inorgánicas de alta plasticidad, presentando lentes aislados de arenas limosas y limos inorgánicos de baja plasticidad. De acuerdo con el Estudio de Hidráulica Fluvial, los niveles de agua del río Amazonas fluctúan entre 67.09 y 81.88 msnm, cotas mínimas y máximas respectivamente. Cabe resaltar que el nivel máximo de agua alcanzado se ubica por encima del nivel del terreno natural, donde se ha proyectado el Edificio del Terminal. El Plano CA-180201-GT-PB-02-1 presenta el perfil geotécnico del Terminal Portuario de Pasajeros Pebas. La Tabla 5.2-2 presenta los parámetros geotécnicos utilizados en el análisis de estabilidad.

**Tabla 5.2-2:** *Parámetros geotécnicos. Terminal Portuario de Pasajeros Pebas.*

| Material       | Cohesión<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angulo de Fricción<br>(°) | Densidad Natural<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|--|
| Arcilla limosa | 25                               | 15                        | 14.5                                     |

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3. Terminal Portuario de Pasajeros San Pablo

Conforme a las investigaciones geotécnicas realizadas, se ha asumido que el talud está conformado por arcillas inorgánicas de alta plasticidad, presentando lentes aislados de arenas limosas y limos inorgánicos de baja plasticidad. De acuerdo con el Estudio de Hidráulica Fluvial, los niveles de agua del río Amazonas fluctúan entre 61.58 y 76.36 msnm, cotas mínimas y máximas respectivamente. Cabe resaltar que el nivel máximo de agua alcanzado, se ubica por encima del nivel del terreno natural donde se ha proyectado el Edificio del Terminal. El Plano CA-180201-GT-SP-02-1 presenta el perfil geotécnico del Terminal Portuario de Pasajeros San Pablo. La Tabla 5.2-3 presenta los parámetros geotécnicos utilizados en el análisis de estabilidad.

**Tabla 5.2-3:** *Parámetros geotécnicos. Terminal Portuario de Pasajeros San Pablo.*

| Material       | Cohesión<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angulo de Fricción<br>(°) | Densidad Natural<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|--|
| Arcilla limosa | 25                               | 15                        | 14.5                                     |

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.4. Terminal Portuario de Pasajeros Caballococha

Conforme a las investigaciones geotécnicas realizadas, se ha asumido que el talud está conformado superficialmente por arcillas inorgánicas de alta plasticidad de espesor variable de 4 a 6 m. Subyace a este material el estrato arenoso limoso con presencia de lentes de arcilla inorgánicas de baja plasticidad. De acuerdo con el Estudio de Hidráulica Fluvial, los niveles de agua del río Amazonas fluctúan entre 58.9 y 73.70 msnm, cotas mínimas y máximas respectivamente. Cabe resaltar que el nivel máximo de agua alcanzado, se ubica por encima del nivel del terreno natural, donde se ha proyectado el Edificio del Terminal. El Plano CA-180201-GT-CB-02-1 presenta el perfil geotécnico del Terminal Portuario de Pasajeros Caballococha. La Tabla 5.2-4 presenta los parámetros geotécnicos utilizados en el análisis de estabilidad.

**Tabla 5.2-4:** *Parámetros geotécnicos. Terminal Portuario de Pasajeros Caballococha.*

| Material       | Cohesión<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angulo de Fricción<br>(°) | Densidad Natural<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|--|
| Arcilla limosa | 25                               | 15                        | 14.5                                     |
| Arena limosa   | 0                                | 32                        | 15.0                                     |

Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.5. Terminal Portuario de Pasajeros Santa Rosa

Conforme a las investigaciones geotécnicas realizadas, se ha asumido que el talud está conformado por arcillas inorgánicas de alta plasticidad, presentando lentes aislados de arenas limosas y limos inorgánicos de baja plasticidad. De acuerdo con el Estudio de Hidráulica Fluvial, los niveles de agua del río Amazonas fluctúan entre 55.26 y 70.05 msnm, cotas mínimas y máximas respectivamente. Cabe resaltar que el nivel máximo de agua alcanzado, se ubica por encima del nivel del terreno natural, donde se ha proyectado el Edificio del Terminal. El Plano CA-180201-GT-SR-02-1 presenta el perfil geotécnico del Terminal Portuario de Pasajeros Santa Rosa. La Tabla 5.2-5 presenta los parámetros geotécnicos utilizados en el análisis de estabilidad.

**Tabla 5.2-5:** *Parámetros geotécnicos. Terminal Portuario de Pasajeros Santa Rosa.*

| Material       | Cohesión<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angulo de Fricción<br>(°) | Densidad Natural<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|--|
| Arcilla limosa | 25                               | 15                        | 14.5                                     |
| Arena limosa   | 0                                | 32                        | 15.0                                     |

Fuente: Elaboración propia

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

### 5.3. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

El análisis de estabilidad se realizó empleando el programa computacional SLIDE, versión 6.0 (Rocscience, 2012) mediante el método de Equilibrio Límite. El análisis se llevó a cabo mediante el método propuesto por Morgenstern y Price (Morgenstern & Price, 1965), que satisface la condición de equilibrio de fuerza y de momento. El programa computacional SLIDE realiza la iteración a través de varias superficies de falla para determinar la superficie con el mínimo factor de seguridad, definido como la superficie crítica.

Los factores de seguridad mínimos requeridos para satisfacer las condiciones estáticas y pseudo-estáticas utilizadas en este estudio figuran en la Tabla 5.3-1.

**Tabla 5.3-1:** *Criterios de Estabilidad de Taludes en términos del Factor de Seguridad.*

| Descripción                                | Criterio |
|--|----------|
| Factor de seguridad estático mínimo        | 1.5      |
| Factor de seguridad pseudo-estático mínimo | 1.1      |

Fuente: Elaboración propia

#### 5.3.1. Condiciones de Análisis

Con la finalidad de evaluar la estabilidad de los taludes de los terminales portuarios sometido a los niveles de agua del río Amazonas y a las fluctuaciones de estas, se ha considerado las siguientes condiciones de análisis:

- Análisis de estabilidad considerando cota mínima de agua
- Análisis de estabilidad considerando cota máxima de agua

#### 5.3.2. Análisis Estático


Las condiciones de cargas estáticas fueron simuladas considerando una carga distribuida igual a 20kg/cm<sup>2</sup>, compatible con la carga distribuida asumida en talud sometido a esfuerzos por el paso vehicular.

#### 5.3.3. Análisis Pseudo-estático

Las condiciones de carga sísmica fueron simuladas usando un método pseudo-estático, lo cual es comúnmente usado para aplicar cargas sísmicas equivalentes en estructuras de tierra. Los análisis pseudo-estáticos conservativamente modelan los eventos sísmicos, como una aceleración constante y en una misma dirección, es decir, un pulso



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

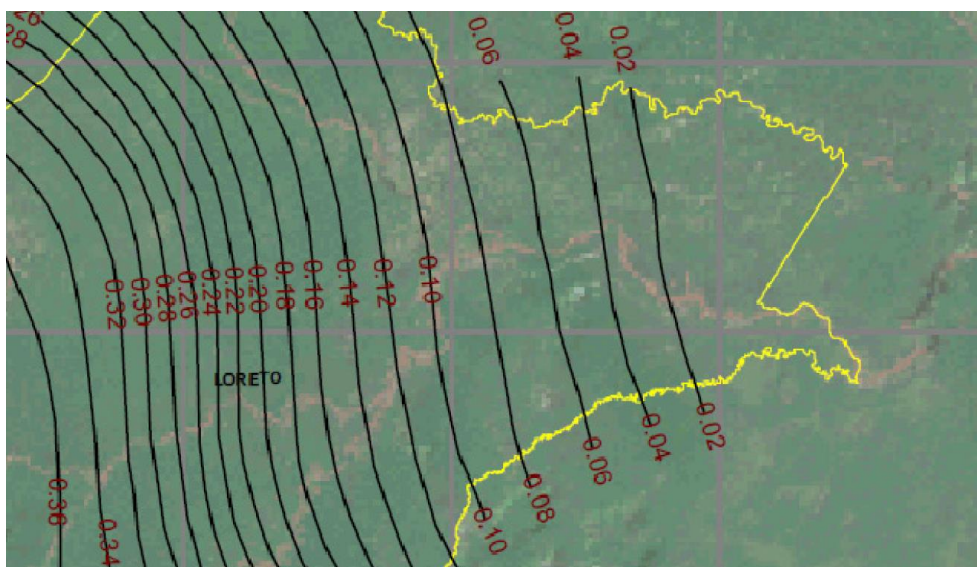
**CA-180201-INF-03-01**  
**Versión 01**

**INFORME FINAL**

infinitamente largo. Además, es habitual para los ingenieros geotécnicos tomar solo una fracción de la máxima aceleración pico previsto cuando se modelan eventos sísmicos usando análisis pseudo-estáticos.

En este caso, los análisis pseudo-estáticos fueron efectuados utilizando un coeficiente sísmico de 0.26, el cual representa el 50% de la aceleración máxima del terreno (PGA, por sus siglas en inglés) del evento sísmico con un tiempo de retorno de 475 años, consistente con el criterio de Hynes y Franklin (Hynes y Franklin, 1984).

De acuerdo con el Mapa de Aceleraciones Máximas Sísmicas del Perú para un tiempo de retorno de 475 años (ver Figura 5.3-1: *Mapa de Aceleraciones Máximas Sísmicas con tiempo de retorno de 475 años (Gamarra y Aguilar, 2008).*) y a la ubicación de los terminales portuarios, el valor de la aceleración máxima del terreno se indica en la Tabla 5.3-2.



**Figura 5.3-1:** Mapa de Aceleraciones Máximas Sísmicas con tiempo de retorno de 475 años (Gamarra y Aguilar, 2008).

**Tabla 5.3-2:** *Coefficientes sísmicos asumidos*

| Ubicación   | Aceleración máxima (g) | Coefficiente sísmico asumido |
|-------------|------------------------|------------------------------|
| Indiana     | 0.12                   | 0.06                         |
| Pebas       | 0.10                   | 0.05                         |
| San Pablo   | 0.04                   | 0.02                         |
| Cabalococha | 0.02                   | 0.01                         |
| Santa Rosa  | 0.02                   | 0.01                         |

Fuente: Elaboración propia

  
**EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152809

  
**Lazaro Ampiero Cayo**  
 ING. CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 53901

## 5.4. RESULTADOS MÉTODOS DE ANÁLISIS

Se presentan los resultados de los análisis de estabilidad realizados a los taludes de los terminales portuarios, considerando la existencia de niveles de agua del río y el descenso de estos, en condiciones de falla local y global, y en condiciones de carga estáticas y pseudo-estáticas. Los reportes de los análisis se indican en el Anexo 12.7: Resultados Gráficos de los Análisis de estabilidad.

### 5.4.1. Terminal Portuario de Indiana

La Tabla 5.4-1 y Tabla 5.4-2, listan el resumen de los resultados de los análisis de estabilidad para la condición de falla local y global.

**Tabla 5.4-1:** *Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario Indiana (Condición de falla Local)*

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 1.68        | Cumple    | 1.40               | Cumple    |
| Mínimo        | 1.56        | Cumple    | 1,35               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

**Tabla 5.4-2:** *Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario Indiana (Condición de falla Global)*

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 1.67        | Cumple    | 1.22               | Cumple    |
| Mínimo        | 1.42        | Cumple    | 1.11               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

De los resultados presentados en las tablas anteriores y comparando estos resultados con los factores de seguridad mínimos aceptables (ver Tabla 5.3-2), los taludes cumplen la condición de estabilidad para las condiciones de aguas máximas y mínimas. En tal sentido, se recomienda que el Edificio del Terminal Portuario, localizado en la parte alta del talud, debe estar cimentado sobre cimentaciones profundas, debido a la inestabilidad global de los taludes.

### 5.4.2. Terminal Portuario de Pebas

La Tabla 5.4-33 y Tabla 5.4-44 listan el resumen de los resultados de los análisis de estabilidad para la condición de falla local y global.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

**Tabla 5.4-3:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario Pebas (Condición de falla Local)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 3.63        | Cumple    | 2.60               | Cumple    |
| Mínimo        | 2.65        | Cumple    | 1.76               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

**Tabla 5.4-4:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario Pebas (Condición de falla Global)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 5.58        | Cumple    | 2.53               | Cumple    |
| Mínimo        | 2.44        | Cumple    | 1.75               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

De los resultados presentados en las tablas anteriores y comparando estos resultados con los factores de seguridad mínimos aceptables (ver Tabla 5.3-2), los taludes cumplen la condición de estabilidad para las condiciones de aguas máximas y mínimas.

### 5.4.3. Terminal Portuario de San Pablo

Las tablas 5.4-5 y 5.4-6, listan el resumen de los resultados de los análisis de estabilidad para la condición de falla local y global.

**Tabla 5.4-5:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario San Pedro (Condición de falla Local)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 3.23        | Cumple    | 2.63               | Cumple    |
| Mínimo        | 1.66        | Cumple    | 1.54               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

**Tabla 5.4-6:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario San Pedro (Condición de falla Global)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 2.86        | Cumple    | 2.26               | Cumple    |
| Mínimo        | 1.55        | Cumple    | 1.30               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

De los resultados presentados en las tablas anteriores y comparando estos resultados con los factores de seguridad mínimos aceptables (ver Tabla 5.3-2), los taludes cumplen la condición de estabilidad para las condiciones de aguas máximas y mínimas. En tal sentido, las estructuras localizadas en la parte alta de los taludes deberían estar cimentadas sobre pilotes.

#### 5.4.4. Terminal Portuario de Caballococha

Las Tablas 5.4-7 y 5.4-8, listan el resumen de los resultados de los análisis de estabilidad para la condición de falla local y global.

**Tabla 5.4-7:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario Caballococha (Condición de falla Local)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 4.30        | Cumple    | 0,90               | No cumple |
| Mínimo        | 3.20        | Cumple    | 3.48               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

**Tabla 5.4-8:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario Caballococha (Condición de falla Global)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 1.00        | No cumple | 0,90               | No cumple |
| Mínimo        | 2.30        | Cumple    | 2.27               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

De los resultados presentados en las tablas anteriores y comparando estos resultados con los factores de seguridad mínimos aceptables (ver Tabla 5.3-2), los taludes cumplen la condición de estabilidad para las condiciones de aguas mínimas, sin embargo, para la condición de nivel máximo de aguas en condiciones de falla local y global no cumple. En tal sentido, las estructuras localizadas en la parte alta de los taludes deberían estar cimentadas sobre pilotes.

#### 5.4.5. Terminal Portuario de Santa Rosa

Las tablas 5.4-9 y 5.4-10 presentan el resumen de los resultados de los análisis de estabilidad para la condición de falla local y global.

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



**Tabla 5.4-9:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario de Santa Rosa (Condición de falla Local)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 1.83        | Cumple    | 1.64               | Cumple    |
| Mínimo        | 1.54        | Cumple    | 1.48               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

**Tabla 5.4-10:** Resumen de Resultados del Análisis de Estabilidad – Terminal Portuario de Santa Rosa (Condición de falla Global)

| Nivel de agua | FS Estático | Condición | FS Pseudo estático | Condición |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| Máximo        | 2.12        | Cumple    | 1.97               | Cumple    |
| Mínimo        | 1.55        | Cumple    | 1.44               | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia  
Nota: FS=Factor de seguridad.

De los resultados presentados en las tablas anteriores y comparando estos resultados con los factores de seguridad mínimos aceptables (ver Tabla 5.3-2), los taludes cumplen la condición de estabilidad para las condiciones de aguas máximas y mínimas. En tal sentido, las estructuras localizadas en la parte alta de los taludes deberían estar cimentadas sobre pilotes

## 6. PREDIMENSIONAMIENTO DE PILOTES

### 6.1. OBJETIVOS

Dimensionar la profundidad de empotramiento de los pilotes proyectados, como sistema de cimentación de las instalaciones de los terminales portuarios en estudio, tales como: el “Edificio del Terminal Portuario”, el “Puente de Conexión”, la “Pasarela Basculante”, y el “Muelle Flotante”.

### 6.2. GENERALIDADES

Se presenta las formulaciones utilizadas para la estimación de la fuerza lateral y de punta del pilote, considerando las formulaciones empíricas y analíticas. Se utilizó la formulación propuestos por Aoki & Velloso (1975) y Décourt & Quaresma (1978), correspondiente a las formulaciones empíricas y para la formulación analítica se utilizó el método propuesto por Terzaghi.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

### 6.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN PROFUNDA

Se ha considerado que la cimentación profunda está conformada por pilotes metálicos de diámetros variables de acuerdo con las instalaciones de los terminales portuarios. La Tabla 6.3-1 lista los diámetros utilizados en los diseños de los pilotes. Los pilotes considerados son tubos de acero de sección hueca.

**Tabla 6.3-1:** Características geométricas de los pilotes metálicos

| Instalación                              | Diámetro (pulgadas) |
|--|---------------------|
| Edificio del terminal portuario          | 8                   |
| Puente de Conexión                       | 24                  |
| Muelle Flotante                          | 42                  |
| Puesto de Atraque Embarcaciones Pequeñas | 24                  |

Fuente: Elaboración propia

### 6.4. PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL TERRENO

De acuerdo con las investigaciones de campo (SPT) y a los ensayos de laboratorio se definieron los parámetros de diseño necesarios para el análisis de la cimentación profunda, los mismos que están basados principalmente en los números de golpes del ensayo SPT y el tipo de suelo (indicadas en los planos y registros estratigráficos).

### 6.5. CAPACIDAD DE CARGA EN PILOTES

#### 6.5.1. Capacidad Última en Pilotes

La carga última de un pilote,  $Q_{ult}$ , está conformada por la suma de la carga ultima por la fricción (lateral) a través del fuste,  $Q_{l,ult}$ , y la carga ultima por punta,  $Q_{p,ult}$ , representada por la Ec 5-1:

$$Q_{ult} = Q_{l,ult} + Q_{p,ult} \quad (Ec. 5-1)$$

La carga última por punta se define como:

$$Q_{p,ult} = A_p \cdot q_{p,ult} \quad (Ec. 5-2)$$

Donde  $A_p$  es el área de la punta y  $q_{p,ult}$  es la resistencia ultima en la punta.

La carga última por fricción (lateral) se define como:

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



$$Q_{l,ult} = \sum \tau_{l,ult} \cdot p \cdot \Delta L \quad (Ec. 5-4)$$

Donde  $P$  es el perímetro del pilote,  $\Delta L$  intervalo de longitud de análisis, y  $\tau_{l,ult}$  es la resistencia última por fricción en  $\Delta L$ .

De las ecuaciones anteriores, la carga última del pilote,  $Q_{ult}$ , es definido por la siguiente ecuación:

$$Q_{ult} = A_b \cdot q_{p,ult} + \sum \tau_{l,ult} \cdot p \cdot \Delta L \quad (Ec. 5-5)$$

A seguir se detalla los métodos de cálculo adoptados en el presente informe para evaluar la resistencia última por punta y por fricción.

### 6.5.2. Método Analítico

De acuerdo con el método analítico, la resistencia por punta y por fricción es estimada considerando la solución de expresiones matemáticas que toman en cuenta el criterio de falla de Mohr-Coulomb.

La resistencia última por punta es definida por la siguiente expresión:

$$q_{p,ult} = c \cdot N_c^* + q \cdot N_q^* + \gamma \cdot D \cdot N_\gamma^* \quad (Ec. 5-6)$$

Donde los términos  $N_c^*$ ,  $N_q^*$ ,  $N_\gamma^*$  son factores de carga dependientes del parámetro relacionado con el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ),  $c$  parámetro de la cohesión,  $D$  diámetro (ancho) del pilote,  $q$  esfuerzo vertical al nivel de la base del pilote y  $\gamma$  peso específico del terreno de fundación.

La resistencia última lateral es:

$$\tau_{l,ult} = c_a + K \cdot \sigma_v \cdot \tan(\delta) \quad (Ec. 5-7)$$

Siendo  $c_a$  es la adhesión del suelo,  $K$  coeficiente de presión en reposo,  $\sigma_v$  esfuerzo vertical geo-estático,  $\delta$  ángulo de fricción entre el suelo y el pilote.

### 6.5.3. Método Empírico

A continuación, se detalla los métodos empíricos usualmente utilizados.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

### Método Propuesto por Aoki-Velloso (1975)

De acuerdo con Aoki & Velloso (1975), la resistencia última por punta y por fricción es estimada mediante las siguientes ecuaciones:

$$q_{p,ult} = \frac{k \cdot N}{F_1}, \text{ en } (kg/cm^2) \quad (Ec. 5-15)$$

$$\tau_{l,ult} = \frac{\alpha \cdot k \cdot N}{F_2}, \text{ en } (kg/cm^2) \quad (Ec. 5-16)$$

Donde  $N$  número de golpes del ensayo  $SPT$ . Las constantes  $k$  y  $\alpha$  fueron propuestos por los autores de acuerdo con el tipo de suelo y son obtenidos de la Tabla 6.5-1. Los valores de  $F_1$  y  $F_2$  están relacionados al tipo de pilotes y son obtenidos en la Tabla 6.5-2.

**Tabla 6.5-1:** Características geométricas de los pilotes metálicos

| Tipo de Suelo          | $k$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | $\alpha$<br>(%) |
|------------------------|------------------------------|-----------------|
| Arena                  | 10.0                         | 1.4             |
| Arena limosa           | 8.0                          | 2.0             |
| Arena limosa arcillosa | 7.0                          | 2.4             |
| Arena arcillosa limosa | 5.0                          | 2.8             |
| Arena arcillosa        | 6.0                          | 3.0             |
| Limo arenoso           | 5.5                          | 2.2             |
| Limo arenoso limoso    | 4.5                          | 2.8             |
| Limo                   | 4.0                          | 3.0             |
| Limo arcilloso arenoso | 2.5                          | 3.0             |
| Limo arcilloso         | 2.3                          | 3.4             |
| Arcilla arenosa        | 3.5                          | 2.4             |
| Arcilla arenosa limosa | 3.0                          | 2.8             |
| Arcilla limosa arenosa | 3.3                          | 3.0             |
| Arcilla limosa         | 2.2                          | 4.0             |
| Arcilla                | 2.0                          | 6.0             |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.5-2:** Valores de  $F_1$  y  $F_2$  (Aoki & Velloso, 1975)

| Tipo de pilote | $F_1$ | $F_2$ |
|----------------|-------|-------|
| Franki         | 2.5   | 5.0   |
| Metálico       | 1.75  | 3.5   |
| Concreto       | 1.75  | 3.5   |

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

| Tipo de pilote | $F_1$ | $F_2$ |
|----------------|-------|-------|
| Excavado       | 3.0   | 6.0   |

Fuente: Elaboración propia

### Método Propuesto por Décourt & Quaresma (1978, 1982)

De acuerdo con Décourt & Quaresma (1978, 1982), la resistencia última por punta y por fricción son estimadas mediante las siguientes ecuaciones:

$$q_{p,ult} = C \cdot N, \text{ en } (tn/m^2) \quad (Ec. 5-17)$$

$$\tau_{l,ult} = \left( \frac{\bar{N}}{3} + 1 \right), \text{ en } (tn/m^2) \quad (Ec. 5-18)$$

Donde  $N$  número de golpes del ensayo  $SPT$  en la punta del pilote,  $\bar{N}$  es el valor promedio de los números de golpes del ensayo  $SPT$ , a lo largo del fuste. Los valores de golpes menores de 3 deben ser considerados iguales a 3 y mayores que 50 deben ser considerados iguales a 50. La constante  $C$  fue propuesta por los autores de acuerdo con el tipo de suelo y son obtenidos de Tabla 6.5-3.

**Tabla 6.5-3:** Valores de  $C$ ,  $F_1$  y  $F_2$  (Décourt-Quaresma, 1978)

| Tipo de Suelos                   | $C$<br>(tn/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Arcillas                         | 12                          |
| Limos arcillosos (roca alterada) | 20                          |
| Limos arenosos (roca alterada)   | 25                          |
| Arenas                           | 40                          |

Fuente: Elaboración propia

### 6.5.4. Capacidad Admisible en Pilotes

La capacidad admisible del pilote se obtiene del menor valor de la siguiente expresión:

$$Q_{adm} = \frac{Q_{l,ult} + Q_{p,ult}}{2.5} = \frac{Q_{ult}}{2.5} \quad (Ec. 5-19)$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_{f,ult}}{1.5} + \frac{Q_{p,ult}}{3.0} \quad (Ec. 5-20)$$



En el caso particular del método propuesto Décourt & Quaresma, los autores recomiendan utilizar lo siguiente:

$$Q_{adm} = \frac{Q_{f,ult}}{1.3} + \frac{Q_{p,ult}}{4.0} \quad (Ec. 5-21)$$

## 6.6. RESULTADOS

Los resultados de los análisis de las cimentaciones profundidad (pilotes) para los terminales portuarios, se presentan en el Anexo 12.8. Se indica la longitud de erosión, longitud de empotramiento, longitud libre y la longitud total.

En la tabla de resultados, se ha especificado los diámetros de los pilotes, así como los espesores de los tubos metálicos que servirán de pilotes. Este criterio se ha utilizado para todos los futuros terminales de pasajeros. Ver Anexo 12.8.

## 7. PROCEDIMIENTO DE TABLESTACAS

### 7.1. OBJETIVOS

Dimensionar de manera conceptual, la profundidad de empotramiento de las tablestacas proyectadas, como sistema de protección de riberas del futuro terminal portuario de pasajeros de Caballococha.

### 7.2. GENERALIDADES

Para la protección de la ribera del futuro terminal portuario de pasajeros de Caballococha, se utilizará tablaestacas de acero. Se usarán tablaestacas de ½”, y serán del tipo machihembrada para secciones de alma recta.

Los esfuerzos permisibles por diseño por flexión, podrán ser, 170MN/m<sup>2</sup>, para un acero que cumpla con la norma ASTM A-328 o podrá ser de 170MN/m<sup>2</sup>, para un acero que cumpla con la norma ASTM A-572 o ASTM A-690.

### 7.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN POR TABLAESTACAS

Se ha considerado que la cimentación profunda esta conformada por tablaestacas metálicos de longitudes variables. Las longitudes a utilizar se muestran en la Tabla 7.3-1 de acuerdo con las instalaciones del terminal portuario de Caballococha.

EDGAR ORLANDO FIGUEROA TORRES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 53901

**Tabla 7.3-1:** Longitudes de tablaestacas a utilizar en terminal portuario de Cabalococha

| SECCIÓN | Longitud libre (m) | Nivel Freático Crítico (Nivel de Máxima Creciente (m)) | Longitud de erosión (m) | Longitud de empotramiento (m) | Longitud de tablaestaca | Longitud promedio en planta | Longitud Acumulada |
|---------|--------------------|--|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|
| A-A     | 2.0                | 1.7  | 2.0                     | 6.0                           | 8.0                     | 0.0                         |                    |
| B-B     | 0.0                | 1.7  | 2.0                     | 6.0                           | 8.0                     | 30.0                        | 30.0               |
| C-C     | 6.5                | 1.7  | 2.0                     | 10.0                          | 12.0                    | 30.0                        |                    |
| D-D     | 6.8                | 1.7  | 2.0                     | 10.0                          | 12.0                    | 25.0                        |                    |
| E-E     | 5.0                | 1.7  | 2.0                     | 10.0                          | 12.0                    | 30.0                        | 85.0               |
| F-F     | 0.8                | 2.7  | 2.0                     | 6.0                           | 8.0                     | 25.0                        |                    |
| G-G     | 1.7                | 2.7  | 2.0                     | 6.0                           | 8.0                     | 30.0                        | 55.0               |

Fuente: Elaboración propia

En la construcción con tablaestacas, primero se hincará la tablaestaca y luego se colocará el relleno sobre el lado de la tierra.

## 8. ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE LA CIMENTACIÓN A TRAVÉS DE PILOTES

El análisis y estimación de los costos de la cimentación a través de pilotes se realizó en función de los metrados realizados, obtenidos del diseño conceptual y las longitudes calculadas en el presente estudio. En el Anexo 12.9, se muestran el detalle de los cálculos de metrados con su respectiva estimación de costos.

## 9. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LOS AGREGADOS (FINO Y GRUESO), Y FLETES PARA EL TRASLADO DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERAS AL LUGAR DE LAS OBRAS

El análisis de costos de los agregados (fino y grueso), y fletes para el traslado de los agregados de las canteras Papaplaya y Palejo a los diferentes terminales portuarios de pasajeros, se realizó en base a los siguientes criterios:

- Los volúmenes de agregados a utilizar se obtuvieron de los metrados indicados en el cuadro de Estimación de Costos Clase IV, desarrollados en el estudio a nivel de perfil.
- Cálculo de las distancias, desde Yurimaguas hacia las localizaciones de los futuros terminales portuarios de pasajeros.
- Cálculo de peso de los diferentes agregados
- El transporte se realizaría en 1 barcazas de capacidad máxima de 500 t
- El precio unitario de los agregados finos y gruesos, se cotizaron a 105 soles la piedra de 11/2”, 85 soles, el hormigón y la arena fina a 40 soles. Este precio incluye el carguío desde la cantera puesto sobre la barcaza

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

- El costo de flete para la barcaza seleccionada, varía, entre 120 soles a 200 soles por m<sup>3</sup>, según la localidad hacia donde se envié la carga.

En la Tabla 9.0-1 se presenta el cuadro resumen de los volúmenes aproximados de agregados que se utilizarían para la construcción de los futuros terminales portuarios de pasajeros.

**Tabla 9.0-1:** Cuadro de precios flete

| TRAMO                     | FLETE<br>(Soles/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|----------------------------------|
| Yurimaguas - Indiana      | 120                              |
| Yurimaguas - Pebas        | 140                              |
| Yurimaguas - San Pablo    | 170                              |
| Yurimaguas - Caballococha | 180                              |
| Yurimaguas - Santa Rosa   | 200                              |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9.0-2 se presenta el cuadro resumen de los volúmenes aproximados de agregados que se utilizarían para la construcción de los futuros terminales portuarios de pasajeros.

**Tabla 9.0-2:** Matriz de distancias

| Especialidad | Agregado        | Unidad         | Indiana       | Pebas         | San Pablo     | Caballococha  | San Pablo     | Total (m <sup>3</sup> ) | Peso (t)       |
|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|----------------|
| Arquitectura | Arena Gruesa    | m <sup>3</sup> | 41.63         | 34.75         | 41.63         | 48.03         | 48.03         | <b>214.07</b>           | <b>406.73</b>  |
|              | Arena Fina      | m <sup>3</sup> | 26.42         | 22.06         | 26.42         | 26.42         | 26.42         | <b>127.74</b>           | <b>242.71</b>  |
| Estructuras  | Arena Gruesa    | m <sup>3</sup> | 70.00         | 70.50         | 70.00         | 84.00         | 104.50        | <b>399.00</b>           | <b>758.10</b>  |
|              | Piedra Chancada | m <sup>3</sup> | 112.00        | 112.80        | 112.00        | 134.40        | 167.20        | <b>638.40</b>           | <b>1468.32</b> |
| <b>TOTAL</b> |                 |                | <b>250.05</b> | <b>240.11</b> | <b>250.05</b> | <b>292.85</b> | <b>346.15</b> | <b>1379.21</b>          | <b>2875.86</b> |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9.0-3 se presenta el cuadro de distancias, desde las canteras, ubicadas en Yurimaguas, hacia cada una de las localizaciones de los futuros terminales portuarios de pasajeros.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

Tabla 9.0-3: Matriz de distancias

| Distancia(Km) | Yurimaguas | Iquitos | Indiana | Pebas | San Pablo | Caballococha | Santa Rosa |
|---------------|------------|---------|---------|-------|-----------|--------------|------------|
| Yurimaguas    |            | 729.0   | 764.0   | 912.0 | 1051.5    | 1122.4       | 1215.0     |
| Iquitos       | 729.0      |         | 35.0    | 183.0 | 322.5     | 393.4        | 486.0      |
| Indiana       | 764.0      | 35.0    |         | 148.0 | 287.5     | 358.4        | 451.0      |
| Pebas         | 912.0      | 183.0   | 148.0   |       | 139.5     | 210.4        | 303.0      |
| San Pablo     | 1051.5     | 322.5   | 287.5   | 139.5 |           | 70.9         | 163.5      |
| Caballococha  | 1122.4     | 393.4   | 358.4   | 210.4 | 70.9      |              | 92.6       |
| Santa Rosa    | 1215.0     | 486.0   | 451.0   | 303.0 | 163.5     | 92.6         |            |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9.0-4, se presenta el cuadro con los costos de transporte desde la cantera hasta el carguío a las embarcaciones y desde Yurimaguas hasta la localidad final.

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lazarus Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

Tabla 9.0-4: Cuadro resumen de costos desde cantera hasta la localidad

| INDIANA      |                 |                            |   |                               |                                   |
|--------------|-----------------|----------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|
| Especialidad | Agregado        | Cantidad (m <sup>3</sup> ) | Costo (soles/m <sup>3</sup> puesto en la embarcación) | Flete (soles/m <sup>3</sup> ) | Costo Total (Puesto en Localidad) |
| Arquitectura | Arena Gruesa    | 41.63                      | 85  | 120                           | S/ 8,534.15                       |
|              | Arena Fina      | 26.42                      | 40  | 120                           | S/ 4,227.20                       |
| Estructuras  | Arena Gruesa    | 70                         | 85  | 120                           | S/ 14,350.00                      |
|              | Piedra Chancada | 112.8                      | 105   | 120                           | S/ 25,380.00                      |
|              |                 |                            |   | TOTAL                         | S/ 52,491.35                      |
| PEBAS        |                 |                            |   |                               |                                   |
| Especialidad | Agregado        | Cantidad (m <sup>3</sup> ) | Costo (soles/m <sup>3</sup> puesto en la embarcación) | Flete (soles/m <sup>3</sup> ) | Costo Total (Puesto en Localidad) |
| Arquitectura | Arena Gruesa    | 34.75                      | 85  | 140                           | S/ 7,818.75                       |
|              | Arena Fina      | 22.06                      | 40  | 140                           | S/ 3,970.80                       |
| Estructuras  | Arena Gruesa    | 70.5                       | 85  | 140                           | S/ 15,862.50                      |
|              | Piedra Chancada | 112.8                      | 105   | 140                           | S/ 27,636.00                      |
|              |                 |                            |   | TOTAL                         | S/ 55,288.05                      |
| SAN PABLO    |                 |                            |   |                               |                                   |
| Especialidad | Agregado        | Cantidad (m <sup>3</sup> ) | Costo (soles/m <sup>3</sup> puesto en la embarcación) | Flete (soles/m <sup>3</sup> ) | Costo Total (Puesto en Localidad) |
| Arquitectura | Arena Gruesa    | 41.63                      | 85  | 170                           | S/ 10,615.65                      |
|              | Arena Fina      | 26.42                      | 40  | 170                           | S/ 5,548.20                       |
| Estructuras  | Arena Gruesa    | 70                         | 85  | 170                           | S/ 17,850.00                      |
|              | Piedra Chancada | 112                        | 105   | 170                           | S/ 30,800.00                      |
|              |                 |                            |   | TOTAL                         | S/ 64,813.85                      |
| CABALLOCOCHA |                 |                            |   |                               |                                   |
| Especialidad | Agregado        | Cantidad (m <sup>3</sup> ) | Costo (soles/m <sup>3</sup> puesto en la embarcación) | Flete (soles/m <sup>3</sup> ) | Costo Total (Puesto en Localidad) |
| Arquitectura | Arena Gruesa    | 48.03                      | 85  | 180                           | S/ 12,727.95                      |
|              | Arena Fina      | 26.42                      | 40  | 180                           | S/ 5,812.40                       |
| Estructuras  | Arena Gruesa    | 84                         | 85  | 180                           | S/ 22,260.00                      |
|              | Piedra Chancada | 134.4                      | 105   | 180                           | S/ 38,304.00                      |
|              |                 |                            |   | TOTAL                         | S/ 79,104.35                      |
| SANTA ROSA   |                 |                            |   |                               |                                   |
| Especialidad | Agregado        | Cantidad (m <sup>3</sup> ) | Costo (soles/m <sup>3</sup> puesto en la embarcación) | Flete (soles/m <sup>3</sup> ) | Costo Total (Puesto en Localidad) |
| Arquitectura | Arena Gruesa    | 48.03                      | 85  | 200                           | S/ 13,688.55                      |
|              | Arena Fina      | 26.42                      | 40  | 200                           | S/ 6,340.80                       |
| Estructuras  | Arena Gruesa    | 104.5                      | 85  | 200                           | S/ 29,782.50                      |
|              | Piedra Chancada | 167.2                      | 105   | 200                           | S/ 50,996.00                      |
|              |                 |                            |   | TOTAL                         | S/ 100,807.85                     |

Fuente: Elaboración propia

EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

Lázaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### ESTUDIO GEOLÓGICOS

- Después de evaluar las características geológicas de las ubicaciones de los futuros terminales portuarios de pasajeros, se han reubicado los terminales de Indiana, Caballococha y Santa Rosa.

### ESTUDIO GEOTÉCNICOS

- Se recomienda complementar los estudios geotécnicos, mediante investigaciones, mediante sondeos a rotación con SPT. Se recomienda utilizar un equipo de perforación diamantina, Asimismo, considerar la toma de muestras inalterada con tubo de pared delgada en cada punto de investigación.
- Se recomienda complementar las investigaciones geotécnicas hasta una profundidad promedio de 30 m.
- Se recomienda considerar la posibilidad de implementar el terminal portuario de pasajeros y carga, existente en la localidad de San Pablo. Durante los trabajos de campo se observó el buen funcionamiento de este, ya que el Ferry, El Eduardo IV y otras embarcaciones desembarcan con total normalidad.
- Se recomienda realizar las investigaciones geotécnicas en época de vaciante.
- Se recomienda que las áreas de concesiones, terrestres y acuáticas de los futuros terminales portuarios de pasajeros de Indiana, Caballococha y Santa Rosa, se ajusten una vez que se definida por completo, el emplazamiento de la infraestructura terrestre y fluvial.
- Debido a que la morfología del río Amazonas es variable, se recomienda actualizar el levantamiento topo batimétrico en los lugares, donde se han reubicado los futuros terminales portuarios de pasajeros de Indiana, Caballococha y Santa Rosa. Asimismo, en los futuros terminales portuarios de pasajeros de Pebas y San Pablo.
- Se recomienda realizar perforaciones diamantinas complementarias, en los cuales se realicen, ensayos SPT y Shelby. Además, se recomienda realizar ensayos geofísicos.
- Debido a que no se encontró uno de los puntos de control en el futuro terminal portuario de Caballococha, se recomienda colocar un punto geodésico que sea intervisible con el punto de control CBC-1. Asimismo, colocar 02 puntos geodésicos cercanos al futuro

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



terminal de pasajeros de Santa Rosa, debido a que se ha reubicado a una distancia aproximada de 1200 m con respecto a la anterior localización.

### **ESTUDIOS DE CANTERAS**

- Las canteras ubicadas, cerca de las localidades de Indiana, Pebas, San Pablo, Cabalococha y Santa Rosa, no son adecuadas para mezclas de concreto.
- Las canteras Palejo y Papaplaya, ubicadas en el río Huallaga (Yurimaguas), son aptas para el uso en concreto. Se recomienda el uso del material de la cantera Papaplaya, para agregado fino de concreto. La cantera Palejo se recomienda usarla para concreto (Mezcla de grava y arena).
- El volumen de agregados que se emplearán para la construcción de los futuros terminales portuarios de pasajeros, es aproximadamente 1400 m<sup>3</sup>.
- Se recomienda transportar los materiales de las canteras a las diferentes localidades, en forma conjunta, de tal manera que se traslade en barcazas de capacidad entre 500 a 1500 t.

### **ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO**

- La información neotectónica, a partir de la compilación bibliográfica, muestra que en el área de estudio no existen fallas geológicas activas (Macharé et al., 2009) cercanas a la zona de construcción de los terminales, pero, si una depresión denominada Ucamara y que consiste en una geoforma controlada por actividad tectónica.
- De acuerdo a lo observado en los escenarios simulados, se afirma que la máxima aceleración en la zona de interés puede llegar hasta los 0.35(g) (escenarios 1, 2 y 3), que según la Norma Técnica E.030 de diseño sismo-resistente, modificada por D.S. N° 003-2016-VIVIENDA, se considera dentro del rango de alta Peligrosidad.

### **CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LADERAS**

- Después de realizar los análisis de estabilidad de taludes en los cinco terminales portuarios, se afirma que cumplen la condición de estabilidad.
- En el futuro terminal de pasajeros de Cabalococha, se presenta alta erosión. En ese sentido con la finalidad de garantizar la estabilidad del talud, se ha propuesto utilizar tablestacas como estructura de protección de la ribera.
- La longitud de muro de tablestaca es aproximadamente, 170 m

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

- El relleno que se colocaría detrás de la tablestaca, en la zona erosionada, sería aproximadamente, 7400 m<sup>3</sup>.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Boletín N°133 Serie A Carta Geológica Nacional - Geología de los cuadrángulos de Punchana, Remanso, San Martín de Soledad, Quebrada Esperanza, Río Yahuillo, Quebrada Lupuna, Río Yaguas, Primavera, Pebas, Río Atacuari, Río Cotuhé, Quebrada Chontadero, San Francisco, Chambira, Cabalcocha, San Juan de Cacao, Carolina, San Pablo de Loreto, San Pedro, Islandia, Isla Chinería y Lagogrande.
- Boletín N°132 Serie A Carta Geológica Nacional – Geología de los cuadrángulos de Puerto Arturo, Flor de Agosto, San Antonio del Estrecho, Nuevo Perú, San Felipe, Río Algodón, Quebrada Airambo, Mazán, Francisco de Orellana, Huanta, Iquitos, Río Maniti, Yanashi, Tamshiyacu, Río Tamshiyacu, Buenjardín, Ramón Castilla, Río Yavarí Marín y Buenavista.
- Informe Técnico de INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico - Zonas Críticas a Peligros Geológicos Región Loreto.
- Universidad Científica del Perú, Henry Francisco Soria, et al. - Artículo Riesgo de Inundación de la Ciudad de Iquitos, Perú.
- Abrahamson, N. A., & Silva, W. J. (1997). Empirical Response Spectral Attenuation Relations for Shallow Crustal Earthquakes. *Seismological Research Letters*, 68(1), 94-127. <https://doi.org/10.1785/gssrl.68.1.94>
- Abrahamson, N., & Silva, W. (2008). Summary of the Abrahamson & Silva NGA Ground-Motion Relations. *Earthquake Spectra*, 24(1), 67-97. <https://doi.org/10.1193/1.2924360>
- Casaverde L. y Vargas J. (1980): Zonificación Sísmica del Perú, II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismorresistente, OEA y PUCP Lima, Perú.
- Castillo, J. y J. Alva (1993): peligro Sísmico en el Perú. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil – UNI, Lima, Perú.
- Luzi, L., Puglia, R., Pacor, F., Gallipoli, M. R., Bindi, D., & Mucciarelli, M. (2011). Proposal for a soil classification based on parameters alternative or complementary to Vs,30. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 9(6), 1877-1898. <https://doi.org/10.1007/s10518-011-9274-2>



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809



Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

- Macharé, J. C. Benavente (2008). Síntesis descriptiva del Mapa Neotectónico 2007, INGEMMET, Lima, Perú.
- Narciso, J., Vilanova, S., Lopes, I., Oliveira, C. S., Carvalho, J., Pinto, C., ... Nemser, E. (2012). Developing a Site-Conditions Map for Seismic Hazard Assessment in Portugal, 7.
- Silgado, E. (1978): Historia de los sismos más notables ocurridos en Perú (1513-1974).
- Instituto de Geología y Minería, Boletín 3, serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.
- Tavera, H., Bernal Esquia, I., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A., & Ishizawa, O. (2014). Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú.
- Somerville, P., & Pitarka, A. (2006). Differences in earthquake source and ground motion characteristics between surface and buried faulting earthquakes. En Proceedings of the 8th US national conference on earthquake engineering. San Francisco, CA.
- Wills, C. J., & Clahan, K. B. (2006). Developing a Map of Geologically Defined Site-Condition Categories for California. Bulletin of the Seismological Society of America, 96(4A), 1483-1501. <https://doi.org/10.1785/0120050179>



EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809



Lazaro Ampuero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

## 12. ANEXOS

### 12.1. MAPA GEOLÓGICO

### 12.2. CERTIFICADO DE LABORATORIO

### 12.3. REGISTRO FOTOGRÁFICO

### 12.4. REGISTRO ESTRATIGRÁFICO

### 12.5. CUADRO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

### 12.6. RESULTADOS DE ENSAYOS SPT Y DPL

### 12.7. ESTABILIDAD DE TALUDES

### 12.8. CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO

### 12.9. METRADOS Y PRESUPUESTO

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.1: MAPA GEOLÓGICO



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.2 CERTIFICADO DE LABORATORIO



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.3: REGISTRO FOTOGRÁFICO



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.4: REGISTRO ESTRATIGRÁFICO



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.5: CUADRO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.6: RESULTADOS DE ENSAYOS SPT Y DPL



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lazaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.7: ESTABILIDAD DE TALUDES



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.8: CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 152809

  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901

## ANEXO 12.9: METRADOS Y PRESUPUESTO



PERÚ

Autoridad Portuaria  
Nacional

“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE  
GEOTECNIA Y CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TERMINALES  
PORTUARIOS DE PASAJEROS EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL RÍO  
AMAZONAS, TRAMO IQUITOS – SANTA ROSA”



CONSORCIO AMAZONAS

CA-180201-INF-03-01  
Versión 01

INFORME FINAL

## 13. PLANOS

  
EDGAR ORLANDO  
FIGUEROA TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 152809

  
Lázaro Ampiero Cayo  
ING. CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 53901