



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN,
MEDIANTE ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) EN
PARACAS – ICA 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

BACH. CASTRO QUISPE JOSE ENRIQUE (ORCID: 0000-0002-1024-6309)

ASESOR:

MS.ING.GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Geotecnia

LIMA – Perú

2021

Dedicatoria

El presente trabajo dedico a mis padres que con esfuerzo, constante apoyo y amor han guiado mis pasos para forjar un excelente profesional, creando valores y demostrando que lo importante en cada paso es saber valorar el sacrificio que involucra crecer. A mi hermana por apoyarme en cada etapa demostrando con su ejemplo que la virtud del estudio nace en querer mejorar la perspectiva de vida y de familia, que los sueño se consiguen con esfuerzo constante y valentía.

Agradecimiento

A mis padres por su apoyo, a mi hermana por su ejemplo y cariño, a mis docentes por su esfuerzo enseñanza y comprensión, a mi asesor por su paciencia y sus constantes ganas de apoyar a los alumnos compartiendo sus conocimientos y corrigiendo desde su experiencia.

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	MARCO TEÓRICO	13
III.	METODOLOGÍA	19
3.1	Tipo y diseño de investigación	19
3.2	Variable y Operacionalización de Variable	19
3.3	Población, Muestra y Muestreo	20
3.4	Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	21
3.5	Procedimientos	22
3.6	Método de análisis de datos	22
3.7	Aspectos éticos	28
IV.	RESULTADOS	29
V.	DISCUSIÓN	61
VI.	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	65
	REFERENCIAS	66
	ANEXOS	70

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1. Zonas Sísmicas del Perú	11
Gráfico 2. Motor Kholer 8 Hp	15
Gráfico 3. Martillo 140 Libras O 63.5 Kg.	16
Gráfico 4. Bomba de Agua de Alta Presión	16
Gráfico 5. Penetrómetro Partido	18
Gráfico 6. Conexión de Polea, Sogas y Cables de Sostenimiento	24
Gráfico 7. Unión del trípode	24
Gráfico 8. Aseguramiento del Trípode	25
Gráfico 9. Colocación de sogas	25
Gráfico 10. Equipo de Perforación Instalado	26
Gráfico 11. Extracción de muestra	28
Gráfico 12. Ensayo de penetración estándar S-01	29
Gráfico 13. Ensayo de penetración estándar S-01	30
Gráfico 14. Ensayo de penetración estándar S-03	30
Gráfico 15. Ensayo de penetración estándar S-04	31
Gráfico 16. Ensayo de penetración estándar S-05	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de Zona “Z”	11
Tabla 2. Técnicas de Exploración de Campo	12
Tabla 3. Aplicación y Limitaciones de los Ensayos	13
Tabla 4. Número De Puntos De Exploración	14
<i>Tabla 5. Especificaciones Técnicas de Motor Lombardini de 10.9 hp</i>	16
Tabla 6. Barras AW y Tuberías	17
Tabla 7. Llave de 18 pulgadas	17
Tabla 8. Llave 24 pulgadas	18
Tabla 9. Llave 36 pulgadas	18
Tabla 10. Operacionalización de Variables	20
Tabla 11. Análisis Granulométrico	32
Tabla 12. Ensayo de Penetración Estándar S-1	34
Tabla 13. Ensayo de Penetración Estándar S-2	34
Tabla 14. Ensayo de Penetración Estándar S-3	35
Tabla 15. Ensayo de Penetración Estándar S-4	35
Tabla 16. Ensayo de Penetración Estándar S-5	35
Tabla 17. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 1	40
Tabla 18. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 2	43
Tabla 19. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 3	46
Tabla 20. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 4	49
Tabla 21. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 5	52

Resumen

El objetivo de la presente investigación es dar a conocer cómo se realizará la zonificación del suelo, en función al potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar en la ciudad de Paracas – Pisco.

El estudio consistió en explorar un área de 786,52 m² mediante la ejecución de cinco ensayos de penetración estándar, los cuales fueron seleccionados de manera aleatoria. Mediante esta exploración se determinó el perfil estratigráfico y se extrajo muestras para ser evaluadas en laboratorios de suelos y así determinar las clasificaciones SUCS y la cantidad de finos existentes. Adicional a ello, durante la exploración se determinó los golpes “n” mediante ensayos de penetración estándar.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en laboratorio referente al tipo de suelo, el conteo de golpes en la penetración estándar y el análisis del factor sísmico; se realizó la evaluación del potencial de licuefacción en los sectores explorados.

Se concluye dando a conocer, que es factible la realización de la zonificación del suelo teniendo en cuenta; el perfil estratigráfico, la vulnerabilidad ante sismos y el potencial de licuefacción evidenciando los resultados en un plano con las características resumidas.

Palabras claves:

Análisis de suelos, geotecnia, licuefacción, potencial de licuefacción, ensayos de penetración estándar.

Abstract

The objective of the present investigation is to show how the zoning of the soil would be carried out, depending on the liquefaction potential, by means of standard penetration tests in the city of Paracas - Pisco.

The study consisted of exploring an area of 786.52 m² by executing five standard penetration tests, which were randomly selected. Through this exploration, the stratigraphic profile was determined and samples were extracted for evaluation in laboratories and thus determine the SUCS classifications and the amount of existing fines. In addition to this during the exploration, the “n” strokes were determined by standard penetration tests, with the data obtained in the laboratory, the counting of the strokes in the standard penetration and the analysis of the seismic factor allowed to evaluate the liquefaction potential of the sectors explored.

It is concluded by announcing that it is feasible to perform the zoning of the soil according to the stratigraphic profile, according to the vulnerability to earthquakes and taking into account the potential for liquefaction; which will be shown by plans.

Keywords:

Soil analysis, geotechnics, liquefaction, liquefaction potential, standard penetration tests.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las construcciones de viviendas se rigen por el Reglamento Nacional de Edificaciones el cual establece parámetros fundamentales para cumplir con los estándares mínimos de construcción. Siendo este un elemento importante en el ámbito de construcción, que cumple la función de proteger vidas y brinda mejores condiciones para el ámbito familiar. También se considera la seguridad y tranquilidad básica para poder hacer frente a los fenómenos naturales. Tomando estos parámetros se evitan daños en la vivienda terrenos aledaños.

En el Perú, debido al incremento demográfico poblacional y el desordenado crecimiento, la necesidad obliga a los ciudadanos a realizar construcciones con premura y muchas veces sin consultas a especialistas, por lo cual se observa el incumplimiento de las normas técnicas peruanas de edificaciones, siendo lo ideal que deba respetarse de manera sistematizada, ordenada y de una supervisión de un especialista y técnico con los conocimientos de diseño y/o Expediente técnico de las viviendas con sus respectivos planos. Debido a esta necesidad en la actualidad se afronta las llamadas viviendas autoconstruidas. Por otro lado, las viviendas autoconstruidas presentan características muy puntuales como la durabilidad y la resistencia de la estructura, pero a causa de diferentes factores que hacen daño a la estructura, como el clima, la eventualidad de un sismo, etc. Por lo cual la vivienda autoconstruida pierde considerablemente sus propiedades de manera constante y empieza los primeros niveles de fallas, como humedad de los muros, fisuras y grietas.

En el Perú, la geografía diversa que con ciertos factores ambientales permite explorar ciertos ámbitos perjudiciales en las construcciones; tal es el caso, que para el presente estudio se analiza el factor altamente sísmico del Perú cuya combinación con el tipo de material no cohesivo lo vuelve una región con alto potencial de licuefacción. Esto se evidenció en los sismos del año 2007 en las regiones de Pisco e Ica fundamentalmente.

La licuación o licuefacción de un material granular es considerada por Youd (1973) como el paso, de dicha materia, de estado sólido a uno líquido. Dicha modificación es originada por el incremento de la presión de los poros y la disminución en el esfuerzo efectivo (Youd, 1973). Este fenómeno viene siendo estudiado en el mundo en los últimos 45 años, teniendo en consideración los factores geográficos.

El problema de investigación planteado para el presente es ¿Cómo se realizaría el análisis geotécnico, en función al potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paracas – Ica 2020? Este trabajo se ha realizado teniendo en cuenta que la provincia de Pisco es una de las ciudades más vulnerables en ocurrencia de sismos en el Perú, además de haber sido objeto de estudio en muchas ocasiones previas. Pese a los antecedentes de investigación, no se ha ahondado en estudiar los problemas que pueda ocasionar los sismos en combinación con el tipo de suelo existente en la localidad. Mediante la presente investigación se busca complementar los datos existentes a fin de llevar a cabo una planificación urbana de forma adecuada y pertinente en la ciudad de Paracas. Para lo cual se ha priorizado zonificar la calidad del suelo frente a problemas de licuefacción y establecer zonas seguras para la construcción de edificaciones. Seguidamente, esta investigación es de utilidad para la elaboración del plan de desarrollo urbano y para reglamentar la delimitación de zonas aptas para construcción, entre otros.

Formulación de Problema

El principal problema geográfico que aqueja a Paracas – Ica es ser identificada como una de las ciudades constantemente vulnerables a sufrir daños estructurales por sus condiciones tectónicas. A ello se aúna el alto costo de elaboración de estudio de suelos, la poca información con la que cuentan las entidades públicas para brindar parámetros o condiciones de cimentación adecuadas, además de la problemática de viviendas autoconstruidas y principalmente viviendas que fueron construidas sin

supervisión alguna. Por dichas razones se plantea las siguientes preguntas de investigación ¿Cómo se realizará el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paraca – Ica 2020? También se plantean dos problemas específicos el primero ¿Cómo se realizará la zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica 2020?, el segundo ¿Cómo se realizará la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020?

Justificación de estudio

Justificación teórica:

El presente estudio servirá como base para elaborar el plan de desarrollo urbano de la ciudad en mención a partir del cual se podrán establecer zonas seguras para la construcción de edificaciones en general.

Justificación social:

La presente investigación permitirá dar a conocer las características de los tipos de suelo presentes en la ciudad de Paracas-Ica y los datos pertinentes a fin de reafirmar el valor de la seguridad del suelo donde se construirá las futuras edificaciones.

Justificación metodológica:

La presente investigación aporta a la academia en brindar información relevante de las características particulares de suelos de la localidad de Paracas que permitan profundizar en el estudio de los mismos y complementar la información actualmente existente.

Como hipótesis general, es factible y viable la realización del análisis geotécnico del potencial de licuefacción, haciendo uso de ensayos de penetración estándar (SPT) en Paraca – Ica 2020. Por consiguiente, la primera hipótesis es la realización de zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica 2020 es factible y viable, y la segunda hipótesis La realización de la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020 es factible y viable.

Descriptivo, pues tiene una sola variable

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales:

El Instituto Geofísico del Perú (2010) elaboró un estudio de zonificación en los distritos limeños de Pucusana, Santa María, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa y El Agustino. Dicho estudio se elaboró teniendo como referencia el alto índice de ocurrencia de eventos sísmicos en aquellos distritos. La ocurrencia de movimientos telúricos en esa zona ha ocasionado eventos como asentamientos, licuación de suelos, derrumbes, desplazamiento de roca y tsunamis. El comportamiento dinámico de suelo (CDS) encontrado en dichos distritos ha permitido identificar a 5 sectores diferenciados de suelos presentes en los 7 distritos estudiados.

Dicha investigación señala principalmente que se espera que “los daños a las viviendas o infraestructuras sean mayores cuando el suelo presenta las peores condiciones dinámicas” (IGP, 2010).

Este estudio aporta teóricamente a la presente tesis en establecer que tanto las características sísmicas como geológicas no pueden ser generalizables en prolongadas extensiones de terreno. Razón por la cual es necesario tomar muestras diferenciadas en territorios designados y elaborar planes de contingencia preventivo pues el peligro sísmico no es vinculante a la capacidad portante del suelo que pueda ser encontrado.

En segundo lugar, el estudio realizado por Ochoa (2009), cuya finalidad de verificar las condiciones geológicas y geotécnicas que caracterizan el suelo de cimiento de Pachacutec - Ventanilla, clasificando manual y visualmente cada uno de los estratos registrados por calicata. A partir de lo cual identificaron diferentes características de los estratos subyacentes como los tipos de suelo, identificación del espesor de cada estrato, coloración, humedad percibida, compacidad, consistencia, entre otros. De dicho estudio se resalta que la composición del terreno estudiado se conforma de material granular mal gradado (SP) o arenas con limos (SP-SM) con baja densidad entre sectores resaltándose por el color, humedad, de poca adherencia y sin nivel freático en calicatas exploradas.

El aporte de este estudio a la investigación es prever variedad en las características del suelo de la zona, bases de investigación en territorios similares, además de la identificación de masificación como herramienta de ahorro y seguridad para edificaciones futuras.

Fretell (2014) realizó el estudio sobre microzonificación sísmica en Pisco y los distritos de Paracas, Túpac Amaru, San Clemente y San Andrés.

A partir de la elaboración del mapa de microzonificación y la identificación del suelo de cimentación, desde la perspectiva geo mecánica, se determinó los tipos de suelos entre arenas limosas, junto con las gravas aluviales y los factores de parámetros sísmicos referenciada en la norma sismo resistente.

Asimismo, Díaz Pardave (2010) realizó el estudio de la "Microzonificación sísmica de la ciudad de Pisco" con el objetivo de evaluar el comportamiento del suelo de cimentación ante cargas estáticas y dinámicas, teniendo como resultado zonas geotécnicas que identifiquen el nivel de peligro ante sismos en la ciudad de Pisco.

Como resultado se corroboró que Pisco cuenta con rocas sedimentarias y depósitos cuaternarios. Además, debido al alto nivel de peligro sísmico de la ciudad se proyectó los riesgos a 50 años de exposición.

Antecedentes a Nivel Internacional:

Daniel Humberto Santibáñez Rodríguez (Chile - 2006) realizó el estudio de "Determinación del Potencial de Licuefacción de Suelos no Cohesivos Saturados Bajo Cargas Sísmicas Usando el Ensayo de Penetración Estándar".

A partir del uso de ensayos de penetración estándar se determinó la ocurrencia de problemas de licuefacción de suelos cohesivos ante la presencia de diferentes cargas sísmicas.

Jennifer Vanessa Lindao Baque, Liliana Marina Polonio Briones (Ecuador -2014) realizó el estudio de "Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos en la Zona de Chipipe del Cantón Salinas."

La autora planteó como objetivo de investigación identificar el potencial de licuefacción mediante la caracterización geológica y geotécnica del suelo, en

Chipipe del cantón Salinas para mejorar la estabilidad y el mejoramiento de infraestructuras.

Dicho estudio encontró que no hubo licuefacción en esta zona costera, pese al nivel freático de poca profundidad, la presencia de arenas flojas y suelos finos de baja densidad en toda el área estudiada.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las diferentes metodologías propuestas para la evaluación del Potencial de Licuefacción se determinó que el perfil costero de la zona de Chipipe, comparado a otras zonas del mismo sector, es más propenso a sufrir problemas de licuefacción a causa de contener depósitos de conglomerados, arenas, limos y arcillas con bajas densidades dispuestas en terrazas y nivel freático de aproximadamente 2.00 m de profundidad.

MSc. Ing. Erick José Rodas Aldana (GUATEMALA 2011) realizó el estudio de la "Susceptibilidad a la Licuefacción por Medio del Sondeo de Penetración Estándar: Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala".

Identificando que el suelo de Las Lisas, conformado por arenas mal graduadas (SP), con un bajo porcentaje de finos (1.85%) saturadas eran vulnerables a licuefacción.

DEFINICION DE TERMINOS:

Zonificación: Se considera como tal a la división, en sectores homogéneos, de un área geográfica en sectores en función de criterios establecidos previamente.

Licuación de suelos: Este es un fenómeno en el que la masa de suelo - ante cargas monotónicas, cíclicas o de impacto- pierde parte de la resistencia que posee ante la ocurrencia de corte, ocasionando que el comportamiento del material presente características líquidas (Sladen et al. 1985).

Arena: Es denominado como tal a la fracción de suelo cuyas partículas tienen un tamaño entre 0,06 milímetros y 2 milímetros. Es catalogado como fina cuando dicho tamaño es de 0,2 milímetros, como 1/2 si alcanza hasta 0,6 milímetros o como gruesa si es que el tamaño sobrepasa los 0,6 milímetros (PATIÑO, 2001).

Asentamiento: Conocido como hundimiento gradual de una estructura (PATIÑO, 2001).

Cimentación: Conformación fundamental de estructura que permite transmitir la carga directamente al suelo.

Densidad: Considerada como la masa de cualquier cuerpo relacionado a una unidad de volumen (PATIÑO, 2001).

Estratigrafía: Orden de un tipo de suelos con formaciones sedimentarias en una región. (PATIÑO, 2001, pág. 88).

Esfuerzo efectivo: Denominado esfuerzo o presión intergranular, la fuerza por unidad de área transmitida entre las partículas de una masa de suelo. Es denominado como el esfuerzo efectivo en la movilización de la fricción interna. Cuantitativamente es igual a la diferencia entre el esfuerzo total y la presión en los poros.

Grava: Determinado suelo cuyas dimensiones comprende un tamaño entre 2 milímetros y 60 milímetros. Fina hasta 6 milímetros; media hasta 20 milímetros y gruesa por encima de los 20 milímetros (PATIÑO, 2001).

Licuefacción: Es un proceso de transformación de un determinado suelo el cual pasa de un estado sólido a uno líquido. Usualmente al ocurrir este proceso se evidencia un aumento de presión en los poros y reducción de resistencia al corte, asociados a esfuerzos mediante cargas cíclicas (PATIÑO, 2001, pág. 118).

Martillo de Compactación: Es un instrumento que sirve para la realización del ensayo de compactación. La manera de maniobrar consiste en una guía tubular por el cual asciende y desciende una masa denominada comba. La masa del martillo es de 24 N usado para la compactación normal (Norma ASTM D698), y 44.5 N para el uso en compactación modificada (Norma ASTM D1557) (PATIÑO, 2001, pág. 125).

Muestra: Porción representativa extraída para identificar las cualidades de un elemento estudiado.

Nivel freático: Denominada como tal a la altura del agua al momento de perforar o el nivel estable en un acuífero. Es característico identificar que los niveles del agua coinciden tanto en el piezométrico como en el acuífero.

NSPT: Número de golpes en el ensayo SPT, corregido para una energía relativa del 60%, es decir aplicando el factor ER/60 (PATIÑO, 2001).

Perforación por percusión: Práctica que se desarrolla al llevar a cabo el hincado del terreno seleccionado mediante golpes sucesivos.

Presión de poros: Hace referencia a la presión intersticial o presión del agua en los poros del suelo. Estrictamente debe ser denominado como presión en los poros.

Profundidad de cimentación: Es la profundidad hasta la cual se llevan los elementos estructurales que transmiten el peso de la estructura al suelo de cimentación.

Prueba de penetración estándar: Denominado como tal al método utilizado para explorar un determinado suelo. El cual, es ejecutado hincando el terreno con un penetrómetro mediante un constante golpe de un matillo, el número de golpes sirve para calcular el esfuerzo cortante de los suelos (PATIÑO, 2001).

Relleno: Depósito artificial realizado con materiales naturales, piezas artificiales o productos de desecho.

Sismicidad: Grado que referencia la medición de la frecuencia o intensidad de sismos en un determinado territorio (PATIÑO, 2001).

Sondeo: Perforación profunda de pequeño diámetro, con extracción de testigo.

Suelo: Parte de la corteza terrestre que presenta características sólidas, las cuales pueden ser afectadas en contacto con el agua u otros (PATIÑO, 2001).

Suelo cohesivo: Cuando la proporción en el peso del contenido de finos que tengan plasticidad es igual o superior al 35% (PATIÑO, 2001).

Suelo granular: Cuando la proporción en peso del contenido de arenas y gravas es mayor del 65%.

Tamiz: Instrumento utilizado para separar las partículas de suelo según su tamaño. Consiste en un recipiente cilíndrico cuyo fondo lo forma una malla de alambre de cobre o de acero inoxidable.

Tubo Shelby: Herramienta de toma de muestras inalteradas realizadas por hincado.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

En primer lugar, en cuanto al enfoque epistemológico-metodológico, esta tesis utiliza el enfoque cuantitativo por utilizar métodos, técnicas de recolección y análisis de datos numéricos (Ñaupas, et.al. 2013, p.97).

La presente es una tesis de tipo aplicada, la cual se caracteriza por fundamentarse en la investigación básica de las ciencias fácticas para resolver problemas de la vida en sociedad (Ñaupas, et.al. 2013, p.93). En este sentido, se aplican los conocimientos teóricos a situaciones concretas (Sánchez Carlessi & Reyes Meza, 2006, p.40).

Asimismo, esta investigación es de nivel descriptivo por describir fenómeno o una situación mediante el estudio del mismo en circunstancias temporal o espacial determinada (Sánchez Carlessi & Reyes Meza, 2006). Conjuntamente, la presente tesis es de diseño descriptivo pues recoge información relevante sobre el caso estudiado (Sánchez Carlessi & Reyes Meza, 2006, pp. 106,107), para lo cual se utilizó el siguiente esquema:

ESQUEMA ESTABLECIDO:

M O

En el que:

M: Referido a la muestra con la que se realizó el estudio

O: Referido a la información relevante o de interés recogida

3.2 Variable y Operacionalización de Variable

Variable:

Análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paracas – ICA 2020.

Operacionalización de Variable:

Definición Conceptual:

A nivel general, Rodríguez Ortiz (1984) da a conocer que el estudio geotécnico antecede al proyecto de un edificio y tiene por objeto determinar la naturaleza y

propiedades del terreno, cuya finalidad es definir tanto el tipo como las condiciones de cimentación del mismo (Rodríguez Ortiz, et.al., 1984).

Asimismo, la normatividad peruana referida a los ensayos de penetración estándar (SPT) están establecidos en la “Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018”.

Definición Operacional:

Para fines de la presente tesis, teniendo en consideración los conceptos generales y bajo la deficiencia de una definición operacional aplicable al presente caso, se ha optado por establecer una definición tentativa.

En este sentido, el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar será considerado como un procedimiento de estudio de los componentes del área geográfica estudiada. En la que está involucrado el estudio geotécnico del suelo, para lo que es necesario dividir homogéneamente el área estudiada en función al potencial de licuefacción que presente y considerar el perfil estratigráfico, la vulnerabilidad del suelo ante sismos y la resistencia a la penetración estándar.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población:

La población constituye una cantidad de elementos que serán parte de un estudio los cuales beneficiarán la presente investigación a demostrar los objetivos mencionados. Para Niño (2011), “Para poder especificar el objetivo de estudio, es necesario identificar la población a muestrear las cuales están constituidas por una totalidad de unidades[...] pueden conformar parte de la investigación” (p.55).

Para el presente proyecto se consideró realizar la evaluación de sondajes en la ciudad de Paracas la cual cuenta con un área de 1440.68 km².

Muestra:

Para indicar una muestra, lo primordial es definir la unidad del objeto de la investigación del estudio, en este caso las viviendas autoconstruidas. Por ello, tendrá una confiabilidad mediante un método que agilice el resultado de la muestra definida, ya que presenta una población definida.

Niño (2011), define como muestra una porción representativa de un total. Por lo tanto, es una porción representativa de un universo o población estudiados con el

objetivo identificar las propiedades que caracterizan a la población en general (Niño, 2011, p.55).

La muestra de tipo no probabilística y se considera un área total de 786,52 m², los cuales serán distribuidos de manera aleatoria en 5 ensayos en la ciudad de Paracas – Ica.

Muestreo:

Esta investigación utiliza el muestreo no probabilístico por ende es un estudio realizado por conveniencia, pero teniendo en cuenta lo establecido en la norma E050 ya que se manejará con la exploración de sondajes escogidos de manera aleatoria, seleccionando áreas que abarquen distintos sectores de la ciudad de Pisco - Ica.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas:

La técnica aplicada es la observación, específicamente se utilizará la observación experimental, lo que permitirá recaudar datos de diferentes áreas que conforman la ciudad de Pisco - Ica.

Instrumentos:

Se trabajará con herramientas que faciliten la recolección de información que ayude a la investigación; entre los que destacan los ensayos de laboratorio de suelos y ensayos de campo relacionado a la normativa E.050 Suelos y Cimentaciones 2018.

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Validez:

Niño (2011), hace referencia que el objeto de estudio deberá ser confiable, preciso, adecuado. Para la presente investigación se considerará los juicios y criterios emitidos por personas expertas, los cuales conforman profesionales de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo quienes dieron su apreciación de la investigación

presentada. Adicional a ello, será validada la presente investigación por profesionales expertos en la rama.

3.5 Procedimientos

En la presenta investigación se realizará en recoger información de diferentes viviendas del asentamiento humano estudiada, por lo cual se podrá encontrar viviendas de albañilería con material acústico o material noble donde dicha información será representada mediante una ficha técnica. Por ello, tener un desarrollo eficaz ante los objetivos mencionado.

Además, se llegará una cercanía con la población para el apoyo de la información de cada vivienda, realizando encuestas con la ayuda de una ficha técnica. Y Posteriormente tener información sobre las viviendas autoconstruidas indicando en qué condiciones se encuentra la familia con el apoyo de un ingeniero capacitado.

3.6 Método de análisis de datos

Para los fines de esta investigación se consideró muestreo por conveniencia y se sectorizó por áreas distribuidas en todo el terreno de Paracas, las cuales en suma generan un área 786,52 m². Así mismo para la recolección de muestra por área se tuvo en cuenta la norma de suelos y cimentaciones vigente (ver tabla N° 4). Los trabajos consistieron en la realización de cinco ensayos de penetración estándar (SPT) las cuales fueron distribuidas de forma tal que cubran de manera uniforme el área de estudio (referencia plano PL-01).

En las exploraciones de campo se registraron ciertas características que conforman cada estrato del subsuelo. Se clasificó visualmente los materiales encontrados teniendo en consideración los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y la extracción de muestras representativas. Las que fueron extraídas, selladas y etiquetadas para posteriormente ser trasladadas a un laboratorio de suelos para su análisis. Luego de su ejecución de la exploración geotécnica se obtuvieron muestras de suelo para su respectiva descripción. Con la información recolectada se pudo analizar las condiciones geotécnicas relevantes

para el análisis del potencial de licuefacción. Además, fue registrada una muestra de agua freática para ser analizada.

Ensayos de Laboratorio:

Posterior a ello, considerando la clasificación visual de las muestras realizadas, se escogió a las representativas con las que se llevó a cabo los ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (PATIÑO, 2001)
- Límites de Atterberg (PATIÑO, 2001)
- Clasificación unificada SUCS (PATIÑO, 2001)

Los resultados y procesos de ensayos de laboratorio se ejecutaron teniendo en consideración las respectivas normas NTP. Estos resultados sirvieron para comparar las características de los suelos obtenidos en campo y determinar la compatibilizar los casos a fin de determinar los perfiles definitivos de los suelos, los cuales son presentados en láminas.

Calibración del Cono de Peck:

En este método dinámico de auscultación se ejecuta mediante el hincado al subsuelo con una barra de 2 pulgadas de diámetro, provista de una punta cónica de 2.5 pulgadas de diámetro y ángulo de 60° ubicada en su extremo inferior. El martillo, de 140 libras de peso, es suspendido y soltado a una altura de 30 pulgadas de caída. Teniendo en consideración la cantidad de golpes necesarios por cada 0.15 metros penetrados. De los cuales se registran golpes cada 0.30 metros de penetración (HURTADO, 2010).

Los resultados del Cono de Peck con el ensayo estándar de penetración (SPT) se rige por los siguientes criterios:

- Suelos granulares (arenas y gravas finas) $N = 0.5 C_n$
- Suelos cohesivos (arcillas y limos) $N = 1.0 C_n$

En el que:

N = Cantidad de golpes realizados por cada 30 centímetros de penetración en el ensayo estándar.

Cn = Cantidad de golpes realizados por cada 30 centímetros de penetración mediante auscultación con Cono de Peck.

ESTUDIOS BÁSICOS Y COMPLEMENTARIOS

Para la ejecución de exploración de campo se realizará los siguientes procedimientos:

- Proceso de instalación y ejecución de los trabajos de penetración estándar mediante perforaciones por lavado con agua (Wash boring)
Conexión de parantes
- Cada parante se encuentra dividido en dos tramos de 3 metros cada uno, La unión de los parantes A y B es por medio de PERNOS $\frac{3}{4}$ (C), al unir los dos parantes la extensión máxima del trípode es de 6 metros, para el ajuste de los pernos se emplean llaves mixtas de $\frac{3}{4}$.

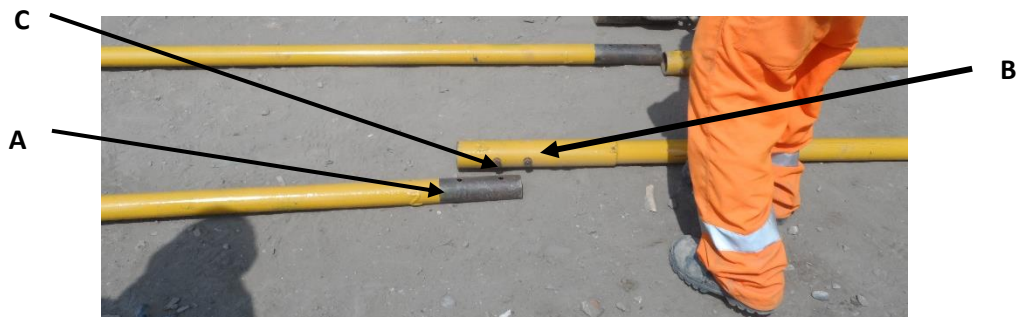


Gráfico 6. Conexión de Polea, Sogas y Cables de Sostenimiento

Luego de unir los parantes del trípode, se procede a colocar LA POLEA, LA U Y PASADOR DE 1" (D) en el extremo superior del trípode FIG-7



Gráfico 7. Unión del trípode



LA U Y PASADOR (E) se ajustan a la parte superior del trípode con pernos de 1"

Ajustado la U y pasador con el trípode se colocará un tramo de sogas manila de 1", un tramo equivale aproximadamente a 11 metros.



Gráfico 9. Colocación de sogas



Gráfico 10. Equipo de Perforación Instalado

INICIO DE LAS PERFORACIONES POR LAVADO TIPO WASH BORING

- El inicio de la perforación se iniciará con una barra AW.
 - Luego se conectará la tubería NQ como casing para forrar el pozo y se procederá progresivamente cada metro hasta concluir la profundidad indicada.
 - El agua ingresa por impulsión de una bomba de agua que transitará por una manguera de alta de presión de 1" x 10 m hacia la bomba conexión que se encuentra ubicada en la parte superior, cuya función es lavar el subsuelo.
 - ✓ El agua de retorno de la perforación será canalizada hacia la excavación.
 - ✓ En caso de que el agua limpia acumulada en la piscina no sea utilizada en su totalidad, el personal bombeará el agua hacia la superficie evitando que se formen charcos de agua.
- Para evitar que el retorno de agua se acumule en la superficie, el personal realizará una excavación de 0.80 x 0.80 x 1.50m de profundidad, la excavación

servirá para posicionar la bandeja de geomembrana impermeable para contener el agua de retorno.

INGRESO DE TUBERÍA

- A medida que se avanza con la perforación por lavado se va incrementando la longitud de la tubería, la misma que se hace manualmente.
- Se debe ajustar las uniones de los tubos mediante el uso de una llave Stillson 36" o 24" según el diámetro de las tuberías de perforación.

ACOPLE DE TUBERÍAS PARA LLEGAR A LA PROFUNDIDAD MÁXIMA

- Para llegar a la profundidad requerida por el cliente (describir profundidad), se tendrán que acoplar tuberías de perforación NQ y HQ en diámetros cortos.
- El proceso de acople de tubería se realizará por medio de reducciones NQ y HQ de forma vertical con llaves Stillson 36" y 24", el proceso de acoples se hace mediante enroscados de reducción a tuberías
- Para sujetar las tuberías se hará uso de la llave sujetadora.

RETIRO DE LA MUESTRA

- ✓ Se lleva el muestreador a la a la superficie y se abre. La longitud de la muestra recobrada debe ser registrada y deben describirse sus características en cuanto a color, uniformidad etc. (FIG 6)



Gráfico 11. Extracción de muestra

RETIRO DEL CAISING

- ✓ El proceso para retirar las tuberías y casing es por medio de la sogá manila de 1" sujeta a la polea giratoria y en contacto con el tambor voladizo del Malacate mediante el block elevador conectada a la tubería
- ✓ En caso de que el terreno sea demasiado suelto y que el casing esté atorado y no se pueda retirar con facilidad, se procede a utilizar el martillo de 140 libras mediante golpes hacia arriba retirando poco a poco el casing atorado.

AISLAMIENTO DEL RETORNO DE AGUA

Se procederá a realizar un canal circular de agua destinado al retorno de agua que genera la perforadora. Dicho canal termina en una pequeña poza, que estará cubierta por geomembranas tanto en la base como en las paredes, para no generar desperdicios debido al tránsito del agua.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación se lleva a desarrollar de manera eficaz y analizar las definiciones de las variables que es Análisis geotécnico del suelo, en función al potencial de licuefacción, se presenta diferentes autores y especialistas indicando la veracidad del estudio. Lo cual se redacta con bases y estudios teóricos, analizando diferentes puntos relevantes tanto en variables como en los indicadores.

IV. RESULTADOS

Resultados de perfil estratigráfico

La ubicación en planta de los ensayos se presenta en el plano PL- 1. Los registros entre los ensayos SPT se realizaron máximo hasta una profundidad de 13.45 m (ver anexo 1). Los perfiles estratigráficos se aprecian en el Anexo 2 los cuales fueron descritas en función a la evaluación de los resultados obtenidos en el laboratorio de la empresa MyM Consultores S.R.L. cuyos resultados se muestran en el anexo 3, además en la tabla N°11 resume las muestras de suelos analizadas en cada sondaje. Además, se presenta lo registros fotográficos recolectados de los ensayos.



Gráfico 12. Ensayo de penetración estándar S-01



Gráfico 13. Ensayo de penetración estándar S-01



Gráfico 14. Ensayo de penetración estándar S-03



Gráfico 15. Ensayo de penetración estándar S-04



Gráfico 16. Ensayo de penetración estándar S-05

Tabla 11. Análisis Granulométrico

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO															LIMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS	
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA Nº															L.L %	L.P %	I.P %	(ω) %		
		4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº100	Nº200						
S-1	2.00 - 2.45					100	85	70	57	51	41	33	28	21	14	11	-	NP	NP	4,8	GP-GM	
S-1	4.00 - 4.45						100	79	57	54	49	47	44	22	5	2	-	-	-	14,9	GP	
S-1	6.00 - 8.00				100	64	40	27	21	21	20	20	20	15	4	1	-	-	-	5,7	GP	
S-2	2.50 - 4.20				100	47	20	9	7	6	6	6	6	4	1	0	-	-	-	4,4	GP	
S-2	5.80 - 6.30										100	87	86	85	71	43	43	26	17	59,1	SC	
S-3	2.00 - 2.45					100	78	76	69	59	46	30	18	9	1	1	-	NP	NP	5,6	SP	
S-3	3.00 - 3.45					100	93	85	75	58	44	30	20	12	4	3	-	NP	NP	7,6	SP	
S-3	4.00 - 4.45											100	98	87	26	20	-	NP	NP	18,7	SM	
S-3	5.00 - 5.45											100	99	87	21	14	-	NP	NP	19,9	SM	
S-3	7.00 - 7.45								100	99	98	95	81	21	15	-	-	NP	NP	18,4	SM	
S-3	8.00 - 8.45									100	99	95	78	12	8	-	-	NP	NP	19,9	SP-SM	
S-4	3.00 - 3.45											100	94	61	7	4	-	-	NP	NP	19,31	SP
S-4	6.00 - 6.45											100	98	72	6	3	-	-	NP	NP	18,99	SP
S-4	8.00 - 8.45										100	89	66	40	2	1	-	-	NP	NP	16,99	SP
S-5	1.10 - 1.30					100	99	98	91	25	12	3	2	1	1	1	-	-	NP	NP	0.9	GW

S-5	2.00 – 2.45			100	94	79	47	35	26	20	13	11	-	NP	NP	6.2	SW – SM
S-5	3.00 – 3.45	100	71	68	44	24	10	5	3	2	1	1	-	NP	NP	9.5	GW
S-5	4.00 – 4.45			100	96	92	62	30	18	11	4	3	-	NP	NP	33.7	SW
S-5	5.00 – 5.45	100	49	49	5	0	0	0	0	0	0	0	-	NP	NP	0.5	GP
S-5	8.00 – 8.45								100	99	95	90	67	33	34	52	MH
S-5	10.00 – 10.20			100	99	98	98	97	97	97	89	80	56	38	18	49.4	MH
S-5	12.00 – 12.45			100	95	93	86	79	74	67	49	35	26	21	5	27.1	SC – SM
S-5	13.20 – 13.45			100	94	94	93	92	90	90	88	85	62	38	24	38.2	MH

Por otro lado, en cuanto a la evaluación del potencial de licuación de suelos, se realizaron cinco ensayos de penetración estándar (SPT) realizados en cada metro de exploración a fin de establecer los parámetros de resistencia y compacidad del suelo en las condiciones del momento del ensayo.

Resultados de cuadros de los ensayos SPT realizados

Tabla 12. Ensayo de Penetración Estándar S-1

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	40	GP
2	2.00 - 2.45	22,60(5")*	GP-GM
3	3.00 - 3.45	78	GP-GM
4	4.00 - 4.45	44	GP
5	6.00 - 6.45	60(3")*	GP
6	8.00 - 8.45	60(2")*	GP
7	10.00 - 10.45	60(2")*	GP

Tabla 13. Ensayo de Penetración Estándar S-2

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	2.00 - 2.45	22	GP
2	3.00 - 3.45	24	GP
3	4.00 - 4.45	26	GP
4	6.20 - 6.65	90	SC/GP
5	8.00 - 8.45	60(1")*	GP

Tabla 14. Ensayo de Penetración Estándar S-3

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	52	SP
2	2.00 - 2.45	25	SP
3	3.00 - 3.45	38	SP
4	4.00 - 4.45	52	SM
5	5.00 - 5.45	35	SM
6	6.00 - 6.45	72	SM
7	7.00 - 7.45	61	SM
8	8.00 - 8.45	44	SP-SM

Tabla 15. Ensayo de Penetración Estándar S-4

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
4	4.00 - 4.45	20,60(5")*	SP
5	5.00 - 5.45	44,60(4")*	SP
6	6.00 - 6.45	36,60(4")*	SP
7	7.00 - 7.45	27,60(5")*	SP
8	8.00 - 8.45	50,60(4")*	SP
9	9.00 - 9.45	12,55,60(4 1/2")*	GP-GM

Tabla 16. Ensayo de Penetración Estándar S-5

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.30 - 1.75	67	SW - SM
2	2.00 - 2.45	64	SW - SM
3	3.00 - 3.45	31	GW
4	4.00 - 4.45	42	SW
5	5.00 - 5.45	9	GP
6	6.00 - 6.45	17	GP
7	7.00 - 7.45	4	MH
8	8.00 - 8.45	4	MH
9	9.00 - 9.45	3	MH
10	10.20 - 10.65	5	MH
11	11.00 - 11.45	8	SC - SM
12	12.00 - 12.45	10	SC - SM
13	13.00 - 13.45	21	MH

* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar.

REFERENTE A SISMICIDAD

El terreno estudiado se encuentra localizado en territorio costero peruano en un aproximado de 50 km sobre la zona de subducción de la placa oceánica bajo la placa continental Sudamericana.

Teniendo en consideración la Norma Técnica de Edificación E030, "Diseño Sismo resistente (2016)", el distrito de Paracas es considerado como zona de sismicidad 4. A la que le corresponde un factor de zona Z equivalente a 0.45. El cual puede ser interpretado como "la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años" (SENCICO, 2016).

La magnitud sísmica a considerar es de 7.5ML (escala de Richter).

Para los suelos arenosos

El perfil de suelos explorado presenta características de baja resistencia hasta el límite de la profundidad investigada (13.65 metros), calificado como tipo S2. Por lo que se le considera un factor de suelo igual a 1.10 y periodos predominantes de vibración $TP = 1.0$ s y $TL = 1.6$ s.)

Para los suelos gravosos

Los suelos gravo arenosos que conforman el perfil del suelo en la parte alta de la propiedad ubicada frente a la carretera, se pueden clasificar como Tipo S1. A este tipo de suelos le corresponde un factor de Suelo (S) equivalente a 1.0 con Periodo Predominante de Vibración Tp de 0.4s.

4.1.1 Referente a potencial de licuación de suelos de Paracas.

La evaluación de potencial de licuefacción se realizó aplicando el método propuesto por Seed e Idriss (1971, 1982). La cual fue actualizada en 1996 y 1998 en los talleres del National Center for Earthquake Research (NCEER) y NEER/NSF. Los cuales fueron publicados en la revista de Ingeniería Geotécnica y Geo ambiental en octubre de 2001 (3).

Los parámetros solicitados se desarrollarán de la siguiente manera:

1) Cálculo de los Esfuerzos de Corte Cíclico Inducidos (CSR)

Mediante el cálculo del esfuerzo promedio de corte cíclico, permite analizar los parámetros de licuefacción. Esto se toma como referencia mediante vibraciones que asemejan un determinado sismo de diseño.

Para el cálculo de esfuerzos de corte cíclico se utilizó la siguiente fórmula:

$$CSR = \frac{(\tau h)_{ave}}{\sigma'_{o}} = 0.65 \frac{a_{max} \sigma_{o} r_d}{g \sigma'_{o}} \quad (a)$$

Donde:

CSR = Esfuerzo de corte cíclico normalizado inducido por el sismo

(Th)ave= Esfuerzo promedio de corte cíclico

σ'_{o} = Presión efectiva de tapada

σ_{o} = Presión total

a max = Aceleración máxima en la superficie del terreno

g = Aceleración de la gravedad

rd = Coeficiente de reducción de las tensiones, que disminuye desde en la superficie del terreno hasta valores muy inferiores a grandes profundidades.

Teniendo en consideración la vida útil de las estructuras (periodo de retorno de 30 años). Se determina la ecuación (a) con una aceleración máxima de 0.225 g en la superficie, el cual asemeja a un sismo mediano de 6 MB. Además, se considera una aceleración máxima de 0.45 g, que asemeja a un sismo severo de magnitud de 7 ½ MB con menor probabilidad de ocurrencia.

La aceleración de 0.45 g es la que corresponde utilizar la Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente (2016) para la zona estudiada.

2) Cálculo del Esfuerzo Cortante Cíclico Normalizado Resistente Mínimo que Produce Licuefacción (Resistencia a la Licuefacción) (CRR)

Para la determinación del valor de resistencia a la licuefacción CRR se utilizó la siguiente fórmula propuesta por A.F. Rauch (citado por Youd et al., 2001):

$$CRR_{7,5} = \frac{1}{34 N_{1(60)}} + \frac{N_{1(60)}}{135} + \frac{50}{(10 N_{1(60)} + 45)^2} - \frac{1}{200}$$

Donde:

$CRR_{7,5}$ = Esfuerzo cortante cíclico normalizado resistente mínimo que produce licuefacción

$N_{1(60)}$ = Resistencia a la penetración estándar normalizada

Para obtener el valor del sismo se debe corregir el valor de 7.5 indicado en la ecuación.

Además, debido a la presencia de finos en las arenas se ha determinado que se debe de realizar la corrección correspondiente, la cual ha sido llevada a cabo considerando la siguiente expresión de R.B. Seed (Youd et al., 2001):

$$N_{1(60)Cs} = \alpha + \beta N_{1(60)}$$

Donde:

α = 0 si el contenido de finos (FC) es menor o igual que 5%

= $\exp(1.76 - (190/FC^2))$ para $5\% < FC < 35\%$

= 5 para $FC > 35\%$

β = 1 para $FC \geq 5\%$

= $\exp(0.99 + (FC^{1.5}/1000))$ para $5\% < FC < 35\%$

= 1.2 para $FC \geq 35\%$

El valor de N obtenido en el ensayo SPT debe corregirse adicionalmente con los siguientes factores para obtener el $N_{1(60)}$.

$$N_{1(60)} = N_m C_n C_E C_B C_R C_S$$

Donde:

N_m = Resistencia a la penetración estándar medida (SPT)

C_n = Corrección por tensión vertical debida a la sobrecarga del terreno (factor que normaliza la resistencia a la penetración estándar a una presión efectiva de tapada de 1 Ton/pie²)

C_E = Corrección para la relación de energía del martillo (ER)

C_B = Corrección por el diámetro de la perforación

C_R = Corrección por longitud de barras

C_S = Corrección por muestreador con o sin revestimiento

Para analizar el valor $C_E = 1.00$ se ha considerado el valor máximo recomendado (Youd et al., 2001). Para el caso del martillo tipo donut utilizado en los ensayos SPT, se considera $C_B = 1$ el cual corresponde a un diámetro de perforación de 65 a 115 milímetros y un valor de $C_S = 1$.

El valor de C_R varía según la longitud de las varillas (l_b). $C_R = 0.75$ para $l_b < 3$ m, $C_R = 0.8$ para $3 < l_b < 4$ m, $C_R = 0.85$ para $4 < l_b < 6$ m, $C_R = 0.95$ para $6 < l_b < 10$ m y $C_R = 1$ para 10 m $< l_b$.

3) Cálculo del Factor de Seguridad frente a la Ocurrencia de la Licuefacción(FSL)

El factor de seguridad frente a la ocurrencia de licuefacción se define como:

$$FSL = CRR / CSR$$

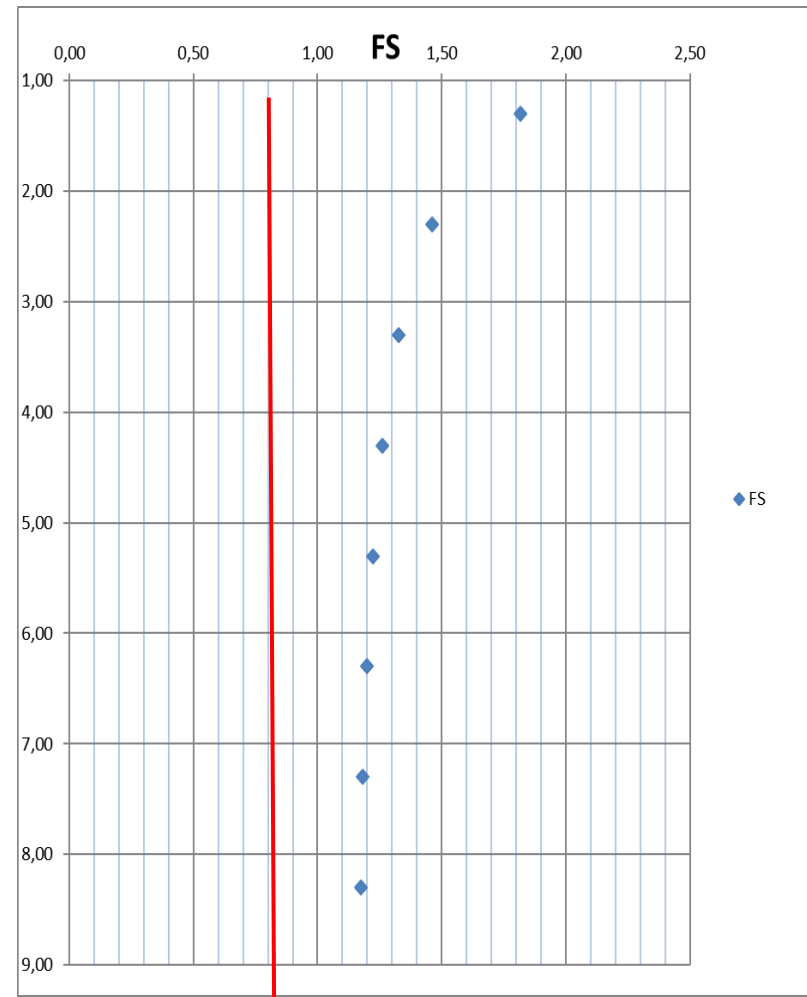
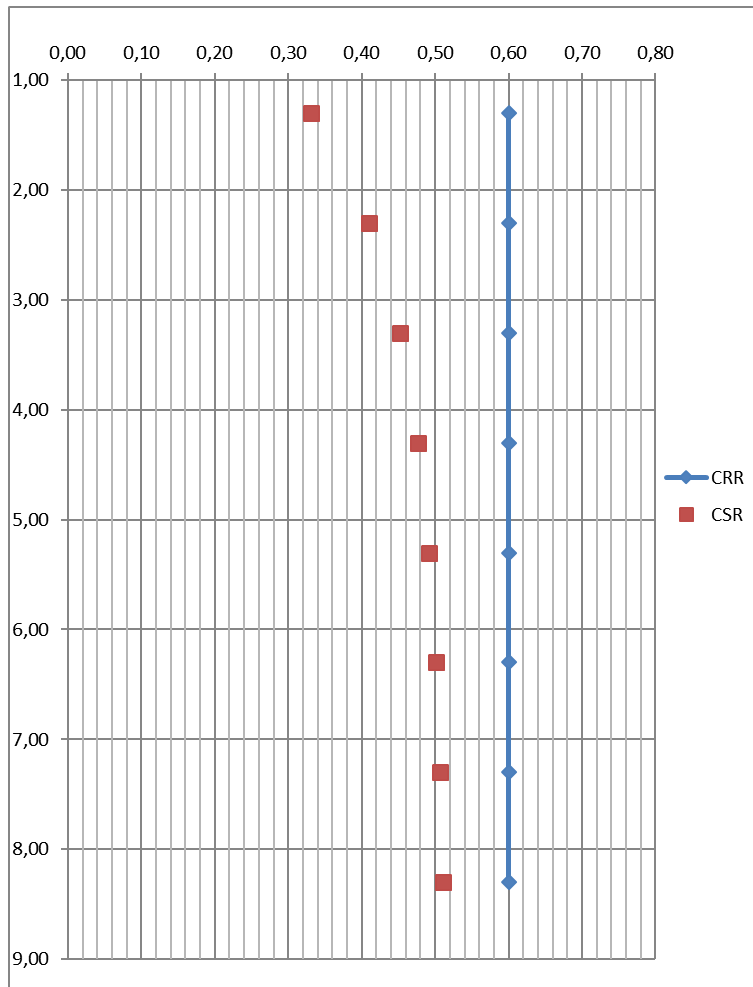
En consideración de lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E050 - Suelos y Cimentaciones (2018) el factor en mención necesariamente debe ser mayor a 1.

RESULTADO DE LICUEFACCIÓN

Tabla 17. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 1

MAGNITUD		7,5	PERFIL Nro.	P-1C
a/g	NORMA	0,45	N.F.	1,00

PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD REAL	SUCS	CF%	N	sigma 'o Kg/cm2	sigmao Kg/cm2	rd Kg/cm2	CN	CE	CR	N1(60)	CSR	N160cs	CRR corregido	a/g	FS	PL Probab. Licuef.
1,00	1,30	SP	1	52	0,2130	0,2430	0,990	1,700	1,000	0,7500	66,30	0,3304	66,30	0,6000	0,817	1,82	0,01%
2,00	2,30	SP	1	25	0,3030	0,4330	0,982	1,700	1,000	0,7500	31,88	0,4106	31,88	0,6000	0,658	1,46	37,34%
3,00	3,30	SP	1	38	0,3930	0,6230	0,975	1,611	1,000	0,8000	48,97	0,4520	48,97	0,6000	0,597	1,33	0,72%
4,00	4,30	SM	14	52	0,4830	0,8130	0,967	1,453	1,000	0,8500	64,23	0,4761	69,15	0,6000	0,567	1,26	0,00%
5,00	5,30	SM	14	35	0,5730	1,0030	0,959	1,334	1,000	0,8500	39,69	0,4912	43,58	0,6000	0,550	1,22	2,83%
6,00	6,30	SM	14	72	0,6630	1,1930	0,952	1,240	1,000	0,9500	84,83	0,5010	90,63	0,6000	0,539	1,20	0,00%
7,00	7,30	SM	14	61	0,7530	1,3830	0,944	1,164	1,000	0,9500	67,44	0,5072	72,50	0,6000	0,532	1,18	0,00%
8,00	8,30	SP- SM	8	44	0,8430	1,5730	0,937	1,100	1,000	0,9500	45,98	0,5111	46,86	0,6000	0,528	1,17	1,23%



Profundidad (m)	N1 requerido para evitar Licuefacción		Perforación P-1		
	Sismo Mediano ⁽¹⁾	Sismo Severo ⁽²⁾	N (SPT)	N1	Potencial de Licuefacción
2.30	7	25	144	159	NL
3.30	8	28	78	103	NL
4.30	9	30	44	53	NL
6.30	9	32	240	252	NL
8.30	10	32	360	350	NL
10.30	10	32	360	320	NL

Leyenda

NL: No Licuefacta

(1) aceleración = 0.15 g (periodo de retorno de 30 años)

(2) aceleración = 0.45 g (según norma)

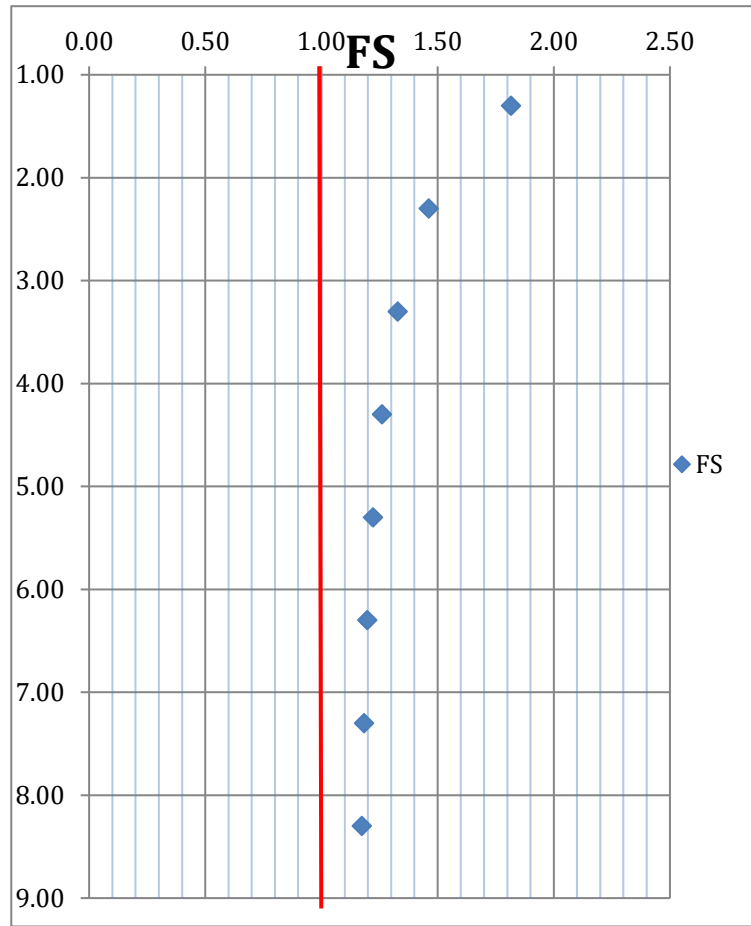
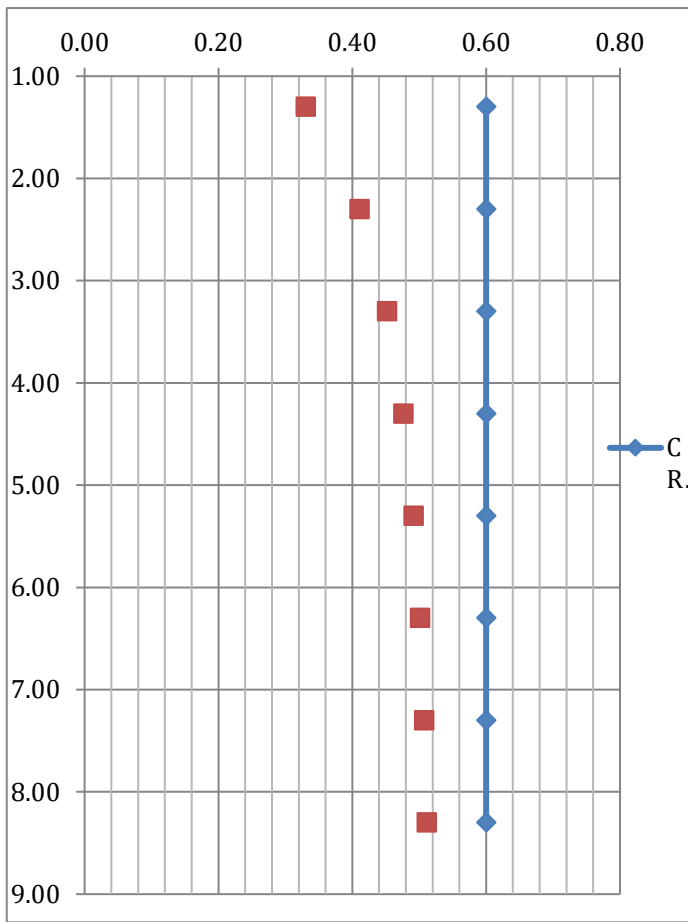
MAGNITUD		7,5
a/g	NORMA	0,45

PERFIL Nro.	P-1C
--------------------	-------------

N.F.	1,00
-------------	-------------

PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD	SUCS	CF%	N	sigma 'o	sigmao	rd	CN	CE	CR	N1(60)	CSR	N160cs	CRR	a/g	FS	PL
	REAL				Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2							corregido			Probab. Licu
1,00	1,30	SP	1	52	0,2130	0,2430	0,990	1,700	1,000	0,7500	66,30	0,3304	66,30	0,6000	0,817	1,82	0,01%
2,00	2,30	SP	1	25	0,3030	0,4330	0,982	1,700	1,000	0,7500	31,88	0,4106	31,88	0,6000	0,658	1,46	37,34%
3,00	3,30	SP	1	38	0,3930	0,6230	0,975	1,611	1,000	0,8000	48,97	0,4520	48,97	0,6000	0,597	1,33	0,72%
4,00	4,30	SM	14	52	0,4830	0,8130	0,967	1,453	1,000	0,8500	64,23	0,4761	69,15	0,6000	0,567	1,26	0,00%
5,00	5,30	SM	14	35	0,5730	1,0030	0,959	1,334	1,000	0,8500	39,69	0,4912	43,58	0,6000	0,550	1,22	2,83%
6,00	6,30	SM	14	72	0,6630	1,1930	0,952	1,240	1,000	0,9500	84,83	0,5010	90,63	0,6000	0,539	1,20	0,00%
7,00	7,30	SM	14	61	0,7530	1,3830	0,944	1,164	1,000	0,9500	67,44	0,5072	72,50	0,6000	0,532	1,18	0,00%
8,00	8,30	SP-SM	8	44	0,8430	1,5730	0,937	1,100	1,000	0,9500	45,98	0,5111	46,86	0,6000	0,528	1,17	1,23%

Tabla 18. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 2



Profundidad (m)	N1 requerido para evitar Licuefacción		Perforación P-14		
	Sismo Mediano ⁽¹⁾	Sismo Severo ⁽²⁾	N (SPT)	N1	Potencial de Licuefacción
2.30	9	30	22	27	L
3.30	10	32	24	34	NL
4.30	10	33	26	34	NL
6.50	11	34	90	102	NL
8.30	11	34	720	715	NL

Leyenda:

L : Licuefacta con sismo severo

NL : No Licuefacta

(1) aceleración = 0.15 g (periodo de retorno de 30 años)

(2) aceleración = 0.45 g (según norma)

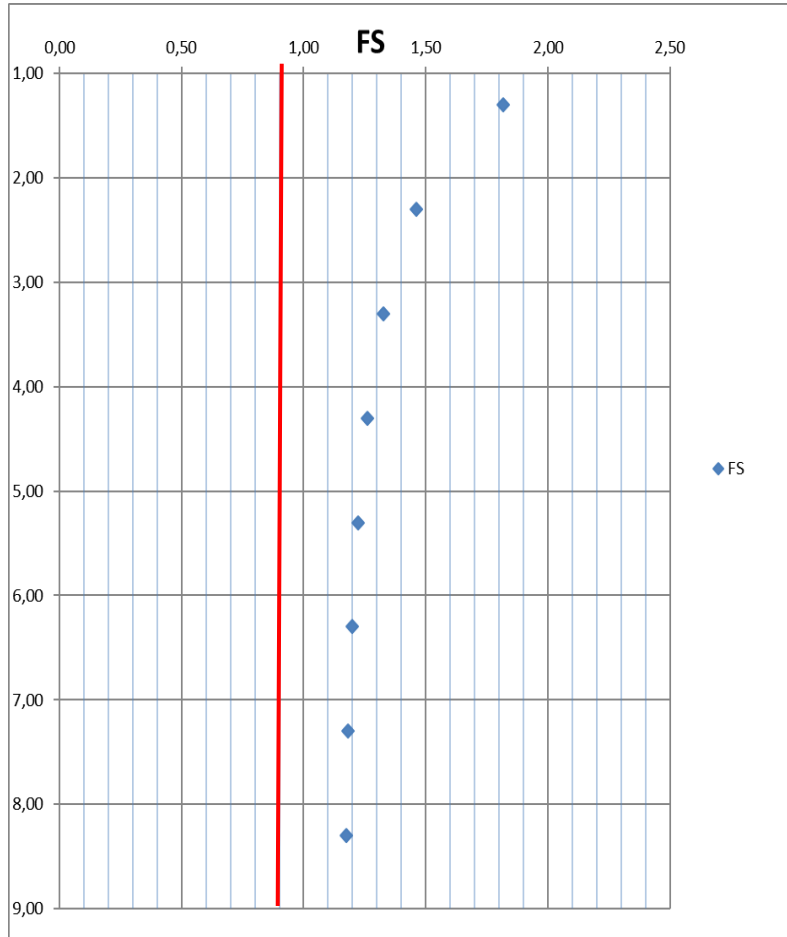
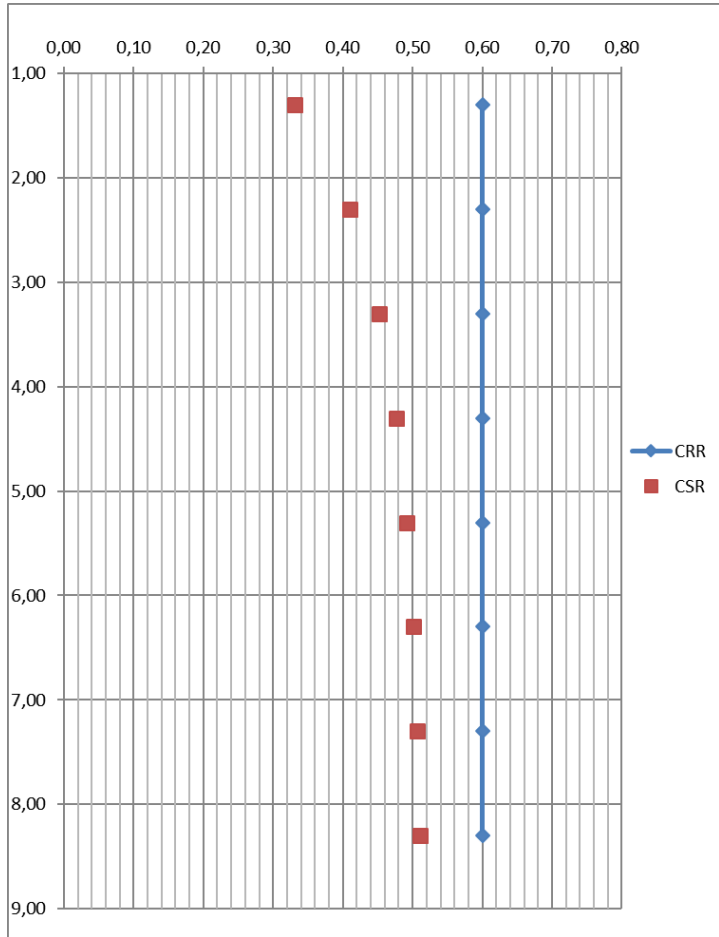
Tabla 19. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 3

MAGNITUD		7,5
a/g	NORMA	0,45

PERFIL Nro.	P-1C
--------------------	-------------

N.F.	1,00
-------------	-------------

PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD	SUCS	CF%	N	sigma 'o	sigmao	rd	CN	CE	CR	N1(60)	CSR	N160cs	CRR	a/g	FS	PL
	REAL				Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2							corregido			Probab. Licuef.
1,00	1,30	SP	1	52	0,2130	0,2430	0,990	1,700	1,000	0,7500	66,30	0,3304	66,30	0,6000	0,817	1,82	0,01%
2,00	2,30	SP	1	25	0,3030	0,4330	0,982	1,700	1,000	0,7500	31,88	0,4106	31,88	0,6000	0,658	1,46	37,34%
3,00	3,30	SP	1	38	0,3930	0,6230	0,975	1,611	1,000	0,8000	48,97	0,4520	48,97	0,6000	0,597	1,33	0,72%
4,00	4,30	SM	14	52	0,4830	0,8130	0,967	1,453	1,000	0,8500	64,23	0,4761	69,15	0,6000	0,567	1,26	0,00%
5,00	5,30	SM	14	35	0,5730	1,0030	0,959	1,334	1,000	0,8500	39,69	0,4912	43,58	0,6000	0,550	1,22	2,83%
6,00	6,30	SM	14	72	0,6630	1,1930	0,952	1,240	1,000	0,9500	84,83	0,5010	90,63	0,6000	0,539	1,20	0,00%
7,00	7,30	SM	14	61	0,7530	1,3830	0,944	1,164	1,000	0,9500	67,44	0,5072	72,50	0,6000	0,532	1,18	0,00%
8,00	8,30	SP-SM	8	44	0,8430	1,5730	0,937	1,100	1,000	0,9500	45,98	0,5111	46,86	0,6000	0,528	1,17	1,23%



Profundidad (m)	Clasificación SUCS	N (SPT)	N ₁₍₆₀₎	FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A LA LICUEFACCIÓN		Potencial de Licuefacción
				Sismo Leve ⁽¹⁾	Sismo Severo ⁽²⁾	
1,30	SP	52	66	3,41	1,82	NL
2,30	SP	35	32	2,74	1,46	NL
3,30	SP	28	49	2,49	1,33	NL
4,30	SM	52	69	2,36	1,26	NL
5,30	Sm	35	44	2,29	1,22	NL
6,30	Sm	72	91	2,25	1,20	NL
7,30	SM	61	73	2,22	1,18	NL
8,30	SP - SM	44	47	2,20	1,17	NL

Leyenda

LL (rojo): Licuefacta con sismo leve

NL: No licuefacta

(1) aceleración = 0.20 g (periodo de retorno de 30 años)

2) aceleración = 0.45 g (Norma – RNE E.0.30)

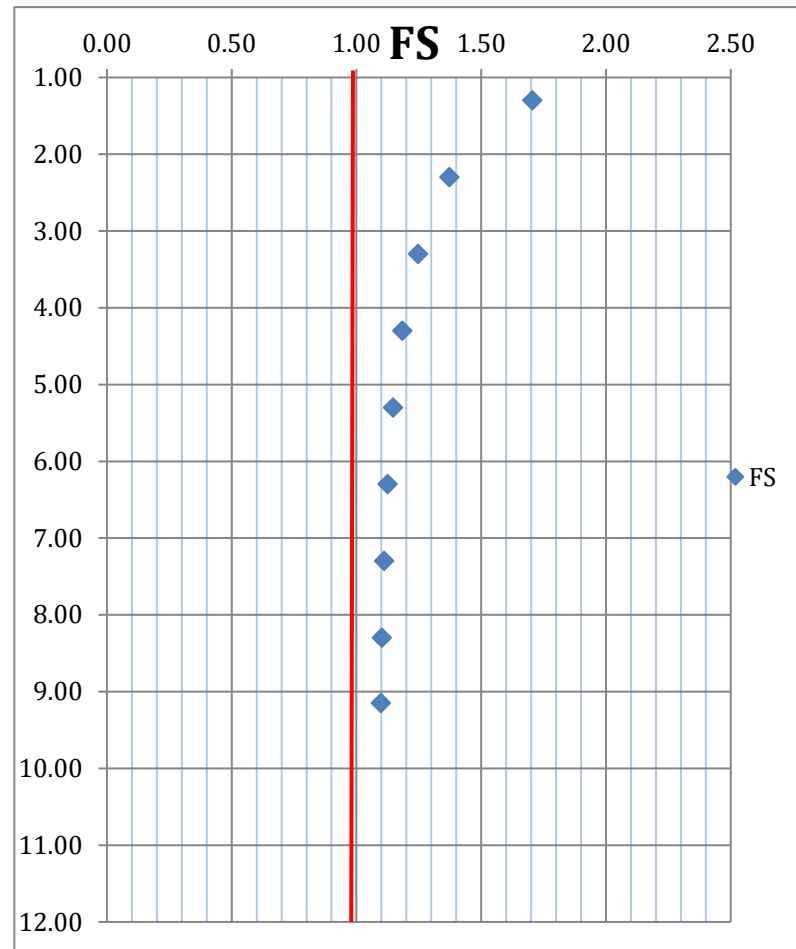
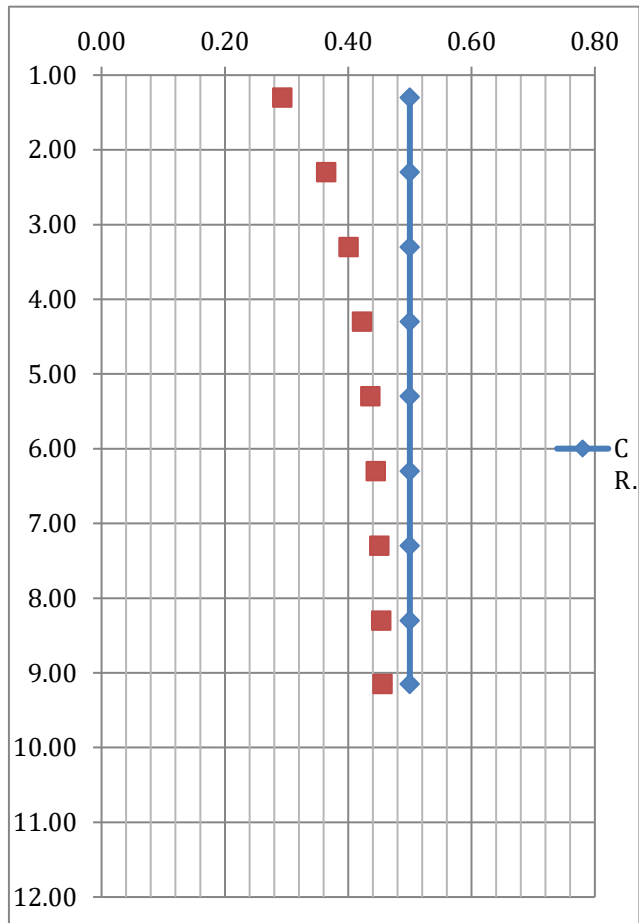
Tabla 20. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 4

MAGNITUD		7,5
a/g	NORMA	0,45

PERFIL Nro.	WB-2
--------------------	-------------

N.F.	1,00
-------------	-------------

PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD REAL	SUCS	CF%	N	sigma 'o Kg/cm2	sigmao Kg/cm2	rd Kg/cm2	CN	CE	CR	CSR	N160cs	CRR corregido	a/g	FS	PL Probab. Licuef.
1,00	1,30	SP	4	43	0,2155	0,2455	0,990	2,175	1,000	0,7500	0,2932	70,16	0,5000	0,682	1,71	0,00%
2,00	2,30	SP	4	74	0,3055	0,4355	0,982	1,827	1,000	0,7500	0,3641	101,40	0,5000	0,549	1,37	0,00%
3,00	3,30	SP	4	109	0,3955	0,6255	0,975	1,606	1,000	0,7575	0,4008	132,60	0,5000	0,499	1,25	0,00%
4,00	4,30	SP	4	144	0,4855	0,8155	0,967	1,449	1,000	0,8059	0,4224	168,19	0,5000	0,474	1,18	0,00%
5,00	5,30	SP	4	180	0,5755	1,0055	0,959	1,331	1,000	0,8542	0,4358	204,69	0,5000	0,459	1,15	0,00%
6,00	6,30	SP	4	180	0,6655	1,1955	0,952	1,238	1,000	0,9005	0,4446	200,66	0,5000	0,450	1,12	0,00%
7,00	7,30	SP	4	144	0,7555	1,3855	0,944	1,162	1,000	0,9301	0,4502	155,62	0,5000	0,444	1,11	0,00%
8,00	8,30	SP	4	180	0,8455	1,5755	0,937	1,098	1,000	0,9508	0,4537	187,96	0,5000	0,441	1,10	0,00%
8,85	9,15	SP	4	135	0,9220	1,7370	0,930	1,052	1,000	0,9631	0,4554	136,75	0,5000	0,439	1,10	0,00%



Profundidad (m)	Clasificación SUCS	N (SPT)	N ₁₍₆₀₎	FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A LA LICUEFACCIÓN		Potencial de Licuefacción
				Sismo Leve ⁽¹⁾	Sismo Severo ⁽²⁾	
1,30	SP	35	57	4,34	1,71	NL
2.30	SP	38	52	2,50	1,37	NL
3.30	SP	69	84	2,27	1,25	NL
4.30	SP	82	96	2,15	1,18	NL
5.30	SP	88	100	2,09	1,15	NL
6.30	SP	130	145	2,04	1,12	NL
7.30	SP	360	389	2,02	1,11	NL
8.30	SP	180	188	2,00	1,10	NL
9,15	SP	240	243	2,00	1,10	NL

Leyenda

LL (rojo) : Licuefacta con sismo leve

L (naranja) : Licuefacta con sismo severo

NL : No Licufacta

(1) aceleración = 0.22 g (periodo de retorno de 30 años)

(2) aceleración = 0.45 g (Norma – RNE E.0.30)

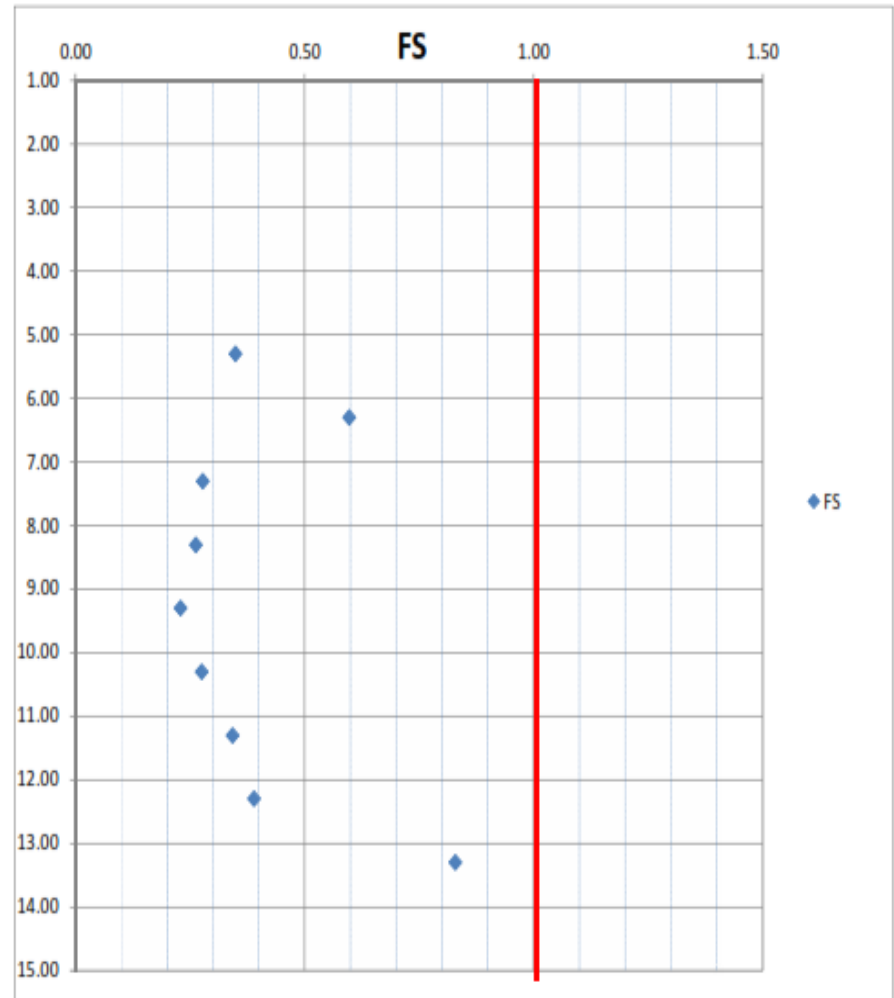
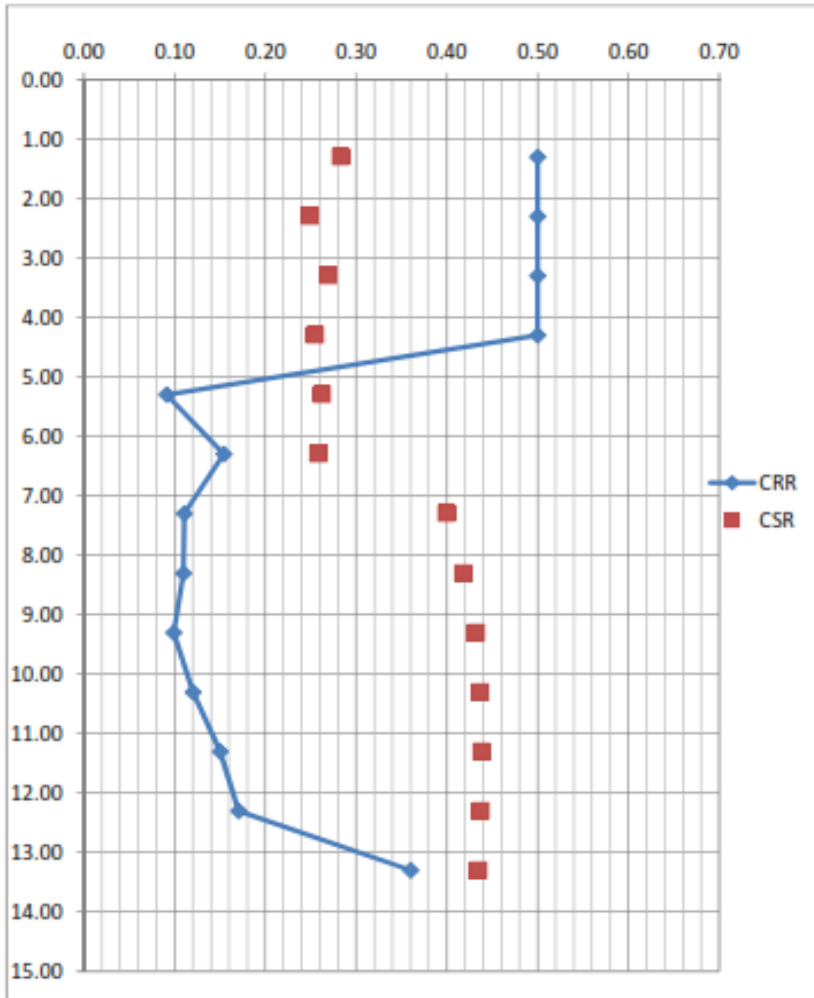
Tabla 21. Evaluación del Potencial de Licuefacción Ensayo S – 5

MAGNITUD		7,5
a/g	NORMA	0,45

PERFIL Nro.	WB-1
--------------------	-------------

N.F.	3,10
-------------	-------------

Profundidad	Profundidad	SUCS	CF%	N	sigma 'o	sigmao	rd	CN	CE	CR	N1(60)	CSR	N160cs	CRR	a/g	FS	PL
	REAL				Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2						corregido			Probab. Licuef.	
1.00	1.30	SW-SM	11	67	0.2495	0.2440	0.990	1.700	1.000	0.7500	85.43	0.2832	88.90	0.5000	0.794	1.77	0.00%
2.00	2.30	SW-SM	11	64	0.5006	0.4340	0.982	1.427	1.000	0.7500	68.51	0.2491	71.53	0.5000	0.903	2.01	0.00%
3.00	3.30	GW	1	31	0.6598	0.6240	0.975	1.243	1.000	0.8000	30.83	0.2696	30.83	0.5000	0.834	1.85	30.72%
4.00	4.30	SW	3	42	0.9038	0.8140	0.967	1.062	1.000	0.8500	37.92	0.2548	37.92	0.5000	0.883	1.96	6.65%
5.00	5.30	GP	0	9	1.0718	1.0010	0.959	0.975	1.000	0.8500	7.46	0.2621	7.46	0.0915	0.157	0.35	48.97%
6.00	6.30	GP	0	17	1.2788	1.1860	0.952	0.893	1.000	0.9500	14.42	0.2582	14.42	0.1543	0.269	0.60	44.57%
7.00	7.30	MH	90	4	0.9405	1.3605	0.944	1.041	1.000	0.9500	3.96	0.3995	9.75	0.1109	0.125	0.28	49.15%
8.00	8.30	MH	90	4	0.9905	1.5105	0.937	1.015	1.000	0.9500	3.86	0.4177	9.63	0.1098	0.118	0.26	49.18%
9.00	9.30	MH	90	3	1.0405	1.6605	0.926	0.990	1.000	0.9500	2.82	0.4321	8.39	0.0992	0.103	0.23	49.28%
10.00	10.30	MH	80	5	1.0905	1.8105	0.899	0.967	1.000	1.0000	4.84	0.4366	10.80	0.1203	0.124	0.28	48.61%
11.00	11.30	SC-SM	35	8	1.1430	1.9630	0.872	0.945	1.000	1.0000	7.56	0.4382	14.02	0.1504	0.154	0.34	45.15%
12.00	12.30	SC-SM	35	10	1.1980	2.1180	0.846	0.923	1.000	1.0000	9.23	0.4373	16.02	0.1705	0.175	0.39	42.02%
13.00	13.30	MH	85	21	1.2535	2.2735	0.819	0.902	1.000	1.0000	18.94	0.4344	27.73	0.3604	0.373	0.83	26.38%



Profundidad (m)	Clasificación SUCS	N (SPT)	N ₁₍₆₀₎	FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A LA LICUEFACCIÓN		Potencial de Licuefacción
				Sismo Leve ⁽¹⁾	Sismo Severo ⁽²⁾	
1,30	SW – SM	67	89	3.61	1,77	NL
2.30	SW – SM	64	72	4.11	2.01	NL
3.30	GW	31	31	3.79	1.85	NL
4.30	SW	42	38	4.01	1.96	NL
5.30	GP	9	7	0.94	0.35	LL
6.30	GP	17	14	1.61	0.60	L
7.30	MH	4	10	0.75	0.28	NL
8.30	MH	4	10	0.71	0.26	NL
9,30	MH	3	8	0.62	0.23	NL
10.30	MH	5	11	0.74	0.28	NL
11.30	SC – SM	8	14	0.93	0.34	LL
12.30	SC – SM	10	16	1.05	0.39	L
13.30	MH	21	28	2.24	0.83	NL

Legenda

LL (rojo) : Licuefacta con sismo leve

L (naranja): Licuefacta con sismo severo

NL: No Licuefacta

(1) aceleración = 0.22 g (periodo de retorno de 30 años)

(2) aceleración = 0.45 g (Norma – RNE E.0.30)

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se registró, en los sondajes, el perfil de suelo S-1 y S-2, ubicados al norte del área en estudio, está constituido en la parte superior por una capa de relleno de grava arenosa, ligeramente limosa, mal graduada, suelta a medianamente densa, de 0.40 a 1.50 m de espesor respectivamente; seguida de una capa de grava arenosa, mal graduada, medianamente densa a densa, ligeramente húmeda con gravas redondeadas de 3 a 5 pulgadas de tamaño máximo hasta una profundidad de 10.45 m. con lentes de arena fina a media, gravosa, mal graduada, densa. Según lo indica la norma técnica peruana E0.30 Diseño sismo resistente a un suelo con estas características le corresponde un suelo Perfil tipo S2: Suelos intermedios por los valores del SPT N60 entre 15 y 50.

Se registró un nivel freático a una profundidad a 1.20 metros en comparación de la superficie del terreno. Debe tenerse en cuenta que este nivel puede fluctuar (ascender y descender) estacionalmente.

Por el sector nor-oeste en las playas de Paracas, se registró el perfil de suelo denominado sondaje S-3. Dicha exploración contiene una capa superficial de relleno de arena fina a media, mal graduada con gravas angulares de 1 1/2 pulg de tamaño máximo con presencia de restos de basura hasta una profundidad de 0.80 m; seguida de una arena media a gruesa, mal graduada, medianamente densa a densa, saturada con lentes de grava arenosa hasta una profundidad de 3.20 m. Seguidamente, se encuentra una arena fina, limosa, densa a muy densa, saturada con presencia de finos no plásticos hasta una profundidad de 8.45m. Según lo indica la norma técnica peruana E0.30 Diseño sismo resistente a un suelo con estas características le corresponde un suelo Perfil tipo S2: Suelos intermedios por los valores del SPT N60 entre 15 y 50.

El nivel freático fue registrado a 1 metro de profundidad con referencia de la superficie del terreno. Debe tenerse en cuenta que este nivel puede fluctuar (ascender y descender) estacionalmente.

Por el sector sur-oeste en las playas exploradas, se registró un perfil de suelos denominado sondaje S-4 el cual contiene en la parte superficial un relleno de arena fina, mal graduada, medianamente densa con raíces delgadas hasta una

profundidad de 0.30 m. A continuación, se encontró arena fina mal graduada, con densidad media y muy densa, saturada hasta una profundidad de 8.50 m. Seguidamente, se encuentra una capa de grava arenosa, ligeramente limosa, mal graduada, muy densa, cementada, con gravas redondeadas de 2 pulg de tamaño máximo, con presencia de finos no plásticos hasta una profundidad de 9.25 m. Según lo indica la norma técnica peruana E0.30 Diseño sismo resistente a un suelo con estas características le corresponde un suelo Perfil tipo S2: Suelos intermedios por los valores del SPT N60 entre 15 y 50.

A una profundidad de 1.00 m se registró el nivel freático. Debe tenerse en cuenta que este nivel puede fluctuar (ascender y descender) estacionalmente.

El perfil del suelo registrado en la perforación al sur del terreno en estudio, está constituido por grava en su mayoría y arena y limo variable, suelta a muy suelta, hasta una profundidad de 1.30 m; seguida de una capa de arena fina a gruesa, ligeramente limosa, bien graduada, densa, que se extiende hasta 2.60 m de profundidad.

A continuación, existe una capa de grava ligeramente limosa, suelta a muy suelta, que se prolonga hasta 7.00 m de profundidad; entre la cual, se encontró un estrato de conchuelas con matriz de arena, entre 4.00 y 4.70 m de profundidad.

Seguidamente, se encuentra un depósito de limo arcilloso, de plasticidad alta, blando a muy blando, que se extiende hasta 10.80 m de profundidad; bajo el cual existe un estrato de arena fina, arcillosa, limosa, suelta.

Finalmente, a partir de 13.20 m de profundidad, se encuentra nuevamente limo arcilloso, de plasticidad alta, medianamente compacto, hasta los 13.65 metros. Según lo indicado en la norma técnica peruana E0.30 Diseño sismo resistente a un suelo con estas características le corresponde un suelo Perfil tipo S3: Suelos blandos por los valores del SPT N60 menores que 15.

Se registró a 3.10 metros de profundidad el nivel freático, respecto de la superficie actual del terreno. Debe considerarse que este nivel puede fluctuar (ascender y descender) estacionalmente.

De los resultados obtenidos se elaboró el plano PL-02 delimitando los sectores evaluados.

RESPECTO A LOS PARÁMETROS SÍSMICOS

Debido a los fenómenos sísmicos en suelos granulares saturados, existe la posibilidad de manifestarse fenómenos denominados licuefacción. Este se produce debido a que momentáneamente se pierde la resistencia al corte y el incremento de la presión de poros, con una vibración violenta.

Para que en presencia de un sismo el suelo granular pueda licuefactar, deben presentarse simultáneamente los siguientes parámetros:

- “Debe estar constituido por arena fina, arena fina limosa, arena fina arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores. Además, debe encontrarse sumergido. Por último, su densidad relativa debe ser baja a media” (S.R.L., 2019).

La presente tesis se encuentra dentro de los parámetros mencionados por lo cual se llega a la conclusión que es necesario realizar la evaluación de licuefacción teniendo en consideración los parámetros sísmicos correspondientes a la región de Paracas.

El perfil estratigráfico registrado en las perforaciones presenta capas con estas características simultáneamente y, por lo tanto, en el presente caso es necesario efectuar una evaluación del potencial de licuefacción.

El factor de amplificación de suelo contemplado en la Norma Técnica de Edificación (SENCICO, 2016)

E030: Diseño Sismorresistente (2016) depende de las características y espesores de los suelos que conforman el perfil estratigráfico del subsuelo, así como de la zona sísmica donde se encuentra el terreno (en el presente caso Zona 4).

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN

En dicha investigación se realizó cinco ensayos de penetración estándar las cuales se aprecian en el plano P-01 las cuales fueron denominadas con la nomenclatura S1, S2, S3, S4 y S5. El procedimiento en mención implica la consideración de los parámetros:

- Perfil estratigráfico del subsuelo, que incluye el tipo de suelo y la ubicación del nivel freático (Anexo 2).
- Características de los estratos del subsuelo; densidad, contenido de finos (Anexo 2).
- Valores de la resistencia a la penetración estándar N, con la profundidad; así mismo, detalles del ensayo de penetración estándar y el equipo usado.
- Parámetros del sismo de diseño, es decir si magnitud (MI) y la aceleración máxima en la superficie del terreno.

Los resultados obtenidos respecto a la resistencia de los suelos a la licuefacción han sido evaluados a partir de los valores de N obtenidos en los ensayos SPT en las perforaciones. Se tomó en consideración para el cálculo de las aceleraciones horizontales máximas según lo indicado en la norma E030 diseño sismo resistente. Además, a ello se consideró las magnitudes de 7.5 según la escalara de Ritcher.

Por el sector norte del área en estudio se aprecia que el material gravoso presenta golpes cada 30 cm de penetración (N) mayores a 40, además existe rechazos entre los estratos de 2.00-2.45 m y desde los 6.00m hasta los 10.45 m explorados. Teniendo en consideración el perfil estratigráfico del material, el sismo y los valores de N obtenidos en los ensayos SPT, se concluye que el material no licuefacta ni en caso de sismo mediano o severo.

Por el sector nor-oeste del área en estudio se aprecia que el material de arena mal graduada hasta los 3.30 m. de profundidad presenta golpes cada 30 cm de penetración (N) mayores a 32, seguido de una arena limosa hasta los 8.30 m. de profundidad con golpes mayores a 44. Teniendo en consideración el perfil

estratigráfico del material, el sismo y los valores de N obtenidos en los ensayos SPT se concluye que el material no licuefacta ni en caso de sismo leve o severo.

Por el sector sur-oeste del área en estudio se aprecia que el material de arena mal graduada hasta los 9.15 m. de profundidad presenta golpes cada 30 cm de penetración (N) mayores a 50. Teniendo en consideración el perfil stratigráfico del material, el sismo y los valores de N obtenidos en los ensayos SPT se concluye que el material no licuefacta ni en caso de sismo leve o severo.

Por el sector sur del área en estudio el resultante del potencial de licuefacción tiende a licuefactar durante sismos. Se aprecia que presenta una capa de grava ligeramente arenosa registrada entre 4.70 y 7.00 m de profundidad, así como la arena registrada entre 10.80 y 13.20 m de profundidad.

V. DISCUSIÓN

En función de los resultados obtenidos a continuación, se presenta la discusión referenciando las secciones con las hipótesis específicas y general respectivamente.

Como **Hipótesis Específica N°1** se estableció que:

La realización de la zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica 2020 es factible y viable.

En lo que respecta a la realización de zonificación de suelos, se ha podido comprobar que las características geológicas del suelo perteneciente a un mismo sector pueden presentar variabilidad en sus estratos.

Estos resultados guardan relación con lo que encontró Ochoa (2009) para el desarrollo de su tesis titulada “Condiciones geológicas y geotécnicas que caracterizan el suelo de cimiento de Pachacutec – Ventanilla”, en el que identificó diferentes características de los estratos subyacentes como los tipos de suelo, identificación del espesor de cada estrato, coloración, humedad percibida, compacidad, consistencia, entre otros.

Por lo cual, se ratifica la hipótesis específica 1 de **factibilidad y viabilidad de la realización de la zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica 2020.**

Seguidamente, como **Hipótesis específica N°2** se planteó que: **La realización de la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020 es factible y viable.**

Respecto a la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos, se realizó el análisis siguiendo los criterios establecidos en la NTP E030: Diseño Sismorresistente (2018). En dicho análisis, que incluyó exploraciones de profundidad, se encontró que el suelo tiene factor Z de 0,45. Con los cuales se pudo identificar la vulnerabilidad ante sismos en las profundidades de las exploraciones realizadas y la posibilidad de correlacionar el sismo con la profundidad para determinar la licuefacción de suelos.

Estos resultados guardan relación con lo indicado por el Instituto Geofísico del Perú (2010) el cual elaboró un estudio de zonificación en los distritos limeños de Pucusana, Santa María, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa y El Agustino. Dicho estudio se elaboró teniendo como referencia el alto índice de ocurrencia de eventos sísmicos en aquellos distritos. La ocurrencia de movimientos telúricos en esa zona ha ocasionado eventos como asentamientos, licuación de suelos, derrumbes, desplazamiento de roca y tsunamis.

En base a lo expuesto, se ratifica que **la realización de la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020 es factible y viable** con las cuales se pudo determinar la influencia de la intensidad de los sismos en cada profundidad y realizar la verificación de licuefacción del terreno.

Ahora bien, a partir de lo expuesto se puede contrastar la **Hipótesis General**. La cual establecía que: **Es factible y viable la realización del análisis geotécnico del potencial de licuefacción, haciendo uso de ensayos de penetración estándar (SPT).**

Se realizó el análisis geotécnico del potencial de licuefacción mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paracas. Encontrándose que el suelo no licuefacta en los sectores norte, centro y sur oeste. Mientras

que en el sector sur, el nivel de licuefacción varía entre los estratos 4.70 y 7.00 m.

Estos resultados guardan relación con lo que encontraron Daniel Humberto Santibáñez Rodríguez (caso Chile, 2006), Jennifer Vanessa Lindao Baque y Liliana Marina Polonio Briones (caso Ecuador, 2014). Dichos autores dieron a conocer, que mediante la realización de ensayos de penetración estándar y la evaluación del tipo de suelo, se puede determinar el nivel de licuefacción del mismo.

Por lo tanto, se ratifica la Hipótesis General de factibilidad y viabilidad de **la realización del análisis geotécnico del potencial de licuefacción, haciendo uso de ensayos de penetración estándar (SPT).**

VI. CONCLUSIONES

Siguiendo la estructura de análisis científico, las conclusiones se plantean en función de los objetivos específicos y general respectivamente (ver Anexo A2).

Se planteó como **Objetivo Específico N°1: Dar a conocer cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico en la zona de Paracas – Ica 2020.**

Respecto al cual, el análisis geotécnico del suelo, según el perfil estratigráfico en Paracas, fue realizado mediante extracción de muestras de las perforaciones con ensayos de penetración estándar enviadas al laboratorio de suelos de la empresa MyM Consultores S.R.L. Del cual se encontró en su mayoría suelo de tipo S2 con presencia de gravas y arenas.

En segundo lugar, se planteó como **Objetivo Específico N°2 el: Dar a conocer cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020.**

Con respecto a la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos, se ha tomado como referencia lo expresado en la NTP E030 (2018). Dicho análisis permite concluir que Paracas pertenece a una zona 4 con factor Z de 0,45; el cual, fue un factor determinante para definir la licuefacción de los suelos.

Finalmente, como **Objetivo General** se planteó: **Dar a conocer cómo se realizará el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paraca – Ica 2020.**

El análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paracas, permitió encontrar que el suelo no licuefacta en los sectores norte, centro y sur oeste. Mientras que, en el sector sur, se aprecia licuefacción de suelo entre los estratos 4.70 y 7.00 m.

Lo expresado anteriormente permite concluir que se ha cumplido con los objetivos que guiaron esta investigación. De modo tal que se ha logrado dar a conocer cómo se realizaría el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paracas – Ica 2020.

RECOMENDACIONES

Primera: Respecto al Objetivo Específico N°1, “Dar a conocer cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica”, se recomienda continuar con las exploraciones y el análisis de suelos para establecer las cimentaciones pertinentes en los sectores con diferente potencial de licuefacción. Dichos resultados pueden ser aprovechadas por las Municipalidades y los propietarios de terrenos en esta zona para dotarse de un registro catastral.

Segunda: Respecto al Objetivo Específico N°2 de “Dar a conocer cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica” se recomienda evaluar los parámetros de licuefacción de suelo en función a los registros de sismos de magnitud mayores a 7.5. Además, se recomienda instalar un acelerógrafo en la ciudad de Paracas para registrar la intensidad de los sismos y el nivel de licuefacción ante la ocurrencia de los mismos.

Tercera: Respecto al Objetivo General de “Dar a conocer cómo se realizaría el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paraca – Ica” se recomienda utilizar los ensayos de penetración estándar (SPT) para tener parámetros que nos permiten determinar el nivel de licuefacción del suelo. Asimismo, los resultados de la presente investigación permitirán complementar el estudio catastral de Paracas y aportar con un mapa de licuefacción de suelos de esta zona.

REFERENCIAS

1. Fabián P. Geotecnia Diccionario Básico – Cimentación, densidad, estratigrafía, grava, licuefacción, muestra, nivel freático.
2. Daniel Humberto Santibáñez Rodríguez (2006) “Determinación del Potencial de Licuefacción de Suelos no Cohesivos Saturados Bajo Cargas Sísmicas Usando el Ensayo de Penetración Estándar”, Chile.
3. Hurtado a. (2004) “Banco de datos de mapas de isosistas en el Perú” Página web del CISMID – FIC – UNI.
4. Hurtado a. (2004) “Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú” V Congreso Nacional de Ingeniería Civil Tacna – Perú.
5. Boatwright, J. (1982) “Analysis of the ground accelerations radiated by the 1980 Livermore Valle” earthquake for directivity and dynamic source characteristics” Bulletin of the seismological Society of America, Vol. 75 N° 1, pp. 43 – 64
6. Casaverde L. Vargas J. (1980) “Zonificación sísmica del Perú” II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo Resistente. Organización de los Estados Americanos – Pontificia Universidad Católica del Perú.
7. Das B. (1996) “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”, México Thomson Editores, 4ta Edición, México.
8. Deza E. (1969) “Estudio Preliminar sobre las zonas de transición que separan posibles Regiones Sismo-tectónicas del margen occidental de Sudamérica: zona de transición en el Perú” I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima – Perú.
9. Deza E. Carboneli C. (1978) “Regionalización Sismo tectónica Preliminar del Perú” IV Congreso Peruano de Geología, Lima – Perú
10. Alva Hurtado Jorge E.– (2007) Cimentaciones Superficiales – ICG Publicaciones.
11. Crespo Villalaz Carlos (1990) - Mecánica de Suelos y Cimentaciones 4ta Edición.

12. Braja M. Das - Principios de Ingeniería de Cimentaciones – Cuarta Edición.
13. American Society for Testing and Materials – ASTM D-3441-(1994) - Standar Test Method for Deep, Quasi-Static, Cone and Friction –Cone Penetration tests of Soil. (CPT).
14. American Society for Testing and Materials – ASTM D-1586 (1984) - Standar Test Method for Penetration Test and Split – Barrel Sampling of Soils. (SPT).
15. American Society for Testing and Materials – ASTM D-4633 (1986) – Stress Wave Energy Measurement for Dynamic Penetrometer Testing Systems.
16. American Society for Testing and Materials – ASTM D- 6066 - 96(2004) - Standard Practice for Determining the Normalized Penetration Resistance of Sands for Evaluation of Liquefaction Potential.
17. A.S. & R.G. Campanella (1992) - Dynamic Measurements of Becker Penetration test with Implications for Pile Driving Analysis, Application of Stress – Wave Theory yo Piles, F.B.J. Barends (ed.) 1992 Balkema, Rotterdam. ISBN 9054100826.
18. Atala Abad César A. (1988) Traducción y Adaptación - Ensayos de Penetración Estándar, Revista de Ingeniería Geotécnica – Departamento Académico de Mecánica de Suelos – Facultad de Ingeniería Civil – UNI.
19. Atala Abad César A. (1992) Ensayos de Penetración Estándar (SPT), Seminario Taller de Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica – Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres – Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Nacional de Ingeniería.
20. Atala Abad Cesar A. (1998) Exploración Geotecnia - Curso Taller: Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres –Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Nacional de Ingeniería.
21. Atala Abad César A. (2000) Cimentaciones en Depósitos de Suelos Arenosos, Problemas Especiales , Licuación de Suelos y Suelos Colapsables – Curso de Actualización Profesional, Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones

Superficiales – Departamento Académico de Mecánica de Suelos – Facultad de Ingeniería Civil-Universidad Nacional de Ingeniería.

22. Baxter Christopher D.P., Page Matthew, Bradshaw Aaron S., Sherrill, P.E. Mike (2005), Guidelines for Geotechnical site Investigations in Rhode Island – Rhode Island Department of Transportation – USA.

23. Bazaraa, A.R.S.S.S. (1967). “Use of Standar Penetration Test for Estimating Settlement of Shallow Foudations on Sand P.H.D. Thesis, University of Ollinois, Urbana.

24. Braja M. Das, Nagaratnam Sivakugan (2007) “Settements of Shallow Foudations on Granular Soil – an Overview – International Journal of Geotechnical Engineering (2007) 1: (19-29) – DOI 10.3328/ IJGE.2007. 01.01.19-29. – J. Ross Publishing.

25. Braja M. Das (1988) Advanced Soil Mechanics – Thind Edition Taylor & Francis New York USA.

26. Braja M. Das - Principios de Ingeniería de Cimentaciones – Cuarta Edición.

27. Braja M. Das (1993) - Principles of Soil Dynamics

28. Boulanger R. W., Idriss I.M. (2004). State Normalization of Penetration Resistence and the Effect of Overburden Stress on Liquefaction Resistence – 11 International Geotechnical Engineering Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering – The University of California at Berkeley. Enero 2004.

29. Bowles J.E. (1996) Foundation Analysis and Design – Fifth Edition – Mc Graw –Hill – International Editions.

30. Campanella Alex Sy, R.G., Raymond A. Stewart (1995) – BPT- SPT, Correlations for Evaluation of Liquefaction Resistence in Gravelly Soils – ASCE National Convetion, San Diego California, Session on Dynamic Properties of Gravell y Soils, 24 Octubre, 1995.

31. Carter M. and Bentley, S. P. (1991). Correlations of Soil Properties. London, Pentech Press Publishers, London, 130 pp.

32. Castro Gonzalo, Ishihara Kenji, T.L. Youd, Koester Joseph P., I.M. Idriss, Sam S.C. Liao, Andrus Ronald D., Marcuson III William F., Arango Ignacio, Martin Geoffrey R., Christian Jhon T., Dobry Richardo, Mitchell James K., W.D. Liam Finn, Yoshiharu Morjwaki, Harder Jr. Leslie F., Power Maurice S., Robertson Peter K., Seed Raymond B., Hynes Mary Ellen, Stokoe II Kenneth H. (2001) – “Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998
33. NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils”- Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering – Octubre 2001. NCEER = National Center for Earthquake Engineering Research.
34. Cavalcante Erinaldo Hilario, Leidimar Bezerra Raimundo, Brasil Danziger Fernando Artur, Ragoni Danziger Bernadete (2003) - 12° Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica Recientes Experiencias sobre Instrumentación SPT en Brasil. Soil Rock America.
35. Chin C.T., Duann S.W. and Kaoq T.C. (1988) SPT – CPT Correlations for Granular Soils – 1st Int’l Symposium on Penetration Testing Vol. 1pp. 335 -339 Orlando, USA.
36. Chris R. Daniel, Jolin A. Howil and Alex Sy (2003) – A Method for Correlating large Penetration Test (LPT) to Standard Penetration Test (SPT) blow counts. Canadian Geotechnical Journal – National Research Council Canada. J. 40:66 -77 (2003).
37. Coduto Donald R. (1998) Geotechnical Engineering Printice Hall –New Jersey – USA.
38. Correlación del SPT y Cono Peck- Limitaciones en su Uso – Ing. Juan José Moreno Dellepiane – VIII Congreso Nacional Geo Lima / 98 – Perú.
39. Craig R.F. (1992) –Soil Mechanics – Fifth Edition- Chapman & Hall – Great Britain
40. PARACAS.COM (2019) Actividades económicas Paracas. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0839/libro.pdf.

ANEXOS

ANEXO A1: VARIABLE Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MIDICIÓN
Variable dependiente Análisis geotécnico del suelo, en función al potencial de licuefacción.	A nivel general, Rodríguez Ortiz (1984) da a conocer que el estudio geotécnico antecede al proyecto de un edificio y tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, cuya finalidad es definir tanto el tipo como las condiciones de cimentación del mismo (Rodríguez Ortiz, et.al., 1984). Asimismo, la normatividad peruana referida a los ensayos de penetración estándar (SPT) están establecidos en la "Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018".	Para fines de la presente tesis, teniendo en consideración los conceptos generales y bajo la deficiencia de una definición operacional aplicable al presente caso, se ha optado por establecer una definición tentativa. En este sentido, el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar será considerado como un procedimiento de estudio de los componentes del área geográfica estudiada. En la que está involucrado el estudio geotécnico del suelo, para lo que es necesario dividir homogéneamente el área estudiada en función al potencial de licuefacción que presente y considerar el perfil estratigráfico, la vulnerabilidad del suelo ante sismos y la resistencia a la penetración estándar.	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil estratigráfico 	CUALITATIVA NOMINAL
			<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidad del suelo ante sismos. 	CUALITATIVA ORDINAL
			<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la penetración estándar. 	CUANTITAVA DISCRETA

ANEXO A2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT)	Perfil estratigráfico	*Arenoso *Gravoso	Enfoque: Cuantitativo Diseño de investigación: Descriptivo Tipo de investigación: Aplicada
¿Cómo se realizará el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paraca – Ica 2020?	Dar a conocer cómo se realizaría el análisis geotécnico del potencial de licuefacción, mediante ensayos de penetración estándar (SPT) en Paraca – Ica 2020	Es factible y viable la realización del análisis geotécnico del potencial de licuefacción, haciendo uso de ensayos de penetración estándar (SPT) en Paraca – Ica 2020				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS (PE)	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)	HIPÓTESIS ESPECÍFICA (HE)				
PE1: ¿Cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica 2020?	OE1: Dar a conocer cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica 2020	HE1: La realización de zonificación de suelos, según el perfil estratigráfico, en la zona de Paracas – Ica 2020 es factible y viable.				
PE2: ¿Cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020?	OE2: Dar a conocer cómo se realizaría la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020	HE2: La realización de la zonificación de suelos, según el nivel de vulnerabilidad ante sismos en Paracas – Ica 2020 es factible y viable.	Vulnerabilidad de suelo ante sismos	*Baja *Media *Alta		
				Resistencia a la penetración estándar	Número de golpes al suelo	



**ENSAYOS DE PENETRACIÓN
ESTANDAR (SPT)**

PERFORACION S-1

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)
1	1.00 - 1.45	40
2	2.00 - 2.45	22,60(5)*
3	3.00 - 3.45	78
4	4.00 - 4.45	44
5	6.00 - 6.45	60(3)*
6	8.00 - 8.45	60(2)*
7	10.00 - 10.45	60(2)*

* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Certificado por:


 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965



**ENSAYOS DE PENETRACIÓN
ESTANDAR (SPT)**

PERFORACION S-2

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)
1	2.00 - 2.45	22
2	3.00 - 3.45	24
3	4.00 - 4.45	26
4	6.20 - 6.65	90
5	8.00 - 8.45	60(1)*

* El número entre paréntesis indica la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Certificado por:


GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 49965



Cuadro:	ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	Código: GEO-PROC-T001-RCE1
Proyecto:	AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR, PARACAS, ICA	Versión: 01 Fecha: 14.01.16

Sondaje:	S-3
Tipo:	Perforación por lavado (wash boring)

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	52	SP
2	2.00 - 2.45	25	SP
3	3.00 - 3.45	38	SP
4	4.00 - 4.45	52	SM
5	5.00 - 5.45	35	SM
6	6.00 - 6.45	72	SM
7	7.00 - 7.45	61	SM
8	8.00 - 8.45	44	SP-SM

Certificado por:


 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

**ENSAYOS DE PENETRACIÓN
ESTÁNDAR (SPT)**

PERFORACIÓN S-4

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración (N)
1	1.00 - 1.45	35
2	2.00 - 2.45	38
3	3.00 - 3.45	69
4	4.00 - 4.45	82
5	5.00 - 5.45	88
6	6.00 - 6.45	35,60(5 1/2")*
7	7.00 - 7.45	60,60(2")*
8	8.00 - 8.45	44,60(4")*
9	9.00 - 9.45	60(2")*

* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Certificado por:


GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 49965

CUADRO N° M5037-1

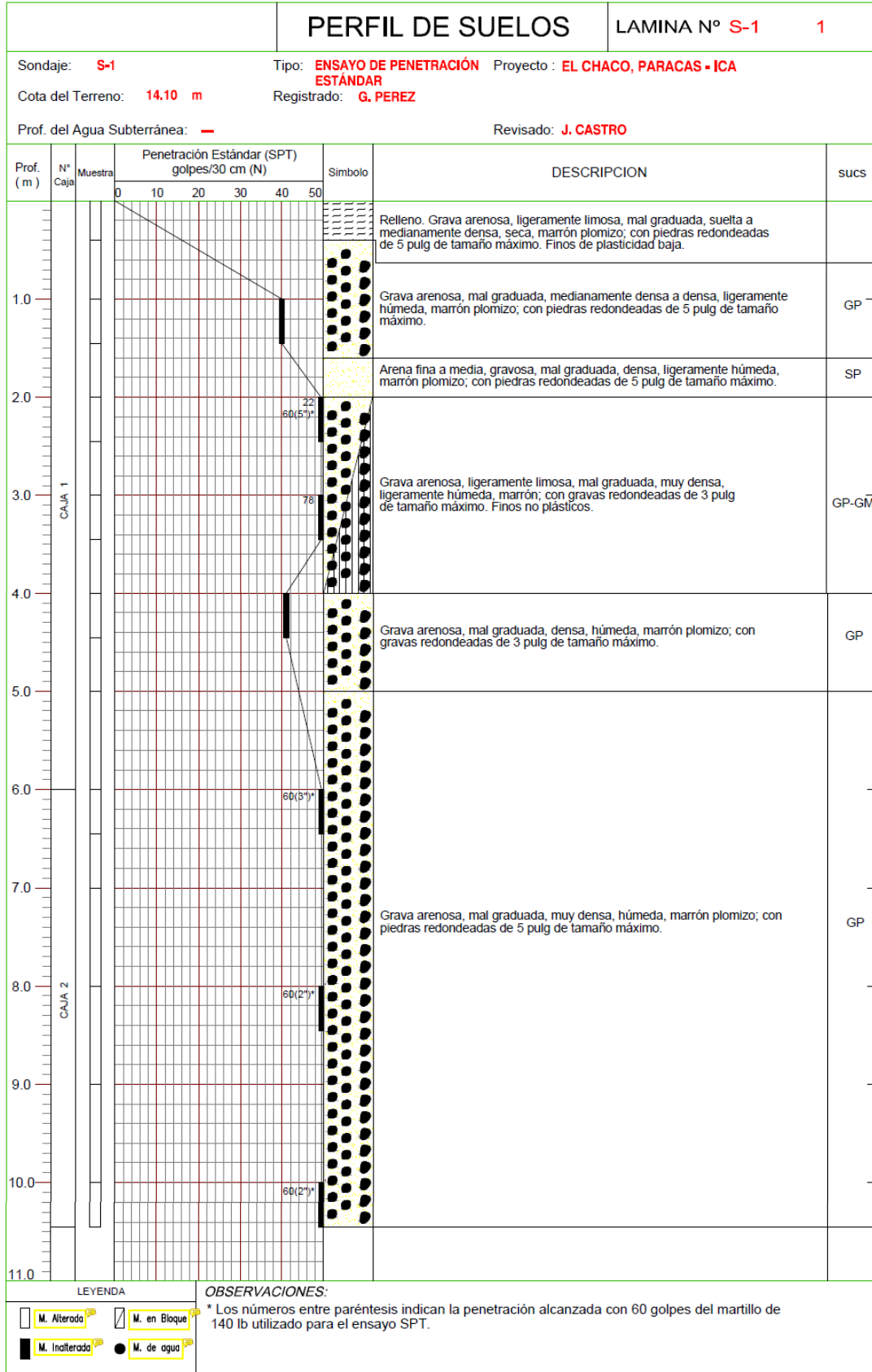
Cuadro:	ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	Código: OTG-PROC-1001-RC01 Versión: 02 Fecha: 07.07.18
Proyecto:	TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS, PISCO, ICA	Realizado J. CHOCCE Fecha: Febrero, 2019

Sondaje:	WB-1
Tipo:	Perforación por lavado tipo Wash Boring

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.30 - 1.75	67	SW-SM
2	2.00 - 2.45	64	SW-SM
3	3.00 - 3.45	31	GW
4	4.00 - 4.45	42	SW
5	5.00 - 5.45	9	GP
6	6.00 - 6.45	17	GP
7	7.00 - 7.45	4	MH
8	8.00 - 8.45	4	MH
9	9.00 - 9.45	3	MH
10	10.20 - 10.65	5	MH
11	11.00 - 11.45	8	SC-SM
12	12.00 - 12.45	10	SC-SM
13	13.00 - 13.45	21	MH

ANEXO 02

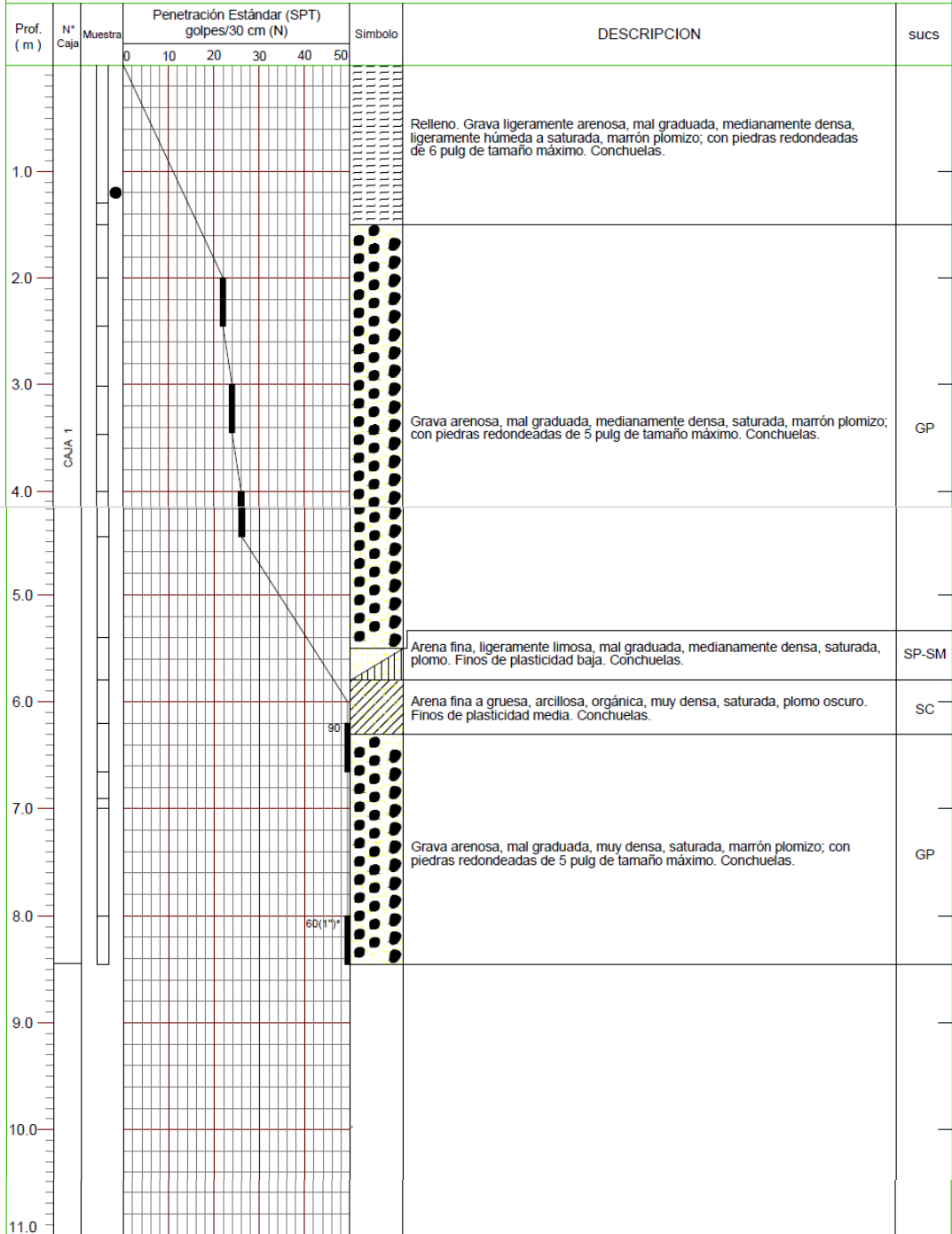
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS



PERFIL DE SUELOS

LAMINA N° S-2 2

Sondaje: **S-2** Tipo: **ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR** Proyecto: **EL CHACO, PARACAS - ICA**
 Cota del Terreno: **1.40 m** Registrado: **G. PEREZ**
 Prof. del Agua Subterránea: **1.20 m** Revisado: **J. CASTRO**

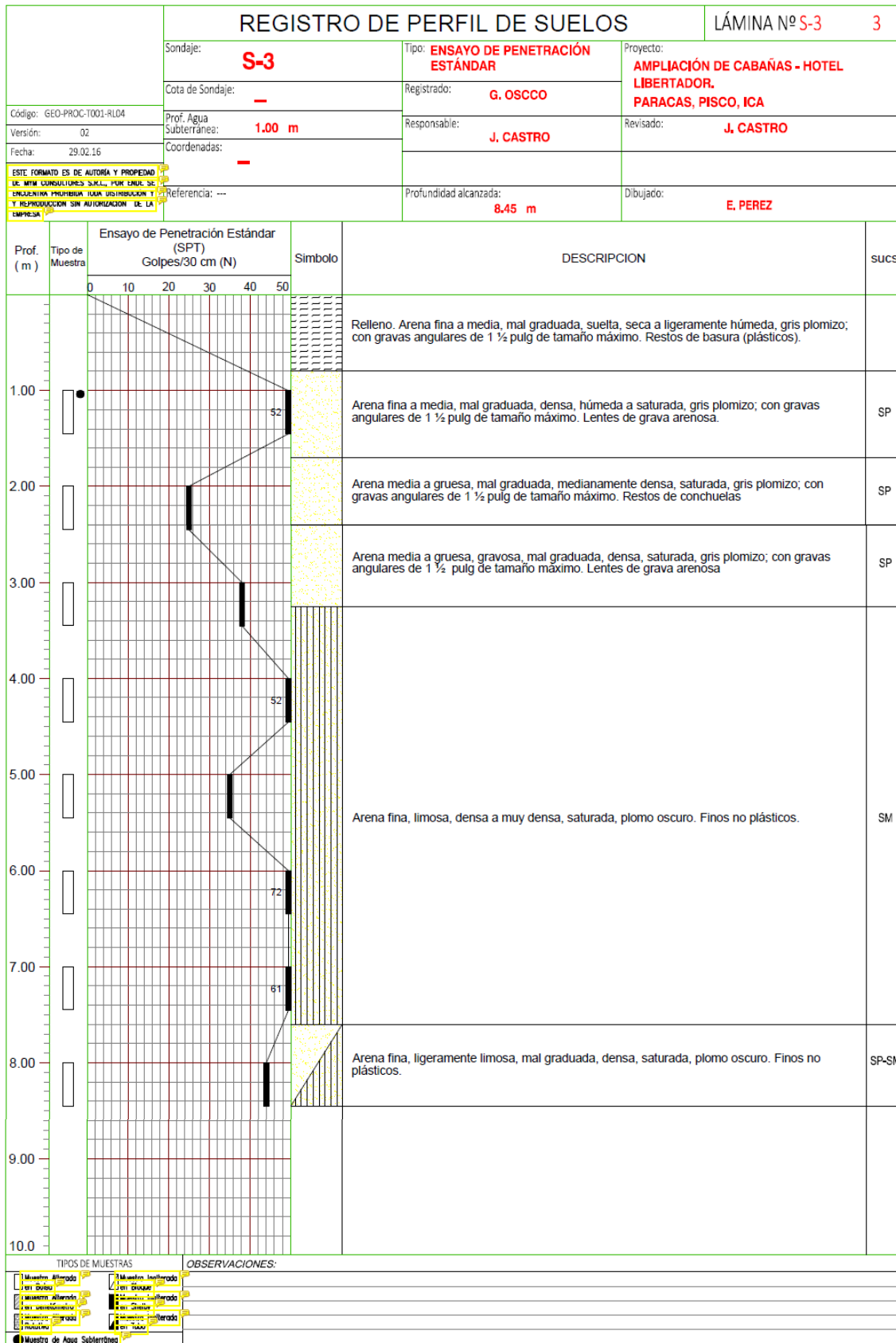


LEYENDA

- M. Alterada
- M. en Bloque
- M. Inalterada
- M. de agua

OBSERVACIONES:

* El número entre paréntesis indica la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo SPT.





PERFIL DE SUELOS

LAMINA N° S-4 4

Sondaje: S-4

Tipo: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

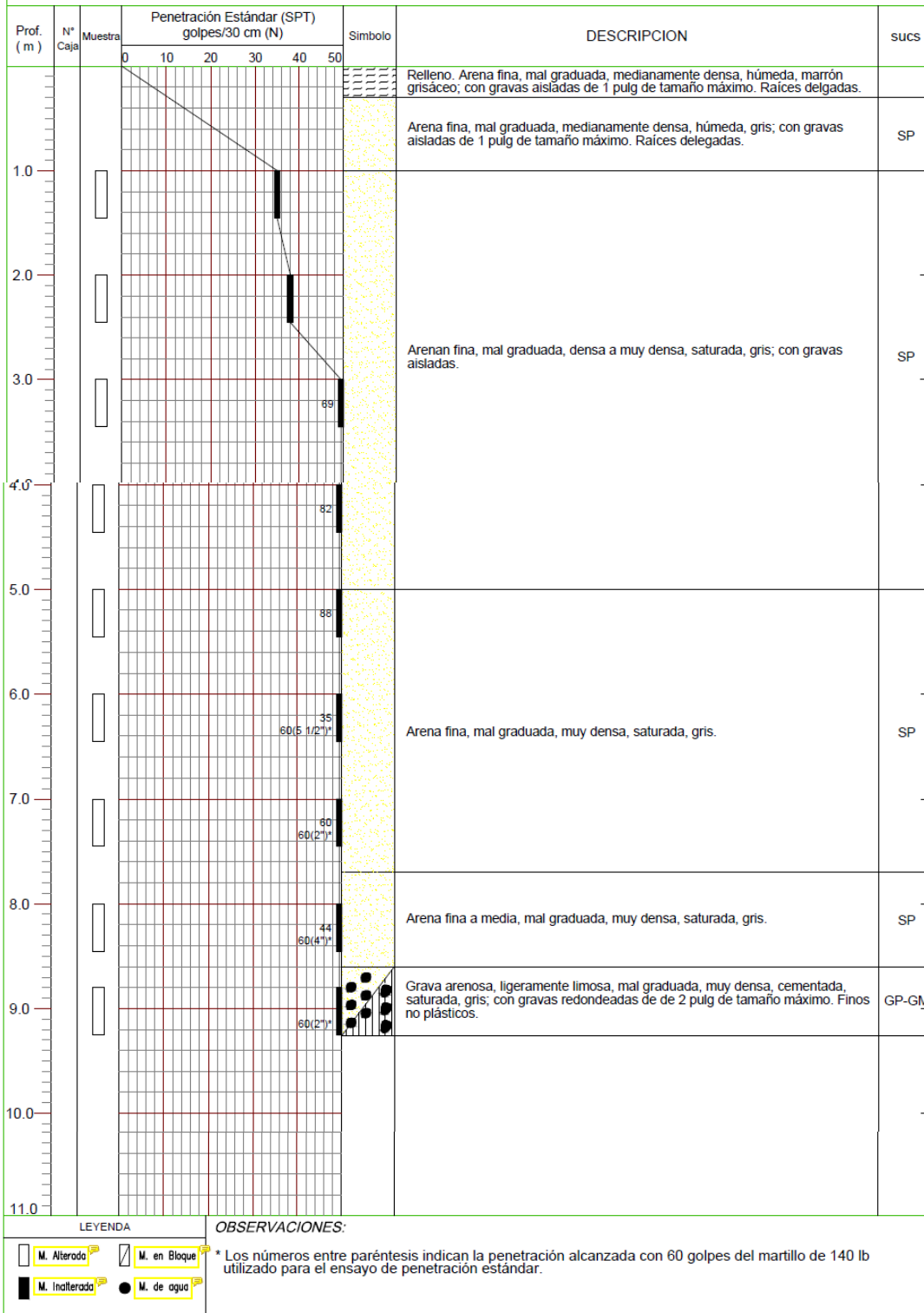
Proyecto: CASA DE DOS PISOS, SIN SÓTANO PARACAS, ICA

Cota del Terreno: -

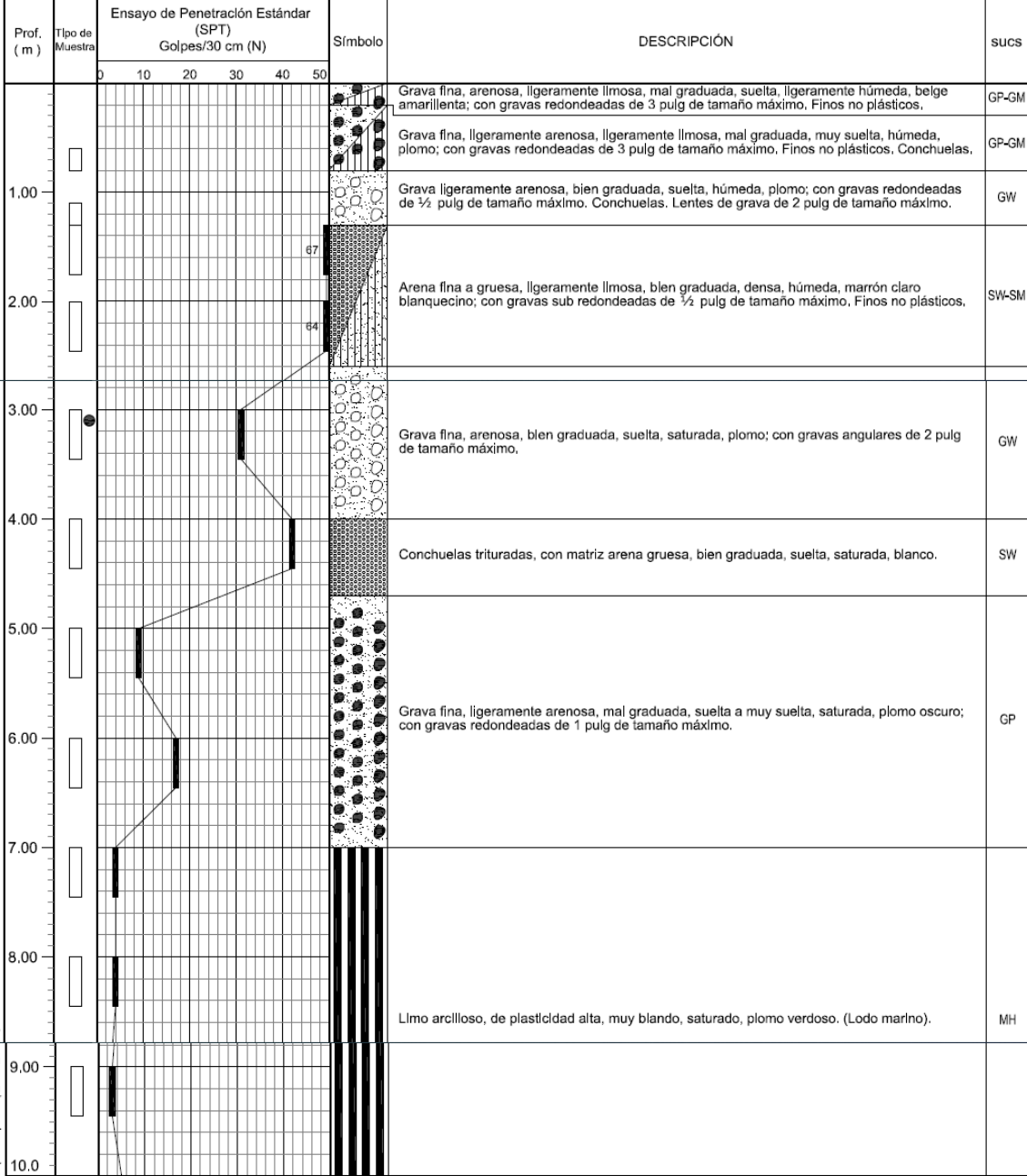
Registrado: J. CHOCCE

Prof. del Agua Subterránea: 1.00 m

Revisado: J. CASTRO



		REGISTRO DE PERFIL DE SUELOS		
		Sondaje: S-5	Tipo: PERFORACIÓN POR LAVADO TIPO WASH BORING	Proyecto: TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS PISCO, ICA
Código: GEO-PROC-T001-RL04	Prof. Agua Subterránea: 3.10 m	Registrado: J. CHOCCE	Responsable: J. CASTRO	Revisado: M. MARTINELLI
Versión: 03	Coordenadas: ---	Fecha ejecución: 09/02/2019	Fecha de Rev: FEBRERO, 2019	
Fecha: 07.07.16	Referencia: ---	Profundidad alcanzada: 13.45 m	Dibujado: R. PAULLO	
<small>ESTE FORMATO ES DE AUTORIA Y PROPIEDAD DE M&M CONSULTORES S.R.L., POR ENDE SE ENCUENTRA PROHIBIDA TODA DISTRIBUCIÓN Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA</small>				



TIPOS DE MUESTRAS <input type="checkbox"/> Muestra Alterada en Boleo <input type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Bloque <input type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Shelby <input type="checkbox"/> Muestra de Agua Subterránea	OBSERVACIONES: De 0,00 a 1,30 m de profundidad: Calicata. De 1,30 a 13,45 m de profundidad: Perforación por lavado tipo Wash Boring.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

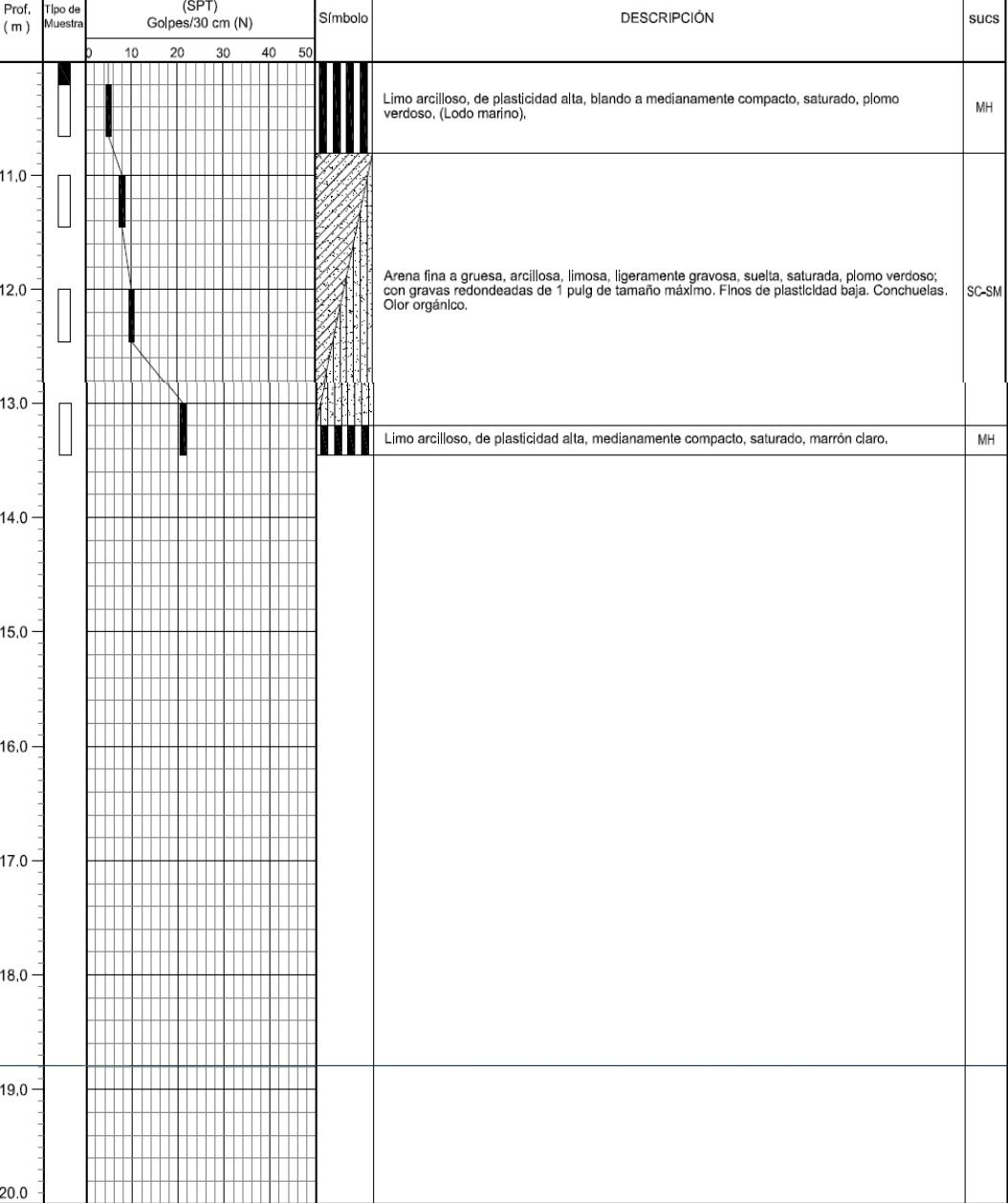
V:\06.02.02 Proyectos 07\S037\Subarea\Terminal_L\06037_2-14.dwg
 Proyecto: 07\S037\Subarea\Terminal_L\06037_2-14.dwg



REGISTRO DE PERFIL DE SUELOS

Sondaje: ..*	Tipo: PERFORACIÓN POR LAVADO TIPO WASH BORING	Proyecto: TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS PISCO, ICA
Cota de Sondaje: -	Registrado: J. CHOCCE	Revisado: M. MARTINELLI
Código: GEO-PROC-T001-RL04	Responsable:	Fecha de Rev: FEBRERO, 2019
Versión: 03	Fecha ejecución: 09/02/2019	Dibujado: R. PAULLO
Fecha: 07.07.16	Profundidad alcanzada: 13.45 m	
Prof. Agua Subterránea: 3.10 m	Referencia: ---	
Coordenadas: -		

ESTE FORMATO ES DE AUTORIA Y PROPIEDAD DE M&M CONSULTORES S.R.L., POR ENDE SE ENCUENTRA PROHIBIDA TODA DISTRIBUCIÓN Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA



TIPOS DE MUESTRAS <input type="checkbox"/> Muestra alterada en Sitio <input checked="" type="checkbox"/> Muestra inalterada en Shelby <input checked="" type="checkbox"/> Muestra de Agua Subterránea	OBSERVACIONES:
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

V:\05.02.02 Proyectos 07\5037\Volante\Lamina\LMS37_2-4.dwg

ANEXO 03

RESULTADOS DE LABORATORIO



PROYECTO TURISTICO EL CHACO, PARACAS - ICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG, CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN UNIFICADA

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO											LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS				
Calicata	Profundidad	% QUE PASA LA MALLA N°											L.L	L.P	I.P	(w)					
(m)		4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°100	N°200		%	%	%	%
S-1	2.00 - 2.45					100	85	70	57	51	41	33	28	21	14	11	-	NP	NP	4.8	GP-GM
S-1	4.00 - 4.45						100	79	57	54	49	47	44	22	5	2	-	-	-	14.9	GP
S-1	6.00 - 8.00					100	64	40	27	21	20	20	20	15	4	1	-	-	-	5.7	GP

Certificado por:

Gilmar
 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

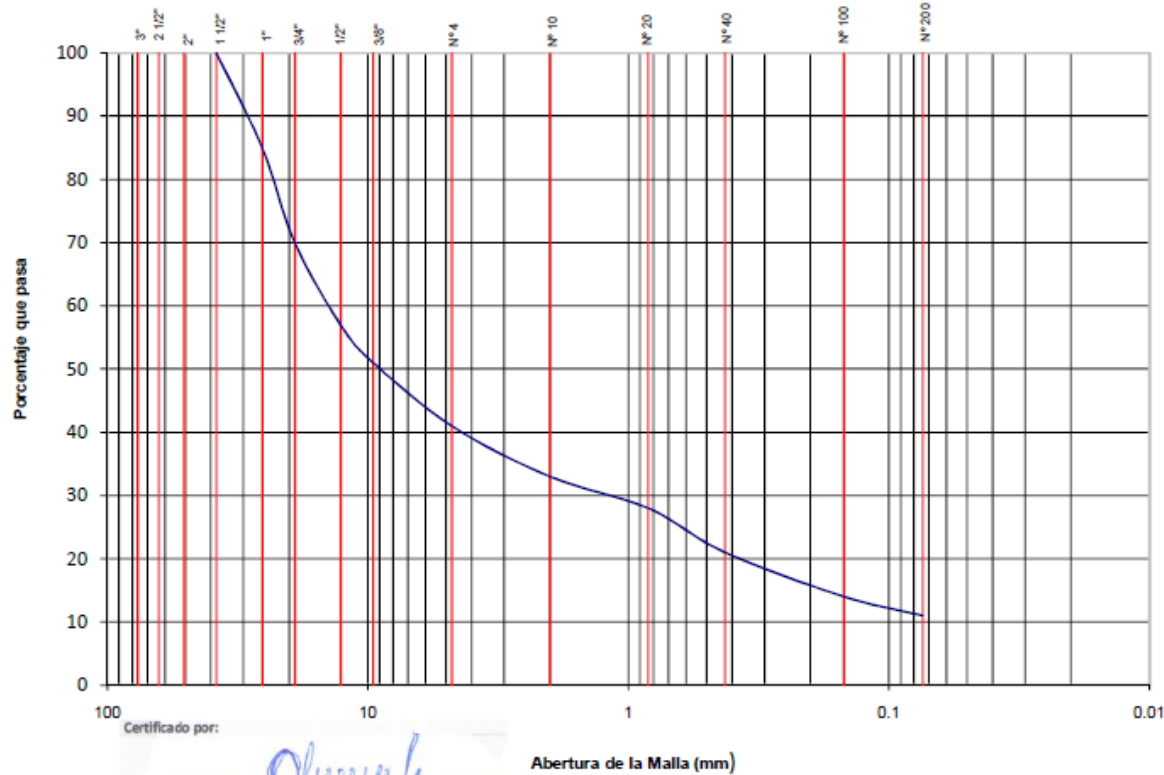
PROYECTO: **PROYECTO TURISTICO EL CHACO**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-1**

PROFUNDIDAD: **2.00 - 2.45 m**

BOLOMERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 187.96

Cc= 0.99

LL= -

LP= NP

IP= NP

SUCS= GP-GM

Certificado por:

 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANALISIS GRANULOMETRICO

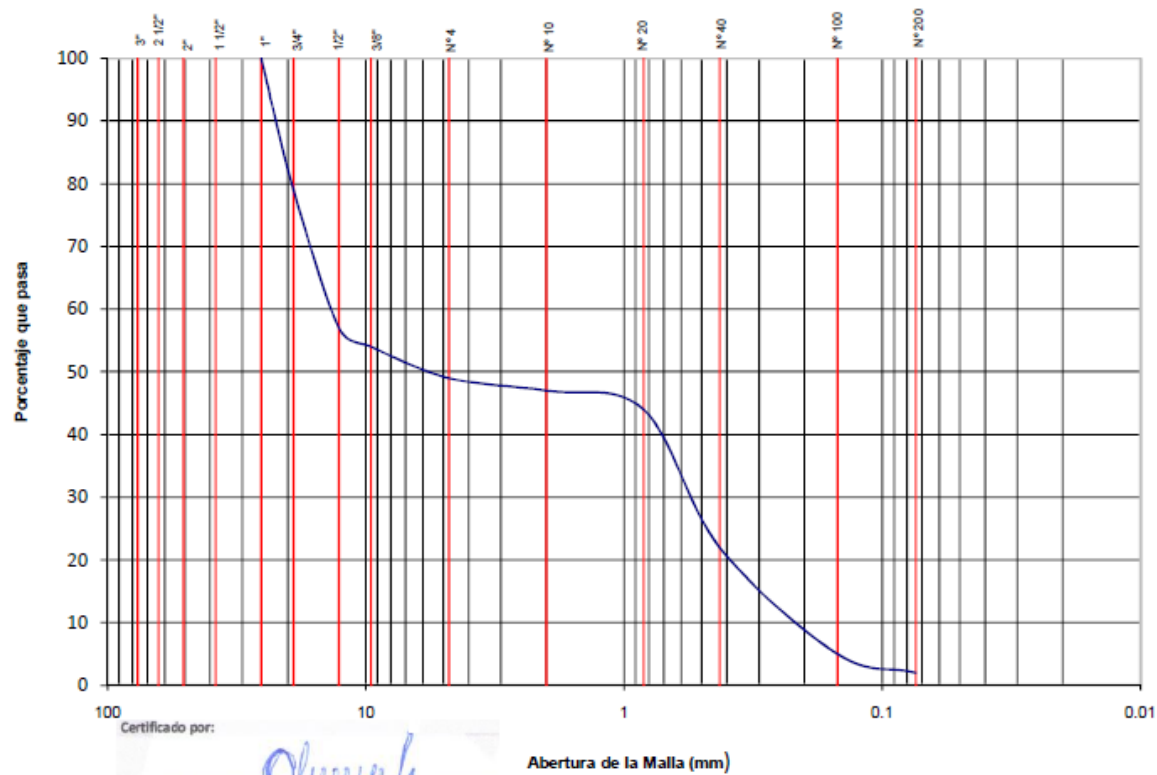
PROYECTO: **PROYECTO TURISTICO EL CHACO**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-1**

PROFUNDIDAD: **4.00 - 4.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 65.58

Cc= 0.1

LL= -

LP= -

IP= -

SUCS= GP

Certificado por:
Gilmar Natividad Camacho Huapaya
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANALISIS GRANULOMETRICO

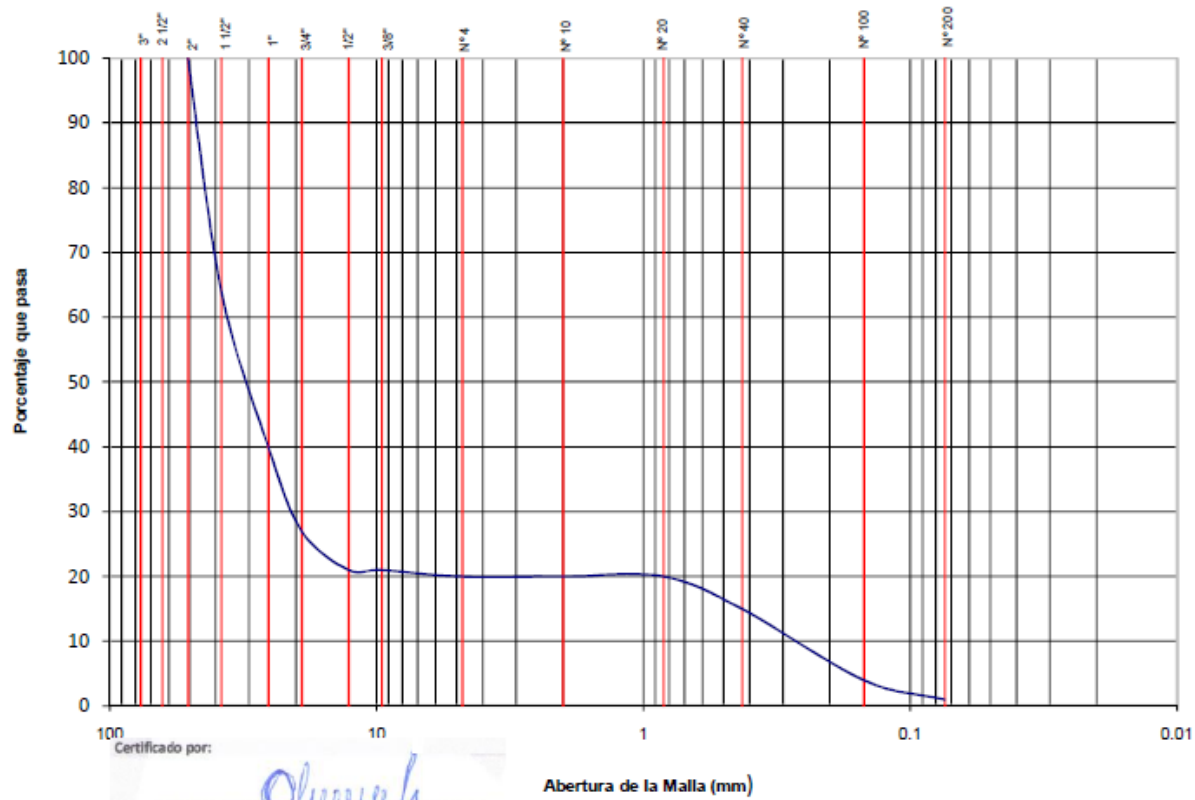
PROYECTO: **PROYECTO TURISTICO EL CHACO**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-1**

PROFUNDIDAD: **6.00 - 8.00 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 137.05

Cc= 45.72

LL= -

LP= -

IP= -

SUCS= GP

Certificado por:

 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965



PROYECTO TURISTICO EL CHACO, PARACAS - ICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG, CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN UNIFICADA

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO														LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS	
Calicata	Profundidad	% QUE PASA LA MALLA N°														L.L	L.P	LP	(w)		
	(m)	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°100	N°200	%	%	%		%
S-2	2.50 - 4.20				100	47	20	9	7	6	6	6	6	4	1	0	-	-	-	4.4	GP
S-2	5.80 - 6.30										100	87	86	85	71	43	43	26	17	59.1	SC

Certificado por:


 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965



ANALISIS GRANULOMETRICO

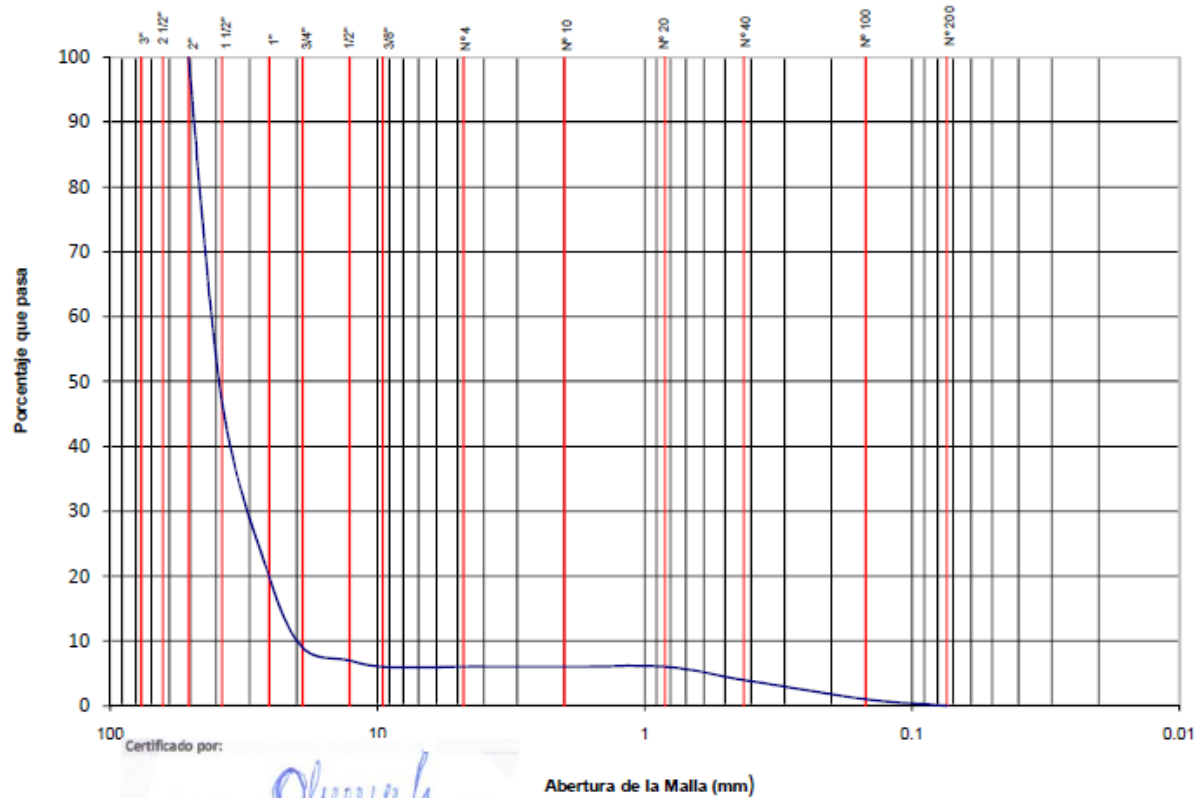
PROYECTO: **PROYECTO TURISTICO EL CHACO**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-2**

PROFUNDIDAD: **2.50 - 4.20 m**

BOLOMBERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 2.31

Cc= 0.99

LL= -

LP= -

IP= -

SUCS= GP

Certificado por:

 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANALISIS GRANULOMETRICO

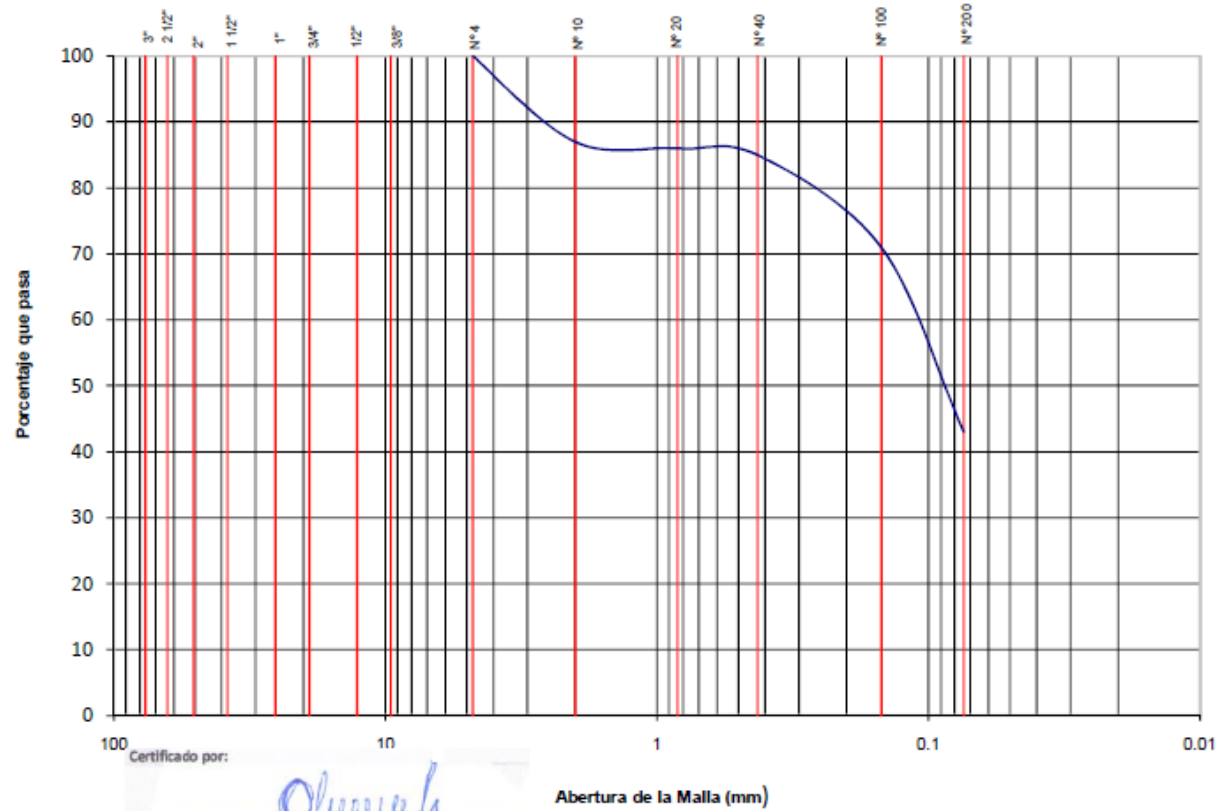
PROYECTO: **PROYECTO TURISTICO EL CHACO**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-2**

PROFUNDIDAD: **5.80 - 6.30 m**

BOLONERIA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= -

Cc= -

LL= 43

LP= 26

IP= 17

SUCS= SC

Certificado por:

Gilmar
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



Cuadro:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG, CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN UNIFICADA	Código: GEO-PROC-T001-RC02
Proyecto:	AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR, PARACAS, PISCO, ICA	Fecha: 14.01.16
		Versión: 01

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO												LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS	
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA Nº												L.L	L.P	I.P	(w) %		
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60	Nº140					Nº200	
S-3	2.00 - 2.45			100	78	76	69	59	46	30	18	9	1	1	-	NP	NP	5.6	SP
S-3	3.00 - 3.45			100	93	85	75	58	44	30	20	12	4	3	-	NP	NP	7.6	SP
S-3	4.00 - 4.45									100	98	87	26	20	-	NP	NP	18.7	SM
S-3	5.00 - 5.45									100	99	87	21	14	-	NP	NP	19.9	SM
S-3	7.00 - 7.45							100	99	98	95	81	21	15	-	NP	NP	18.4	SM
S-3	8.00 - 8.45							100	99	95	78	12	8		-	NP	NP	19.9	SP-SM

Certificado por:

Gilmar
 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

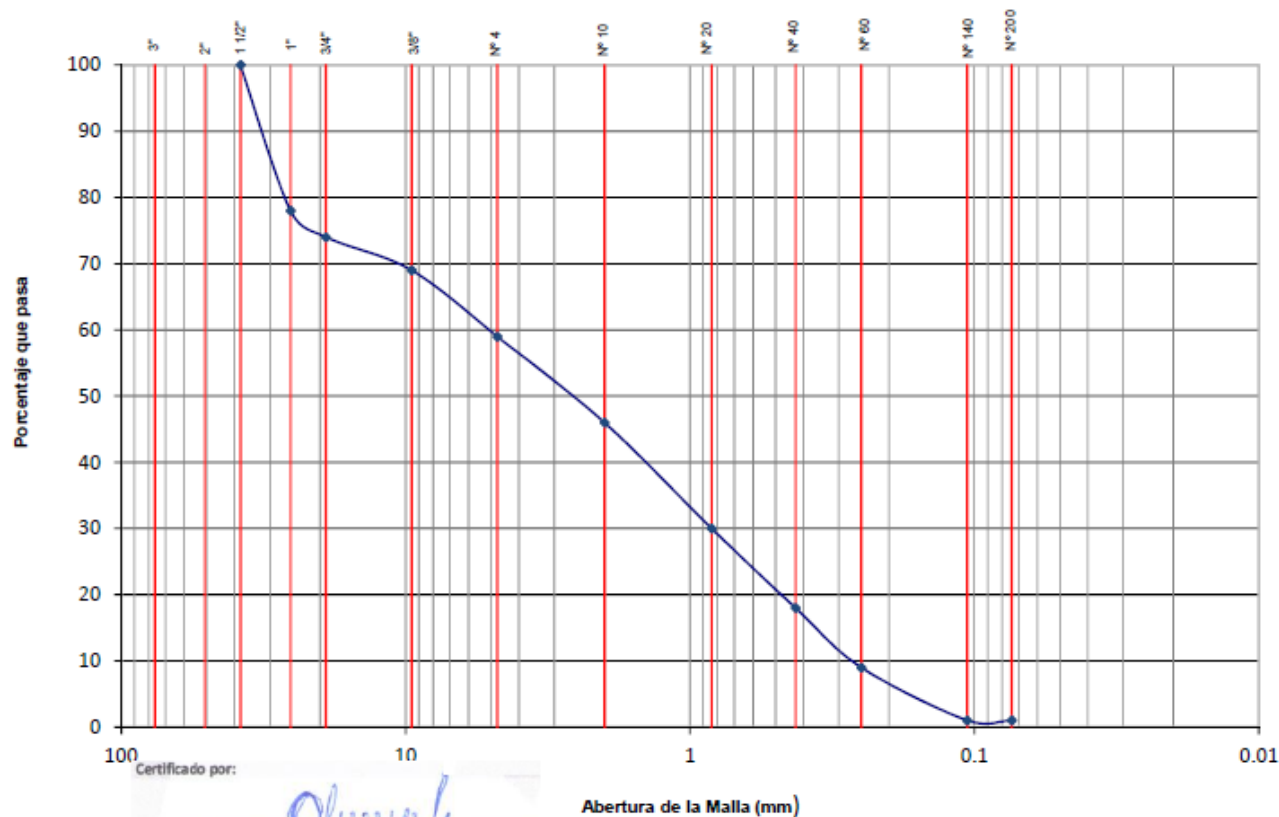
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR.**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-3**

PROFUNDIDAD: **2.00 - 2.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 19.11

Cc= 0.52

LL= -

LP= NP

IP= NP

SUCS= SP

Certificado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 49965



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

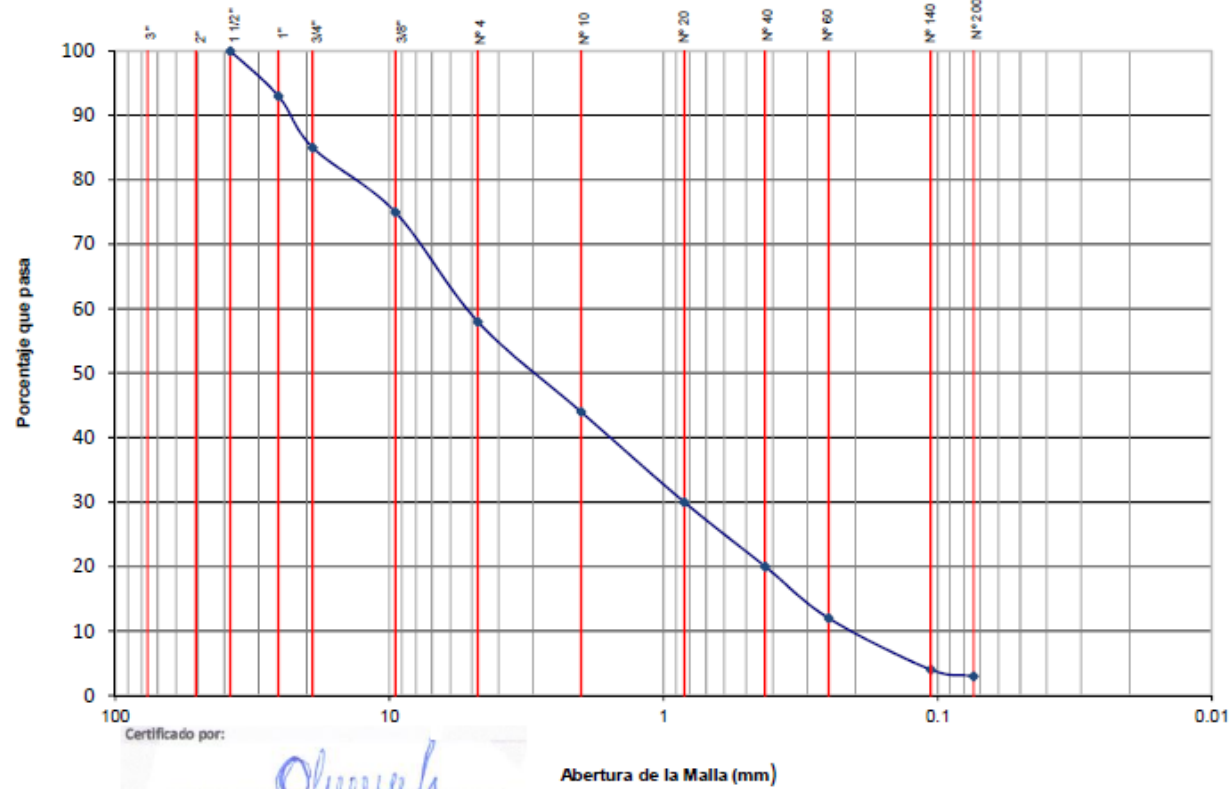
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR.**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-3**

PROFUNDIDAD: **3.00 - 3.45 m**

BOLSA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 24.5

Cc= 0.62

LL= --

LP= NP

IP= NP

SUCS= SP

Certificado por:

Gilmar
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN:01

FECHA:14.01.16

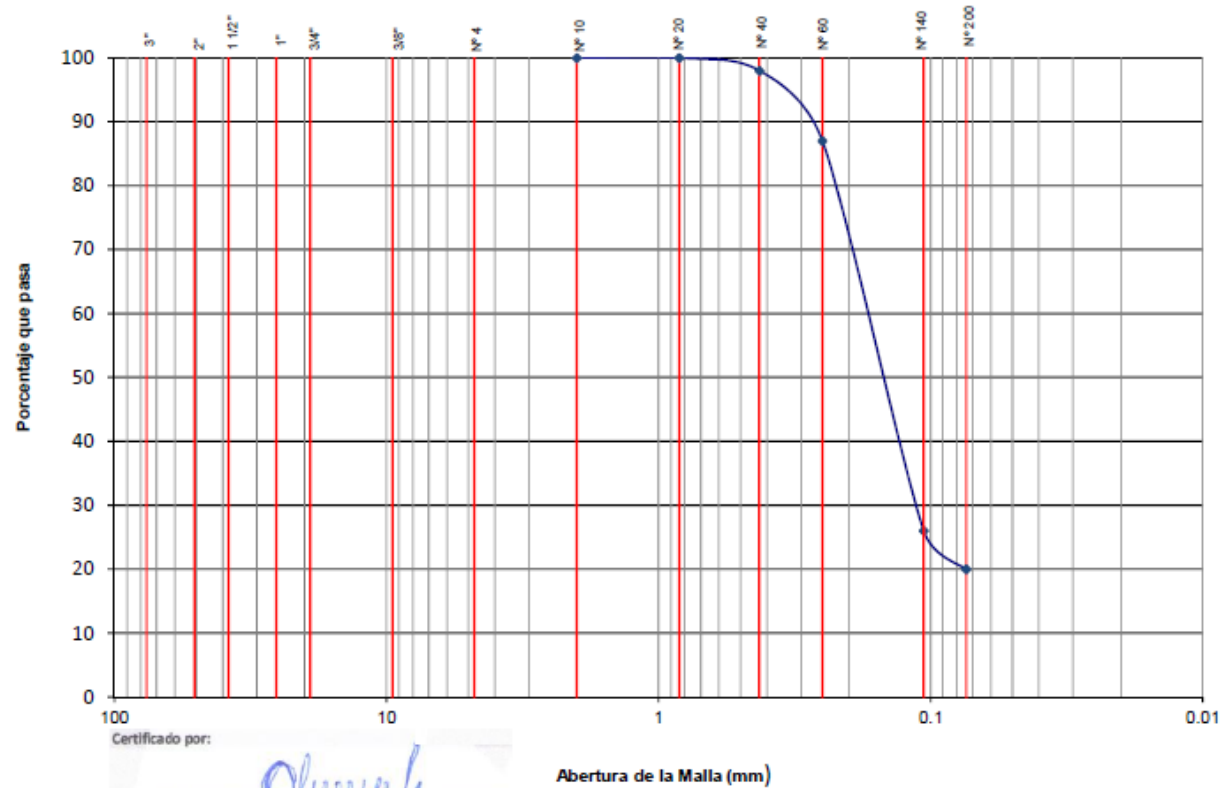
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR.**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-3**

PROFUNDIDAD: **4.00 - 4.45 m**

BOLSONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= --

Cc= --

LL= --

LP= NP

IP= NP

SUCS= SM

Certificado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

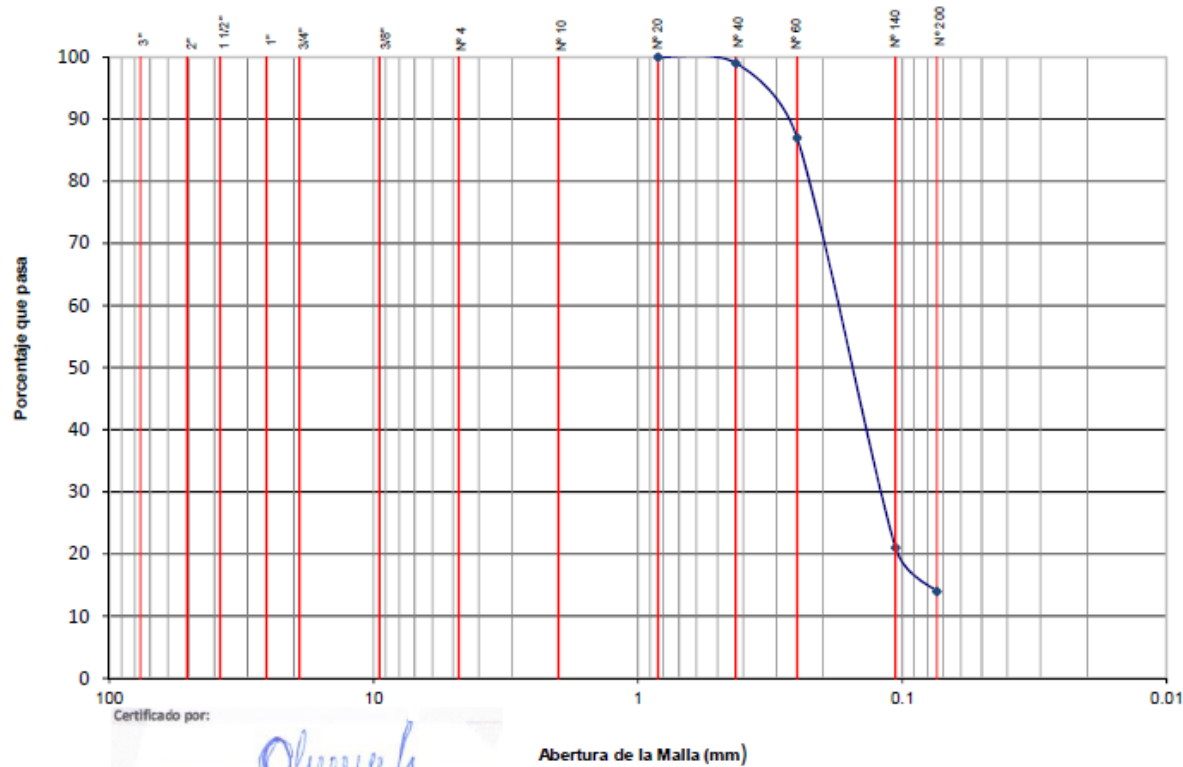
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR.**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-3**

PROFUNDIDAD: **5.00 - 5.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= --

Cc= --

LL= --

LP= NP

IP= NP

SUCS= SM

Certificado por:

 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)

V:\04.01.02 Proyectos OT\4571\Gabinete\Láminas\L-M4571-6 a 12



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

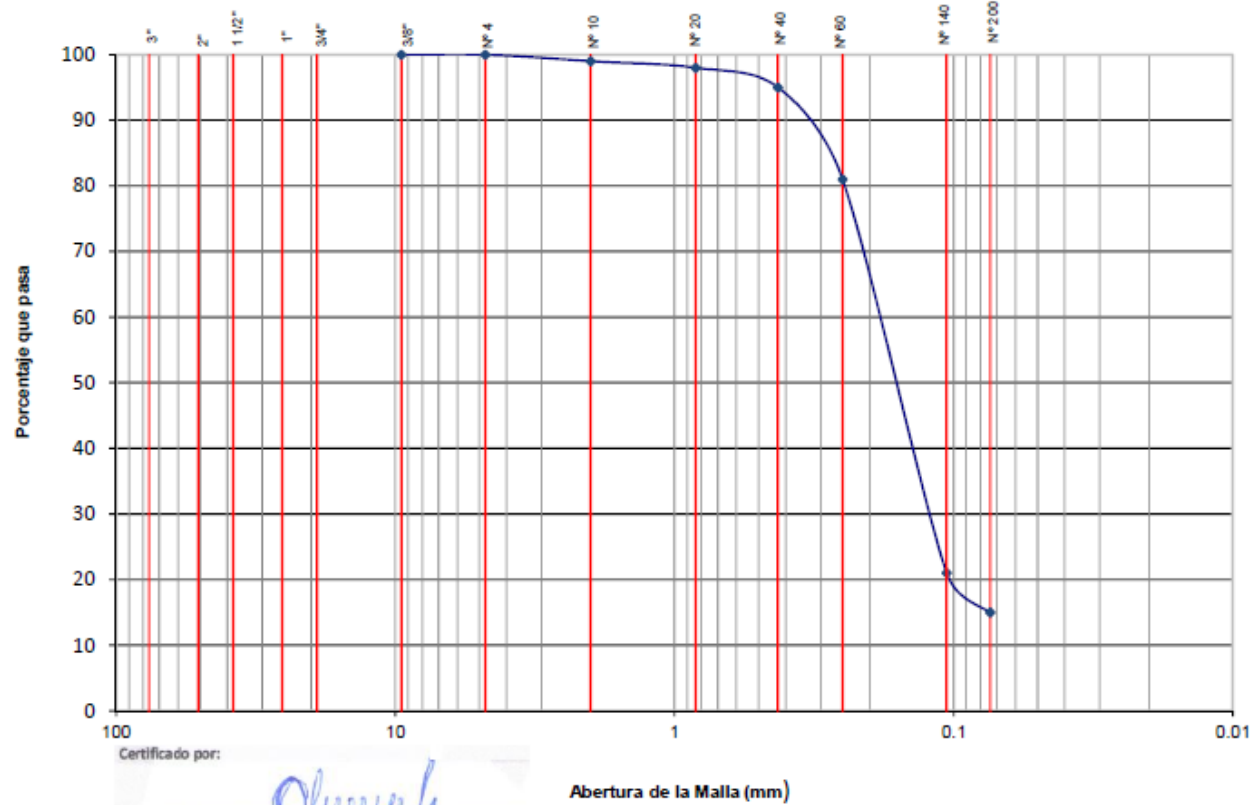
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR.**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-3**

PROFUNDIDAD: **7.00 - 7.45 m**

BOLOMERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= --

Cc= --

LL= --

LP= NP

IP= NP

SUCS= SM

Certificado por:


GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

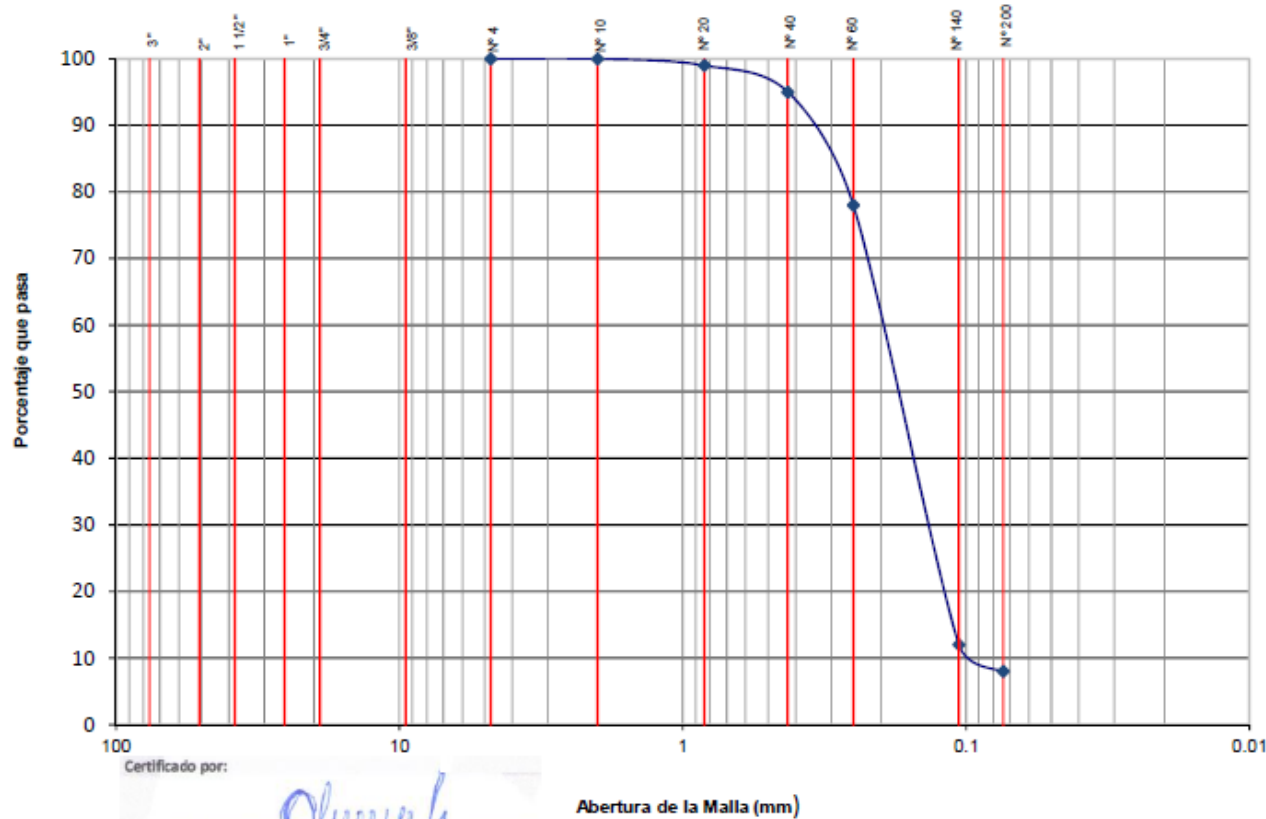
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE CABAÑAS, HOTEL LIBERTADOR.**

UBICACIÓN: **PARACAS - ICA**

SONDAJE: **S-3**

PROFUNDIDAD: **8.00 - 8.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 2.22

Cc= 1.01

LL= --

LP= NP

IP= NP

SUCS= SP-SM

Certificado por:

 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965



CASA DE DOS PISOS, SIN SÓTANO, PARACAS, ICA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG, CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN UNIFICADA

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO												LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS			
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA N°												L.L	L.P	I.P	(w) % P				
		3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60						N°140	N°200	
S-4	3.00-3.45										100	94	61	7	4	-	NP	NP	19.3	SP	
S-4	6.00-6.45										100	98	72	6	3	-	NP	NP	19.0	SP	
S-4	8.00-8.45										100	89	66	40	2	1	-	NP	NP	17.0	SP

Certificado por:


 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

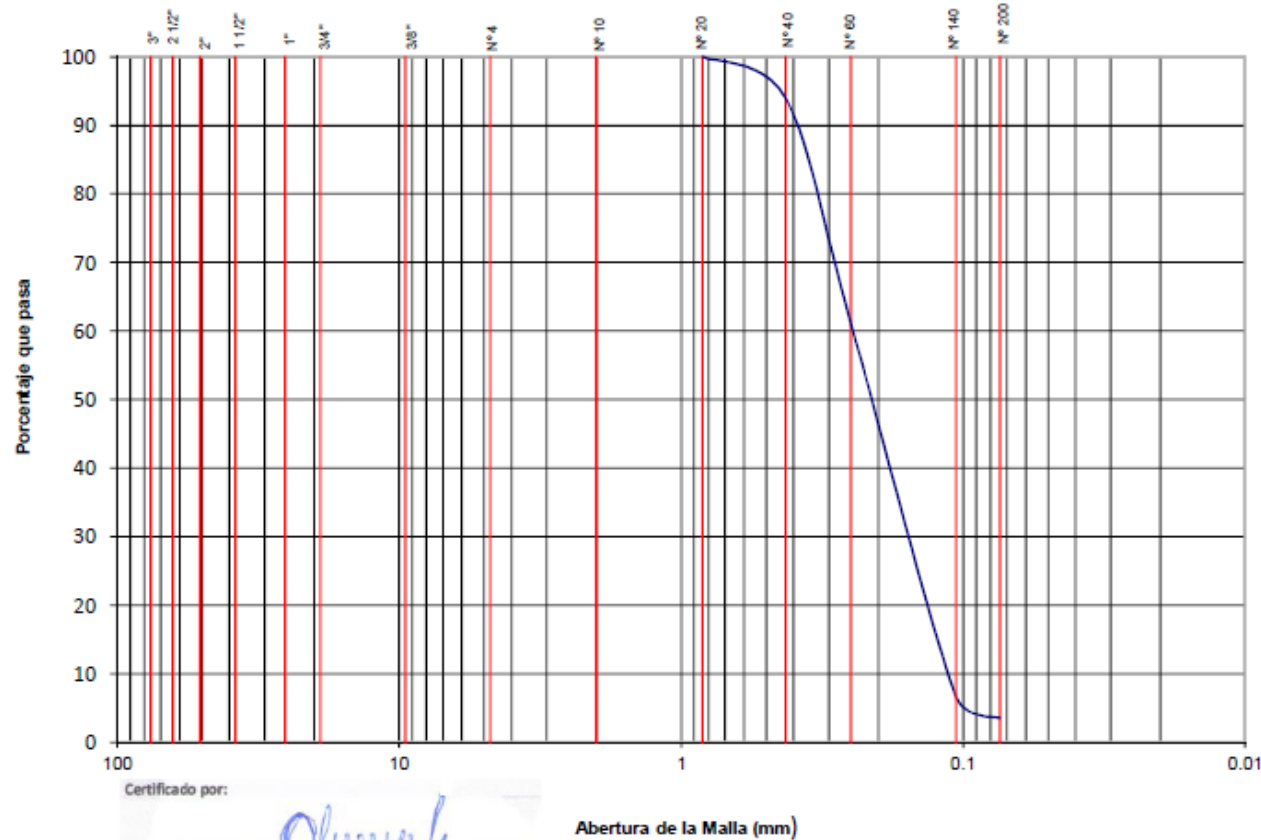
PROYECTO: **CASA DE DOS PISOS, SIN SÓTANO**

UBICACIÓN: **PARACAS, ICA**

SONDAJE: **S-4**

PROFUNDIDAD: **3.00-3.45 m**

BOLOMERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 2.21
Cc= 0.86
LL= -
LP= NP
IP= NP
SUCS= SP

Certificado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

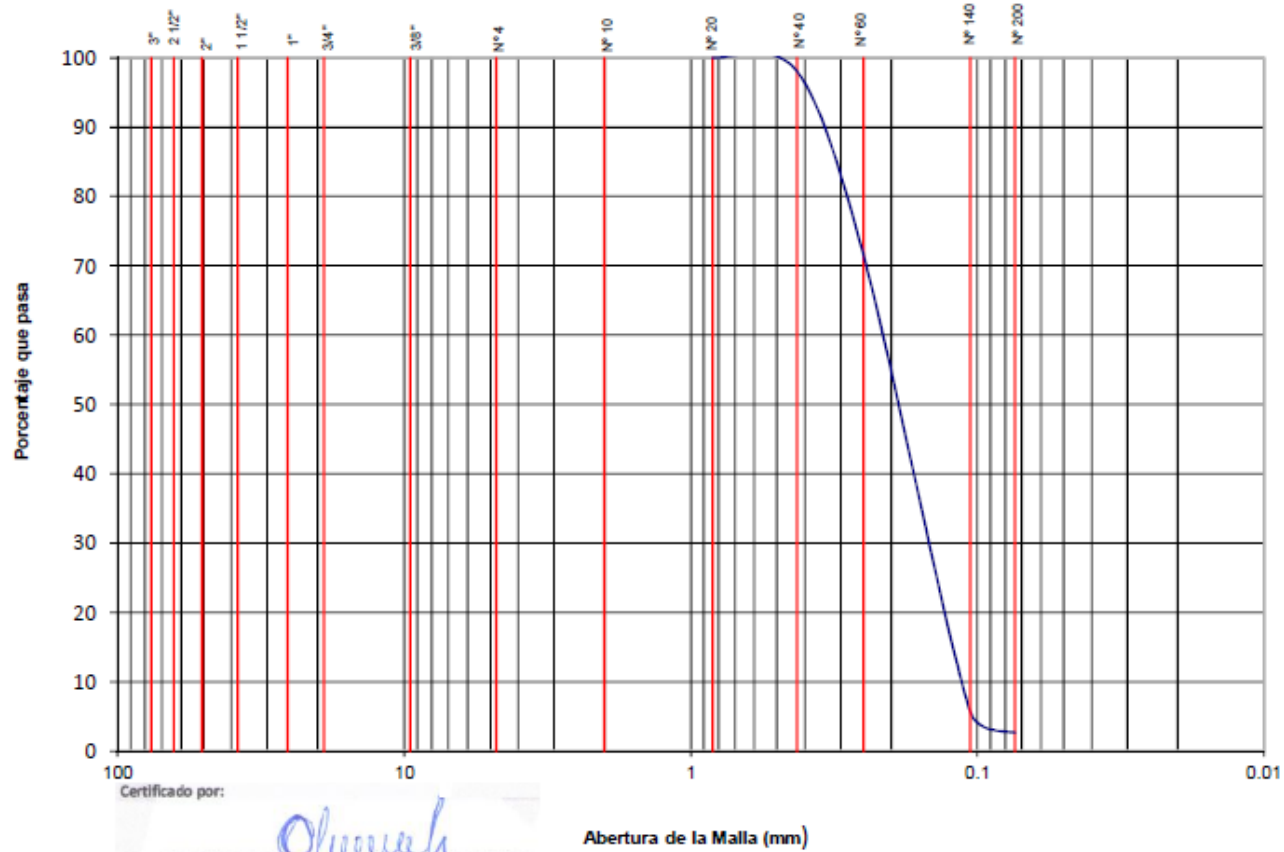
PROYECTO: **CASA DE DOS PISOS, SIN SÓTANO**

UBICACIÓN: **PARACAS, ICA**

SONDAJE: **S-4**

PROFUNDIDAD: **6.00-6.45 m**

BOLOMERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 1.93

Cc= 0.88

LL= -

LP= NP

IP= NP

SUCS= SP

Certificado por:

 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 49965

Abertura de la Malla (mm)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

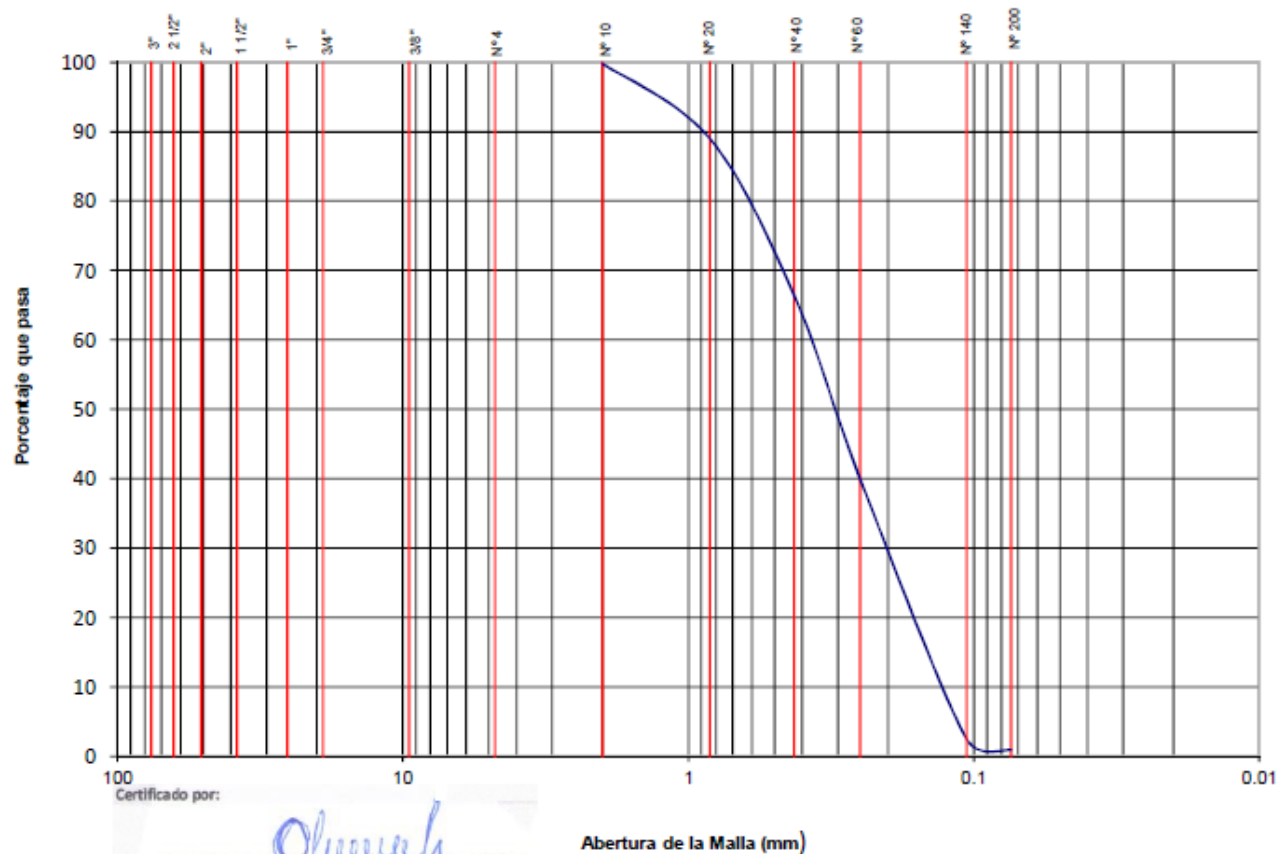
PROYECTO: **CASA DE DOS PISOS, SIN SÓTANO**

UBICACIÓN: **PARACAS, ICA**

SONDAJE: **S-4**

PROFUNDIDAD: **8.00-8.45 m**

BOLOMERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 2.94

Cc= 0.83

LL= -

LP= NP

IP= NP

SUCS= SP

Certificado por:

Gilmar Natividad Camacho Huapaya

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 49965

Cuadro:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LIMITES DE ATTERBERG, CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLASIFICACIÓN UNIFICADA	Código: GEO-PROC-1001-RC02 Versión: 02 Fecha: 07.07.16
Proyecto:	TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS, PISCO, ICA	Fecha: Febrero, 2019

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO												LIMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS		
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA N°												L.L	L.P	I.P	(w) %			
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60	N°140						N°200	
WB-1	1.10 - 1.30			100	99	98	91	25	12	3	2	1	1	1	-	NP	NP	0.9	GW	
WB-1	2.00 - 2.45					100	94	79	47	35	26	20	13	11	-	NP	NP	6.2	SW-SM	
WB-1	3.00 - 3.45			100	71	68	44	24	10	5	3	2	1	1	-	NP	NP	9.5	GW	
WB-1	4.00 - 4.45					100	96	92	62	30	18	11	4	3	-	NP	NP	33.7	SW	
WB-1	5.00 - 5.45			100	49	49	5	0	0	0	0	0	0	0	-	NP	NP	0.5	GP	
WB-1	8.00 - 8.45											100	99	95	90	67	33	34	52.0	MH
WB-1	10.00 - 10.20					100	99	98	98	97	97	97	89	80	56	38	18	49.4	MH	
WB-1	12.00 - 12.45					100	95	93	86	79	74	67	49	35	26	21	5	27.1	SC-SM	
WB-1	13.20 - 13.45					100	94	94	93	92	90	90	88	85	62	38	24	38.2	MH	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

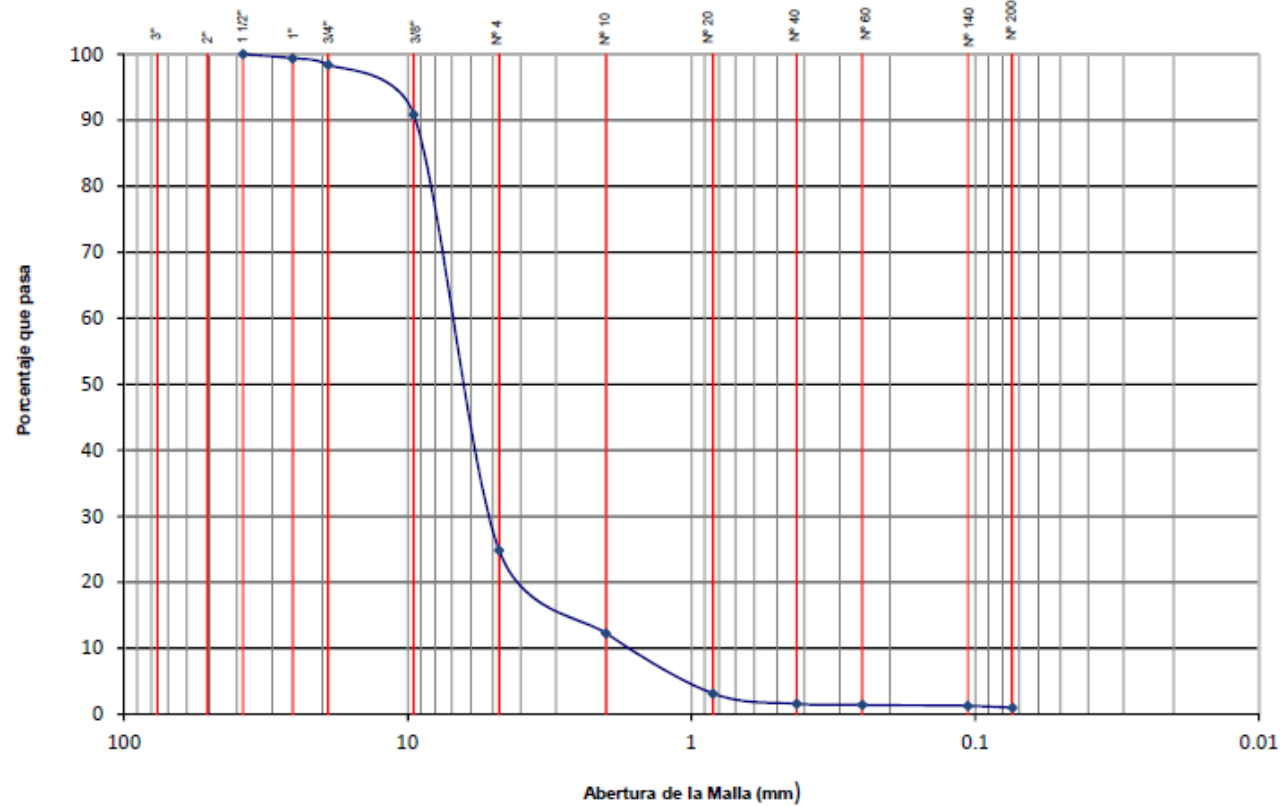
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **1.10 - 1.30 m**

BOLADERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 4.25

Cc= 2.27

LL= -

LP= NP

IP= NP

SUCS= GW



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

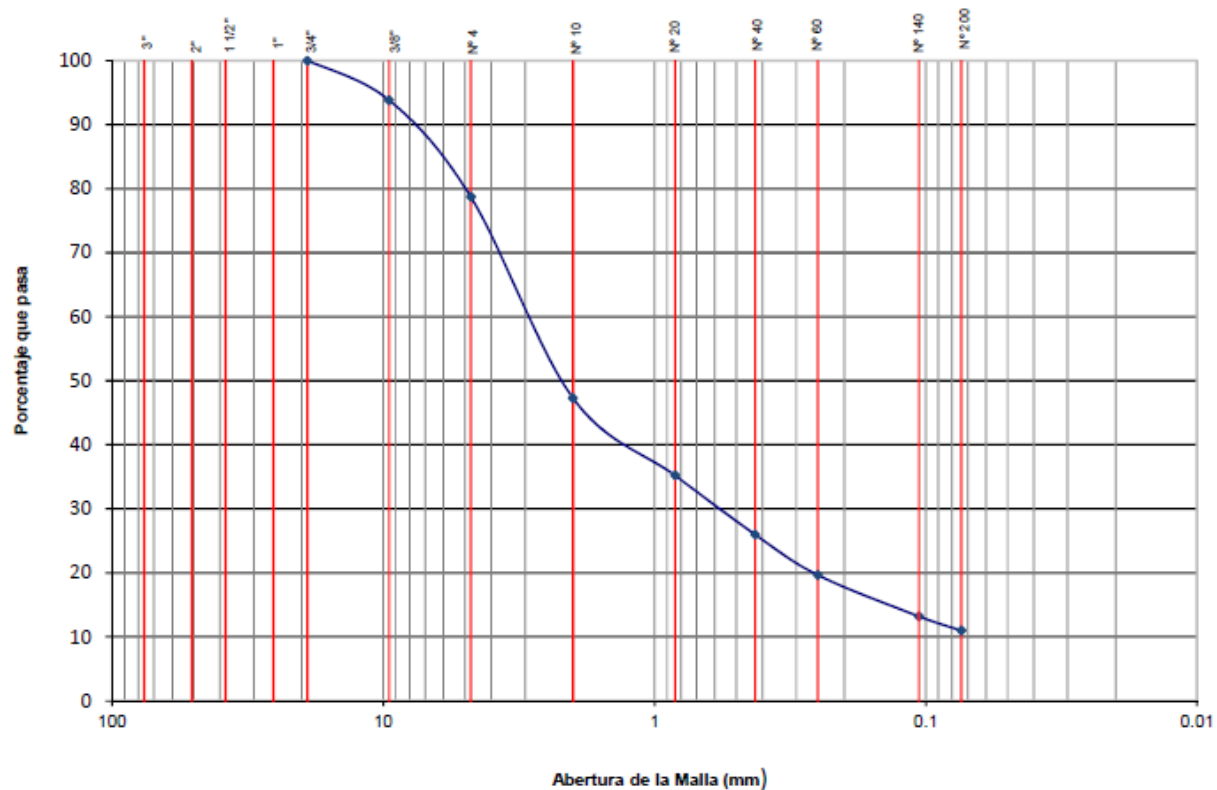
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **2.00 - 2.45 m**

BOLSA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 64.06

Cc= 2.63

LL= -

LP= NP

IP= NP

SUCS= SW-SM



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

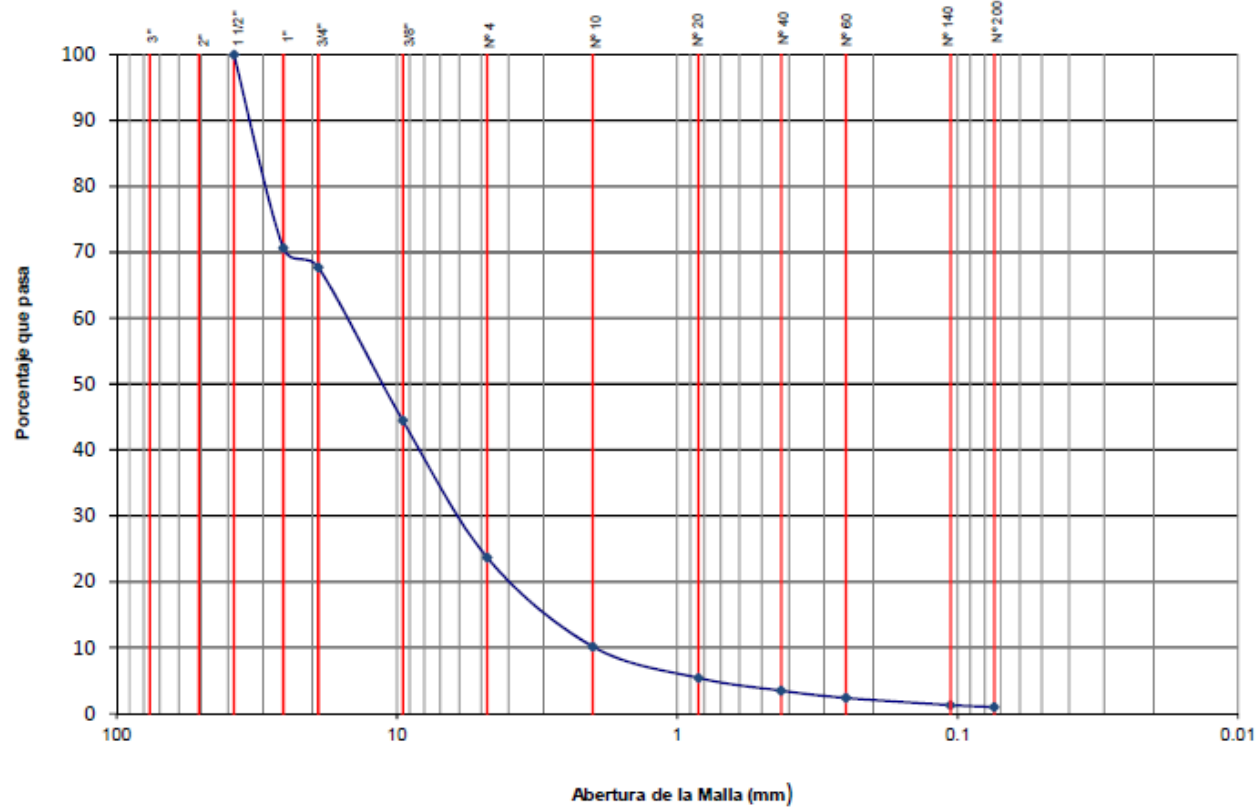
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **3.00 - 3.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu = 7.77

Cc = 1.17

LL = -

LP = NP

IP = NP

SUCS = GW



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

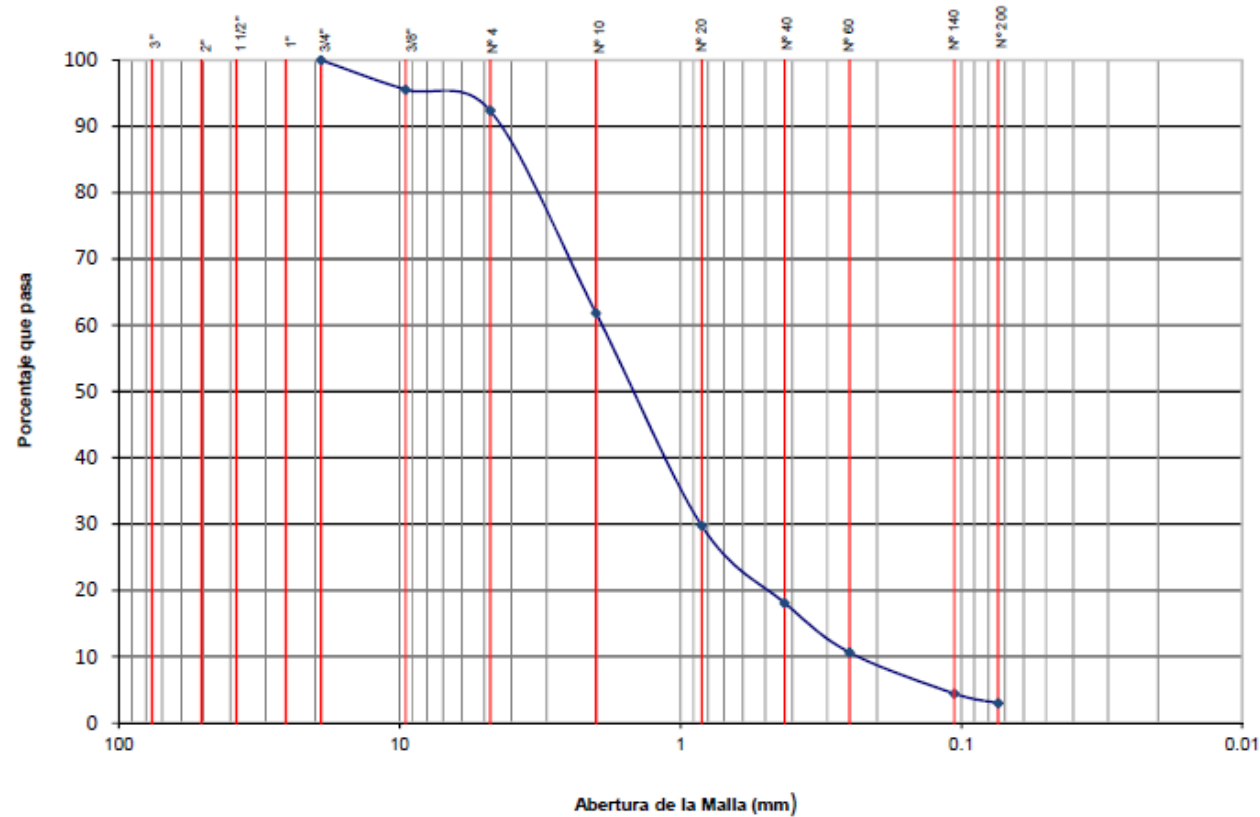
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **4.00 - 4.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= 8.32

Cc= 1.68

LL= -

LP= NP

IP= NP

SUCS= SW

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

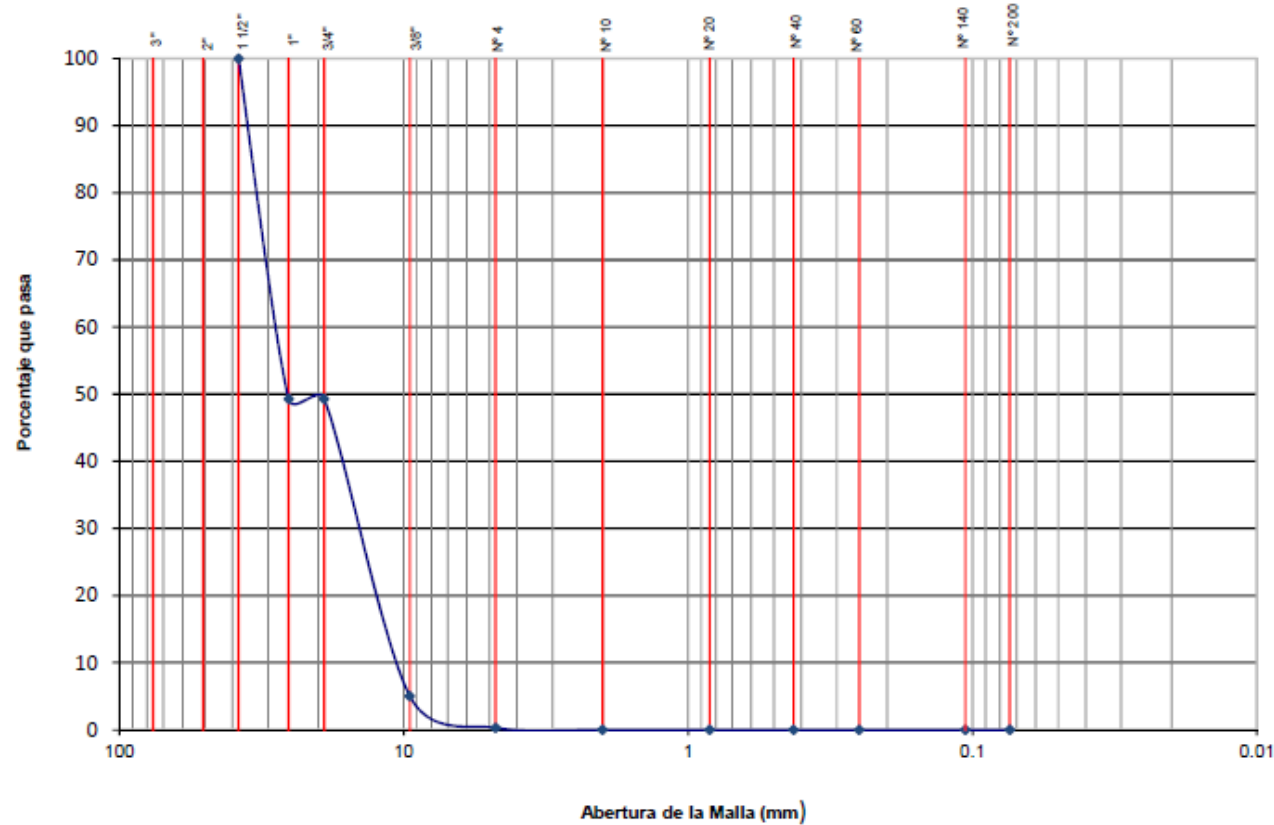
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **5.00 - 5.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu = 2.65

Cc = 0.71

LL = -

LP = NP

IP = NP

SUCS = GP



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

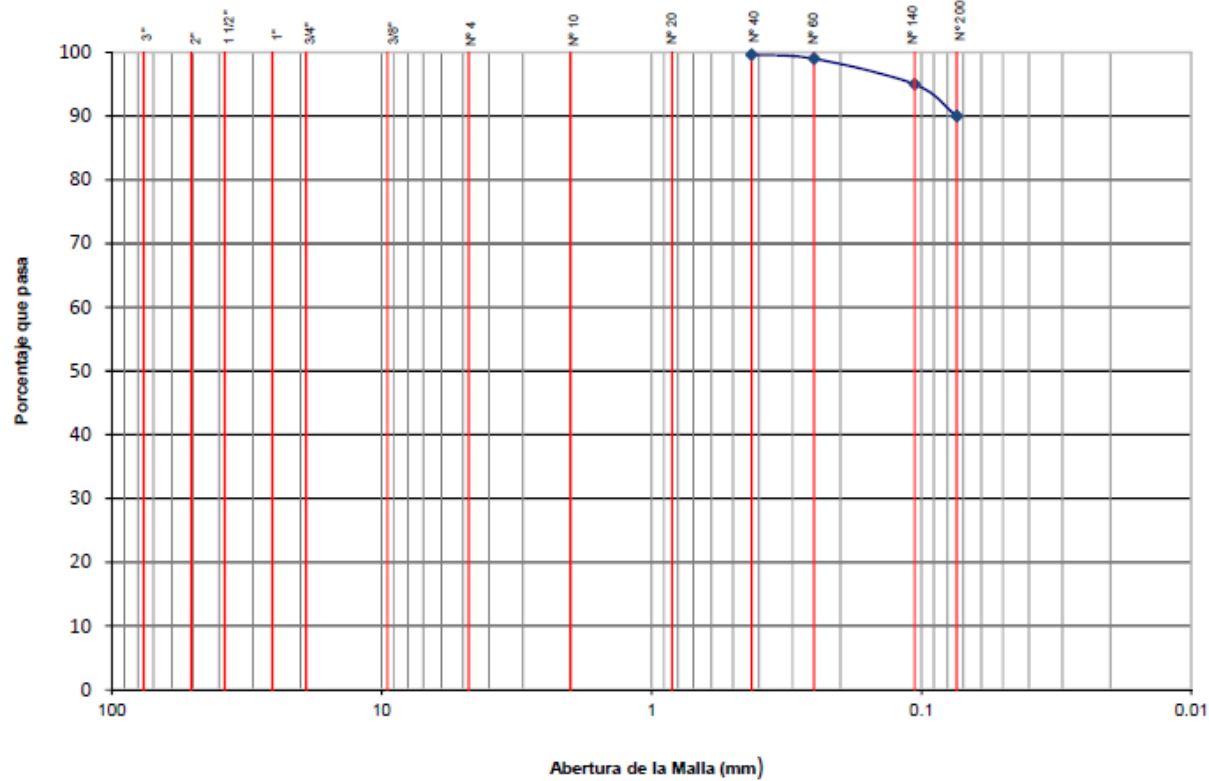
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **8.00 - 8.45 m**

BOQUERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu = -

Cc = -

LL = 67

LP = 33

IP = 34

SUCS = MH



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

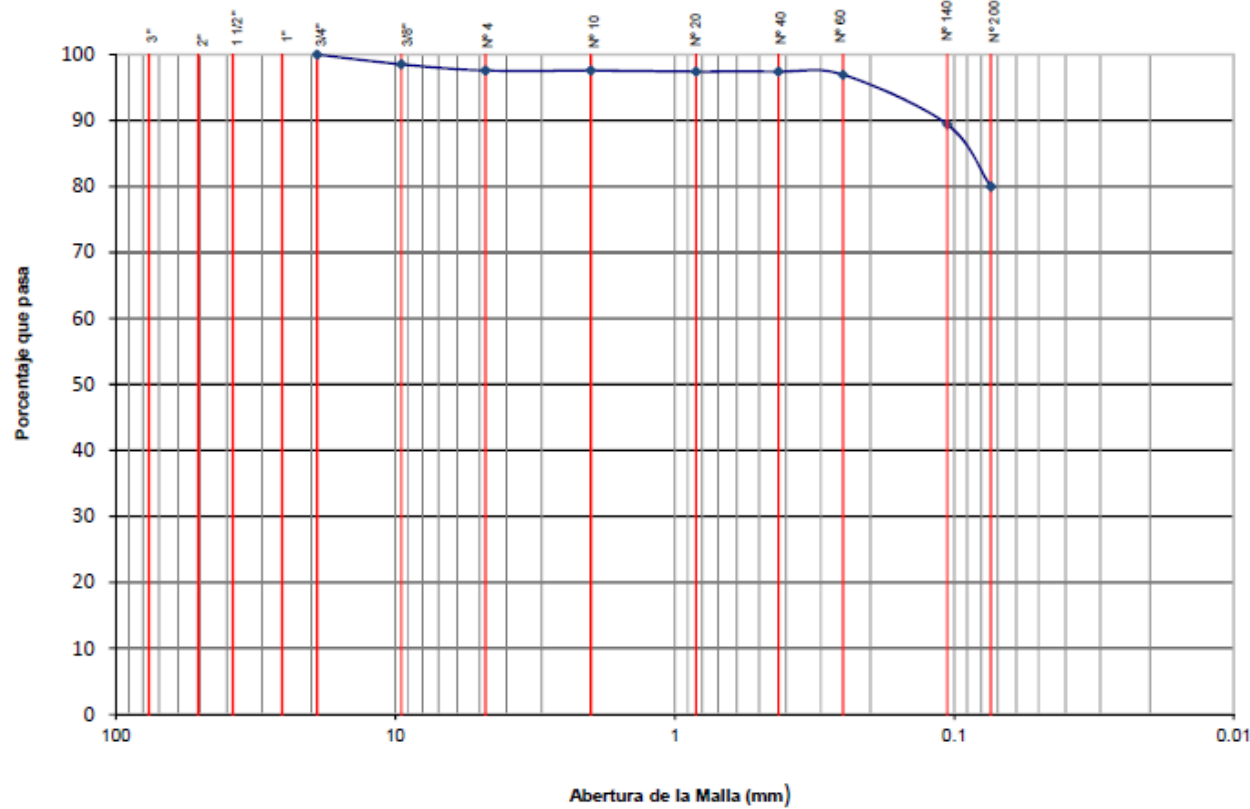
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **10.00 - 10.20 m**

BOLSA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu = -

Cc = -

LL = 56

LP = 38

IP = 18

SUCS = MH



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN: 01

FECHA: 14.01.16

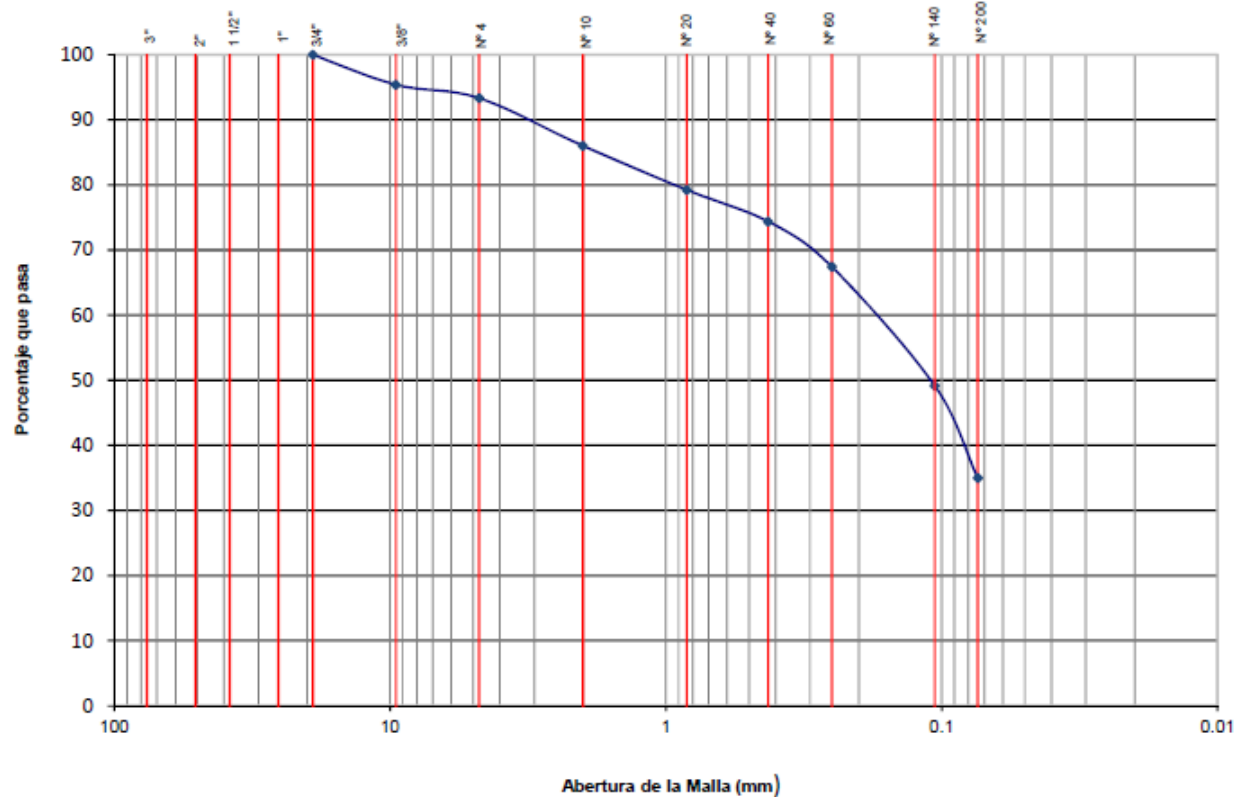
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **12.00 - 12.45 m**

BOLSONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



- Cu= -
- Cc= -
- LL= 26
- LP= 21
- IP= 5
- SUCS= SC-SM



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RL08

VERSIÓN:01

FECHA:14.01.16

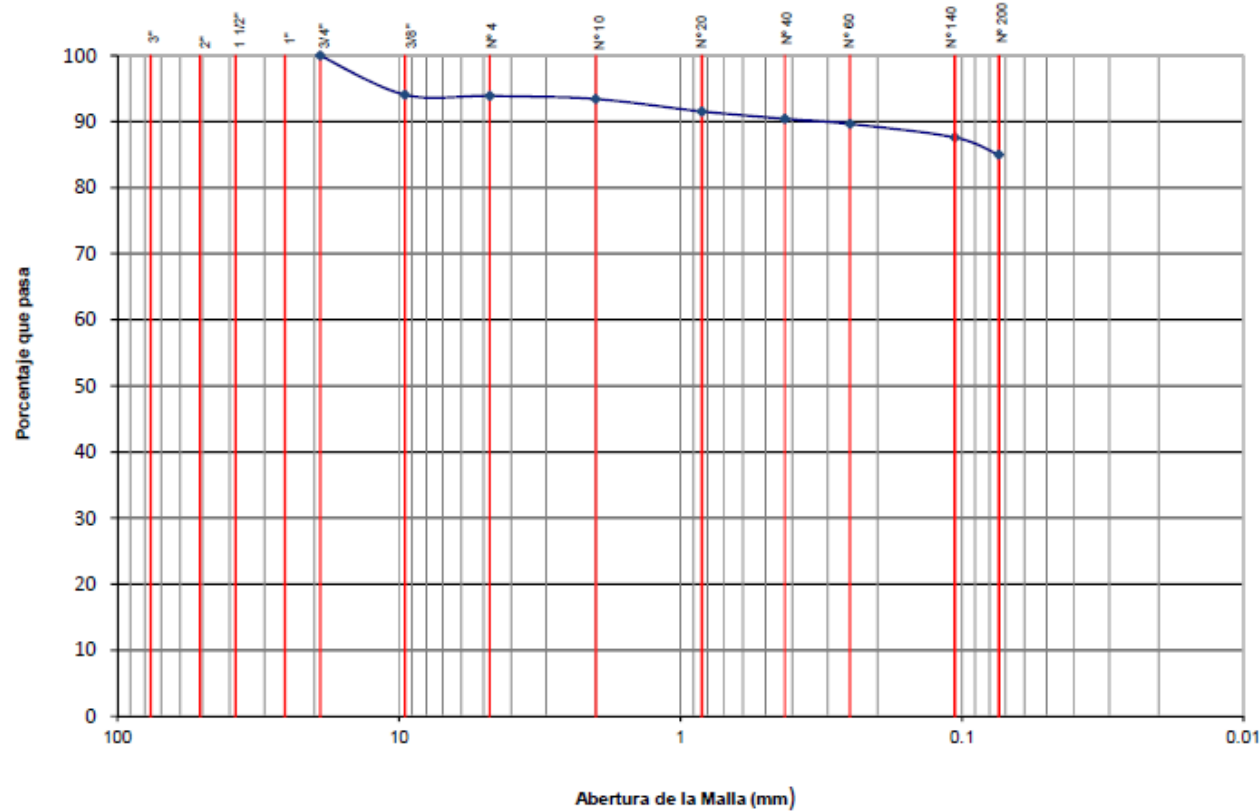
PROYECTO: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**

UBICACIÓN: **PARACAS, PISCO, ICA**

SONDAJE: **S-5**

PROFUNDIDAD: **13.20 - 13.45 m**

BOLONERA	GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	



Cu= -

Cc= -

LL= 62

LP= 38

IP= 24

SUCS= MH

PLANO

