



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO

**ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA
DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO
EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.**

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

AUTOR

MIRANDA HIGINIO, JHONATAN GUSTAVO

ASESOR

ING. PUICAN CARREÑO MANUEL HUGO

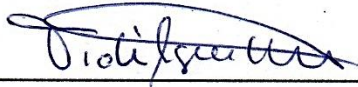
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE EDIFICACIONES ESPECIALES

CHICLAYO – PERÚ

2018

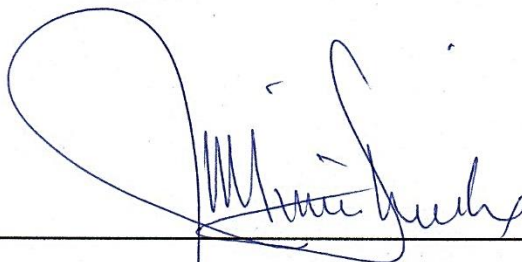
PÁGINA DEL JURADO



Mg. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz
Presidente(a)



Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz
Secretario



Ing. Manuel Hugo Puican Carreño
Vocal

DEDICATORIA

Dedico este proyecto:

A mis padres, Emilia Elizabeth Higinio Solis y Paco Miranda Villegas, porque son ellos quienes me dieron la vida, los valores, los principios y esta oportunidad de ser un profesional a base de sus largas llamadas a distancia, sus consejos, sus fortalezas, sus ánimos, su cariño y su apoyo incondicional.

A mi hermano menor, Giancarlo André Miranda Higinio, quién sé que será un gran profesional de éxito por su forma de ser y de trabajar, y va dedicado para que siempre tenga de conocimiento que lo que se quiere se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

Jhonatan Gustavo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer infinitamente a Dios por ser mi guía, el que no me desamparó y me dio fuerzas suficientes para culminar satisfactoriamente mi etapa universitaria.

Al Ing. Eithel Yván Medrano Lizarzaburu, docente y amigo, quién desde los inicios me brindó su apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis.

A la Municipalidad Distrital de San José, por todas las facilidades del caso y a su vez la agilización de todos los trámites realizados.

Al Instituto Geofísico del Perú (IGP) en especial a la Lic. Gloria V. Marín Ruiz, quien fue de apoyo en absolver mis dudas en el tema sísmológico.

A mis docentes universitarios por cada uno de sus conocimientos brindados tanto en la parte técnica como en la metodológica.

A César Huancas, Norbil Sarabia, Denis Alvarado, Jorge Campos, Jesús Cumpa, y cada uno de mis demás compañeros quienes fueron partícipe y de apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Jhonatan Gustavo.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Jhonatan Gustavo Miranda Higinio identificado con DNI N° 71069897, con la finalidad de lograr cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación e información que adjunto es de total veracidad.

De tal manera, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, e irregularidad dada tanto en documentos como en la información proporcionada.

Chiclayo, 01 de agosto del 2018.



Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento antes ustedes la tesis titulada “Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar zonas altamente vulnerables al fenómeno en la localidad San José, Lambayeque”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El Autor.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. TRABAJOS PREVIOS	20
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	24
1.3.1. Descripción del Fenómeno de Licuefacción de Suelos	24
1.3.2. Comportamiento del Suelo durante la Licuefacción	25
1.3.3. Factores que influyen en el Desarrollo de la Licuefacción de Suelos	27
1.3.4. Metodología de Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos	33
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	42
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	42
1.6. HIPÓTESIS.....	42
1.7. OBJETIVOS.....	43
1.7.1. Objetivo General.....	43
1.7.2. Objetivos Específicos	43
II. MÉTODO	43
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	43
2.2. VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN	44

2.2.1. Variable	44
2.2.2. Operacionalización	44
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	46
2.3.1. Población.....	46
2.3.2. Muestra	46
2.3.3. Muestreo	46
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	47
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	47
2.6. ASPECTOS ÉTICOS	47
III. RESULTADOS.....	48
IV. DISCUSIÓN	56
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	64
PLANOS.....	161
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD	173
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica del comportamiento de las partículas del suelo saturado durante un movimiento sísmico.	25
Figura 2. (a). Flujo por Licuefacción y (b). Movilidad Cíclica (Yoshimine & Ishihara, 1998).....	25
Figura 3. Falla de Flujo causada por Licuefacción (Youd, 1992).	26
Figura 4. Relación entre (a). Distancia Epicentral y (b). Línea de Ruptura a lugares de Licuefacción y Magnitud de momento (Ambraseys, 1988).	28
Figura 5. Evaluación de la Susceptibilidad a la Licuefacción de Suelos mediante Curvas Granulométricas (Berrit et al., 1993 extraído de Díaz, 2006).....	31
Figura 6. Granulometría de Suelos que han Licuado (Henríquez Pantaleón, 2013).	31
Figura 7. Susceptibilidad a la Licuefacción de acuerdo al tipo de Suelo (R.B. Seed et al., 2003).	32
Figura 8. Procedimiento de perforación del Ensayo de Penetración Estándar - SPT (Geotechnical and Foundation Engineering, 2015)	37
Figura 9. Gráfico de los factores de escala de magnitud definidos por varios autores (Youd et al., 1997).....	41
Figura 10. Ubicación de Sondeos y delimitación del área de estudio (Fuente: Google Earth).....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Susceptibilidad de los Depósitos a licuar (Posterior a Youd and Perkins, 1978 y obtenido de FHWA, 1997)	30
Tabla 2. Comparación de ventajas y desventajas de los diversos ensayos in situ utilizados para evaluar el Potencial de Licuefacción de Suelos (Youd et al., 1997).	36
Tabla 3. Factores de corrección para los valores de N obtenidos del Ensayo de Penetración Estándar (Youd et al., 1997).....	38
Tabla 4. Valores de factores de escala de magnitud de sismo definidos por varios autores (Youd et al., 1997).....	40
Tabla 5. Operacionalización de Variables.....	44
Tabla 6. Coordenadas UTM de Sondeos SPT realizados para la Investigación. .	49
Tabla 7. Resumen de Estudio de Mecánica de Suelos para la Investigación.....	51
Tabla 8. Estimación de Aceleraciones para el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para diferentes Periodos de Retorno.	52
Tabla 9. Resumen del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar la Profundidad Inicial y Máxima de Estratos Licuables.	52

ÍNDICE DE SIGLAS

$a_{m\acute{a}x.}$	Aceleración máxima horizontal originada por el terremoto sobre la superficie del terreno.
C_B	Corrección por diámetro de perforación.
C_E	Corrección por relación de energía del martillo.
C_F	Porcentaje de contenido de finos.
C_N	Corrección para estandarizar el N_m con respecto al esfuerzo efectivo.
C_R	Corrección por longitud de varilla.
C_S	Corrección por tipo de muestreo.
CSR	Relación de esfuerzo cíclico.
$CRR_{7.5}$	Resistencia cíclica de un suelo a la licuación para un sismo de 7.5 de magnitud.
FS	Factor de seguridad para evaluar la metodología simplificada.
g	Aceleración de la gravedad.
M_w	Magnitud de momento del sismo.
MSF	Corrección de escala de magnitud.
N	Número de golpes del ensayo de penetración estándar registrados en campo.
N_m	Valor estándar de golpes a la resistencia de penetración.
$(N1)_{60}$	Número de golpes de en ensayo de penetración estándar (SPT) para una presión de sobrecarga aproximada a 100 kPa y una eficiencia de martillo al 60%.
$(N1)_{60CS}$	Número de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT) para una presión de sobrecarga aproximada a 100 kPa, una eficiencia de martillo al 60% y corregido por contenido de finos.

P_a :	Presión atmosférica.
r_d :	Factor de reducción del esfuerzo de acuerdo a la profundidad.
w :	Porcentaje de contenido de humedad.
z :	Profundidad.
α :	Factor de corrección para obtener el $(N1)_{60CS}$.
β :	Factor de corrección para obtener el $(N1)_{60CS}$.
σ_{vo} :	Esfuerzo total vertical.
σ'_{vo} :	Esfuerzo efectivo vertical.

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO - 1. Resolución de Aprobación de Proyecto de Investigación.	65
ANEXO - 2. Matriz de Consistencia del Proyecto de Investigación.	66
ANEXO - 3. Permiso para Desarrollo de Proyecto de Investigación.....	68
ANEXO - 4. Constancia de Validación del Estudio de Mecánica de Suelos.....	69
ANEXO - 5. Constancia de Validación del Estudio del Potencial de Licuefacción de Suelos.....	70
ANEXO - 6. Mapa Geológico de Lambayeque - Cuadrante 14-d.	71
ANEXO - 7. Mapa de Lista de Sismos en el Mundo.	72
ANEXO - 8. Mapa Probabilístico de Peligro Sísmico de Sudamérica.	73
ANEXO - 9. Mapa de Sismicidad de América del Sur (1520 – 1981).	74
ANEXO - 10. Mapa de Intensidades Máximas de América del Sur.	75
ANEXO - 11. Mapa de los Terremotos más antiguos y Catastróficos en el Perú. 76	
ANEXO - 12. Mapa de Distribución de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 50 años.	77
ANEXO - 13. Mapa de Distribución de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 100 años.	78
ANEXO - 14. Mapa de Calificación de Provincias según niveles de Peligro Sísmico.	79
ANEXO - 15. Mapa de Licuación de Suelos por Sismos ocurridos en el Perú.	80
ANEXO - 16. Mapa de Actividad Sísmica desde los últimos 3 años (2016-2017-2018) en el Perú.	81
ANEXO - 17. Mapa Geotécnico de la localidad San José - 2003.	82
ANEXO - 18. Suelos Licuables y Expansibles en la localidad San José.	83
ANEXO - 19. Registro de Sondeos de Exploración Geotécnica.	84
ANEXO - 20. Ensayos de Laboratorio.....	90
ANEXO - 21. Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos.	128
ANEXO - 22. Reporte Fotográfico del Estudio.	146

RESUMEN

Este proyecto de investigación, tuvo como objetivo principal analizar el Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar zonas altamente vulnerables al fenómeno en la localidad de San José; el cual obtuvo éxito gracias al desarrollo de sus 3 etapas planificadas; ETAPA I: Recopilación de información y metodologías de análisis; ETAPA II: Ejecución del Estudio de Mecánica de suelos y análisis de laboratorio y la ETAPA III: Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos con la metodología elegida para la determinación de las zonas vulnerables.

La primera etapa, consistió básicamente en la recopilación de información de las metodologías existentes para analizar el potencial de licuefacción de suelos; así como también información preliminar del área en estudio tal como su topografía, geología, geomorfología, y planos de apoyo como los de agua y saneamiento de la localidad para tener en cuenta en el desarrollo de la siguiente etapa.

En la Etapa II; se ejecutó el Estudio de Mecánica de Suelos basado en ensayos de penetración estándar (SPT) ubicados estratégicamente con la finalidad de abarcar mayor área de estudio del Cercado de la localidad de San José; con ello posteriormente obtener los perfiles estratigráficos de la zona, la ubicación del nivel freático in situ y el número de golpes de resistencia a la penetración del suelo. Con las muestras extraídas en campo, se realizó un análisis de laboratorio con la que se obtuvieron las características físicas del suelo, a partir de ensayos tales como: contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg y peso específico.

En la etapa final, se aplicó la metodología simplificada de Seed e Idriss para analizar el Potencial de Licuefacción de Suelos a partir de datos tomados de la ejecución del ensayo de penetración estándar (SPT); posteriormente se identificó las zonas vulnerables al fenómeno tras la interpretación de los resultados, y estos fueron plasmados en planos de susceptibilidad.

PALABRAS CLAVE: *Licuefacción, Ensayo de Penetración Estándar, Perfiles Estratigráficos, Nivel Freático, Número de Golpes, Metodología Simplificada.*

ABSTRACT

The main objective of this research project was to analyze the Soil Liquefaction Potential to determine areas highly vulnerable to the phenomenon in San José; which obtained success thanks to the development of its 3 planned stages; STAGE I: Compilation of information and analysis methodologies; STAGE II: Execution of the Study of Soil Mechanics and Laboratory Analysis and STAGE III: Analysis of Soil Liquefaction Potential with the chosen methodology for the determination of vulnerable zones.

The first stage consisted basically in the compilation of information on the existing methodologies to analyze the potential of soil liquefaction; as well as preliminary information of the area under study such as its topography, geology, geomorphology, and support plans such as water and sanitation of the locality to take into account in the development of the next stage.

In Stage II; the Soil Mechanics Study was carried out based on standard penetration tests (SPT) strategically located in order to cover a larger area of study of the Cercado in the locality of San José; with this, the stratigraphic profiles of the area, the location of the groundwater level in situ and the number of resistance hits to the soil penetration will be obtained. With the samples taken in the field, a laboratory analysis was carried out to obtain the physical characteristics of the soil, based on tests such as: moisture content, granulometric analysis, Atterberg limits and specific gravity.

In the final stage, the simplified methodology of Seed and Idriss was applied to analyze the Soil Liquefaction Potential from data taken from the execution of the standard penetration test (SPT); Subsequently, the zones vulnerable to the phenomenon were identified after the interpretation of the results, and these were captured in susceptibility maps.

KEYWORDS: *Liquefaction, Standard Penetration Test, Stratigraphic Profiles, Water Level, Number of Strokes, Simplified Methodology.*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Todos sabemos en la actualidad que no estamos libres de ningún movimiento sísmico, y mucho más aún pensar en el tema de seguridad de nuestros bienes, familiares y de nuestra integridad, este factor riesgo hoy en día ha aumentado debido a las innumerables tragedias que traen consigo los movimientos bruscos inesperados, uno de ellos y que es tema de estudio del presente trabajo de investigación y de muchos más que se vienen y vendrán desarrollando a nivel mundial, nacional y local debido a su magnitud como fenómeno y que a pesar de ello, no es un tema que se le dé mucha importancia; es la Licuefacción de Suelos.

Este fenómeno no es nada más que la respuesta a un sismo, de suelos granulares tales como arenas limosas, arenas pobremente gradadas acompañadas de un alto nivel freático y que trae consigo la formación de un líquido viscoso, perdiendo en su gran totalidad su capacidad de resistencia, así como también muchas de sus propiedades mecánicas, es un fenómeno que se viene dando desde ya mucho tiempo de la mano siempre de grandes movimientos sísmicos históricos y que en algún momento fueron reportados pero no tuvieron respuesta de acogida; uno de los casos más actuales y comentados internacionalmente fue el de **NCYT Amazings (2011)** quienes sorprendidos nos dicen que: “El terrible terremoto que se desencadenó en Japón el pasado 11 de marzo causó un significativo nivel de licuefacción del suelo que ha sorprendido a los investigadores por su severidad generalizada. Estructuras enteras se inclinaron y se hundieron en los sedimentos, aun cuando se mantuvieron estructuralmente intactas”.

Esto es un claro ejemplo de que el gran porcentaje de las ramas de Ingeniería, así como también los profesionales responsables de miles de vidas en proyectos de pequeña y gran envergadura; corren el riesgo de que a pesar de elaborar los mejores diseños estructuralmente hablando se vean afectados por desconocer el peligro existente en los suelos de fundación.

Hablar de licuefacción es también hablar de intensidades y magnitudes de sismo, una relación directa y que puede determinar muchos aspectos a evaluar, pero que lamentablemente hoy en día predecirlos es totalmente complicado, así también depende mucho del tipo de suelo que se evalúe, el nivel de aguas freáticas, son ellos quienes al final determinarán los efectos que traiga consigo el fenómeno; muchos de ellos son comunes, pero con una mayor magnitud el desastre aumenta, **Paucar (2016)** nos comenta que después del sismo de 7.8 grados el 16 de abril, en gran porcentaje en la provincia de Manabi y sus zonas ganaderas presentaron diversos efectos en sus suelos, tales como hundimientos, grietas, fracturas en vías, derrumbes y lo más resaltante, volcanes de arena, un indicio clave de la existencia de la licuefacción de suelos.

Cabe resaltar que en muchos de los casos una diferencia mínima de magnitud sísmica provoca que el desastre se amplíe a tal punto de presentar expulsiones en chorros de agua hacia la superficie, un efecto que es casi seguro que muchos no lo hayan apreciado y es por ello que se desconoce tanto este tema, quien debe de ser de suma vitalidad e importancia, debido a que está en riesgo la integridad de muchas personas, y sin contar a duda la innumerable pérdida de dinero; este el caso que nos comentan en **La Nación (2012)**; donde “El Tercer Juzgado Civil de Concepción condenó a una empresa inmobiliaria a pagar una indemnización por daño material y daño moral, tras el hundimiento que sufrió una vivienda dañada por el terremoto del 27 de febrero de 2010. El fallo consigna que los informes de mecánica de suelos mostraron que el terreno donde se levantó la

vivienda es potencialmente licuable”. Muchas veces se obvian estas cosas creyendo que pueden pasar desapercibidas, pero va mucho contra los principios de los profesionales encargados y más aún en representación de empresas inmobiliarias a cargo de proyectos muchas veces privados como públicos, pero de ámbito social.

Así como se mencionaron casos internacionales, nuestro país cuenta con un litoral; una zona costera que se extiende a lo largo de Océano Pacífico, y que en su mayoría son zonas turísticas, pero a su vez sabemos la variedad de suelos que pueden existir en una determinada zona, un caso particular es el que ocurrió en nuestra selva central y la investigación estuvo a cargo del Ing. **(Alva Hurtado)** quien nos relata que; “La licuación de suelos ocurrió en el Puerto de Tahuishco en Moyobamba. Se desarrollaron desplazamientos laterales en la escuela de Tahuishco en 1991 con grietas de 10 cm de ancho y 50 cm de profundidad. El piso de un aula fue destruido; también aparecieron volcanes de arena en el patio de la escuela. Durante ambos terremotos, se dañaron segmentos de la carretera entre Moyobamba y Tahuishco”. De igual manera en Azunge nos manifiesta que: “se reportó grietas de 100 m de longitud y 40 cm de ancho con 1 m de profundidad. La mayoría de casas sobre los taludes se derrumbaron. La estación de bombeo y cañerías de alcantarillado fallaron”. E incluso durante el movimiento sísmico del 90 muy recordado por los peruanos, “se reportó licuación de suelos en El Chorro y Molino Valencia en Rioja, también en Segunda Jerusalén-Azunguillo, río Negro y La Conquista”.

Fueron varias zonas afectadas y que en su momento fue un golpe terrible para los pobladores; dejándolos inmersos en una tragedia que quedará grabada en su memoria por la presencia de fenómenos nunca antes percibidos; siendo esto una muestra más de la importancia del estudio, y mucho más aun teniendo de conocimiento que edificaciones tipo A como colegios, hospitales, estadios, frente a algún desastre son quienes deben permanecer en perfecto estado en

referente a las demás para poder ser fuente de alojamiento de damnificados.
(RNE, 2016)

Yendo al sur del país, **Carrillo Gil y Alcayhuaman (2008)** nos relatan que un día después de haberse dado el terremoto en Pisco, los trabajos de investigación comenzaron a desarrollarse de los cuales se obtuvieron datos valiosos de aquel sismo de aproximadamente 8 grados que dio origen al fenómeno de licuefacción de suelos trayendo consigo desplazamientos, asentamientos, y pérdidas de la capacidad portante en la zona.

La problemática es totalmente particular y varía de magnitud en respuesta a cada movimiento sísmico dado, en cuanto al ámbito regional Lambayecano no existe mucho registro acerca de fenómenos de licuefacción debido a que de la misma manera no existe una amplia información acerca de sismos de gran intensidad, en consecuencia, la población está muy alerta puesto que conocen que se vive el día a día con un gran silencio sísmico, un registro bastante antiguo nos lo detalla **Cárdenas Alayo et. al. (2002)** donde nos comenta que el sismo de febrero de 1619, “causó la destrucción total de la ciudad de Trujillo, las Villas de Zaña y Santa fueron fuertemente afectadas, hubo un total de 350 muertos. Se produjo un denso agrietamiento en la zona epicentral, parece que la licuación de suelo saturado fue un fenómeno común, este fenómeno fue acompañado por expulsiones de agua gredosa, viscosa y pestilente.” Cabe resaltar que a pesar de la distancia del epicentro existieron los mismos fenómenos de licuefacción en la zona de Villas de Zaña que en cualquier otra zona mencionada antes, por lo que podemos pensar de que frente a un sismo de menor o similar magnitud causarían demasiado daño a esas zonas por ser altamente licuables.

En consideración de desarrollar este proyecto de investigación en la localidad de San José se trató de identificar antecedentes históricos de la zona referente a licuefacción de sus suelos para tener una visión del estado, sin embargo, no se han presentado fenómenos similares en consecuencia de que sismos de magnitudes elevadas no se han presentado en la zona, pero por el hecho de pertenecer a la zona costera de Lambayeque debe ser tomada en cuenta para ser motivo de estudios posteriores de este fenómeno.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

Frente a la elección del tema de investigación, se presentan los diversos antecedentes como respaldo:

- **INTERNACIONAL:**

Carabali Viafara (2014, p.70) Realizó investigación denominándola posteriormente como: “Determinación del Potencial de Licuación en Suelos a partir de Vibraciones Ambientales.”, quien mediante un extenso trabajo de comparar diversos estudios llega a la recomendación que; “Se plantea realizar un mapa que integre la geología de la ciudad y el riesgo a licuación de suelos, el cual será una herramienta importante tanto para el diseño de estructuras civiles como el plan de desarrollo y expansión de Santiago de Cali”. Justamente ese es uno de los propósitos principales del estudio del Potencial de Licuefacción de Suelos, poder fomentar los resultados para que sean de apoyo posterior a nuevos proyectos a través de mapas de zonificación de los resultados obtenidos.

Lara Yáñez (2013, p. 61) Denominó su estudio como: “Susceptibilidad de Licuefacción en la Comuna de Doñihue”; quien recomienda lo siguiente: “Contar con datos estacionales de nivel freático, a fin de elaborar mapas de susceptibilidad tanto para estación lluviosa como seca”.

Esto debería ser fundamental para un estudio siempre y cuando se cuente con los datos estacionales requeridos debido a que así se podrá tener en cuenta mucho más aún en la definición de los resultados en que tanto varía el potencial de licuefacción de suelos referente al cambio estacional de lluviosa a seca.

Brenes Quesada (2008, p. 61) Realizó su investigación en; “Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos”, concluyendo que: “Es recomendable la evaluación del potencial de licuación mediante el uso de los métodos de predicción basados en ensayos in situ. Dichos métodos se apoyan en correlaciones empíricas de algunas características de los suelos, obtenidas mediante pruebas de campo y ensayos simple de laboratorio (contenido de finos, plasticidad, entre otros), con el comportamiento de los mismos observados en sismos previos.”

Claro está de que para poder determinar el potencial de licuefacción de suelos existen métodos tanto complejos como los simplificados, en los cuales la mayoría utiliza ensayos in situ, tales como Ensayos de Penetración Estándar (SPT), Ensayos de Penetración Cónica (CPT), así como también en algunos Ensayos Triaxiales.

Alfaro Villagran (2013, p. 34) Tituló su trabajo de investigación como: “Comparación entre la Metodología para Evaluar el Potencial de Riesgo de Licuefacción y los Catastros realizados luego del Terremoto de 2010 en Concepción.”, quien concluye que: “En general el hecho de aumentar la magnitud sísmica en el análisis signífico que el 25% de las zonas aumentarán de riesgo, mientras el 75% se mantuvo con el mismo nivel”.

Este trabajo de investigación concluye algo fundamental que debe de ser tomado en cuenta para posteriores investigaciones en este ámbito, debido a que nadie puede determinar ni la magnitud ni mucho menos la fecha de un movimiento sísmico, siendo esto un pequeño inconveniente pero que se puede predecir a través de registros sísmicos en la zona de estudio, por ende un estudio que abarque ciertas magnitudes sísmicas relacionadas a los registros podrán tener a detalle una idea del potencial de licuefacción de suelos.

- **NACIONAL:**

Ayala Alarco (2010, p. 104) Fue quien llevó a su cargo el desarrollo de la investigación denominada: “Evaluación del Potencial de Licuación de Suelos de la Ciudad de Tambo de Mora”, llegando a la conclusión de que: “El método de análisis usado corresponde a las enseñanzas de los talleres del NCEER de 1996 y 1998, recopilados por Youd (2001). Cabe indicar que dicho método es el más aceptado y más actual mundialmente debido a que su origen pertenece al esfuerzo, conocimiento y experiencia de varios autores a nivel mundial”.

Como se vino mencionando existen métodos de evaluación, dentro de los simplificados se encuentra el NCEER, que es uno de los más usados por una de las actualizaciones realizadas en conjunto por especialistas geotécnicos estadounidenses.

- **REGIONAL:**

Huidobro Chicoma (2015, p. 180) Realizó la siguiente investigación: “Determinación del Potencial de Licuación de Suelos en el Casco Urbano de la Ciudad de Pícsi.”, en la cual concluyó diciendo que: “Debido a la presencia significativa de estratos de arenas sueltas limo arcillosos; a la latente posibilidad de la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud considerable y, con el respaldo de los reportes obtenidos en el análisis mediante el

método simplificado de Youd and Idriss, el cual considera 1 como mínimo valor de factor de seguridad para la no ocurrencia del fenómeno de licuación, se concluye que la Ciudad de Picsi está apoyada sobre estratos de suelos potencialmente licuables, debido a que los factores de seguridad no alcanzan el valor mínimo establecido por el método utilizado”.

El método de Youd and Idriss establece una relación directa entre la Resistencia Cíclica y el Esfuerzo Cíclico, que son datos obtenidos en el desarrollo de la investigación a través de ensayos de suelos in situ y registros sísmicos de la zona, mientras más detallado sea el muestreo, mejores resultados se obtendrán.

Fiestas Martínez y Tocto García (2015, p. 59) Ambos realizaron el presente trabajo de investigación denominado: “Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos en las Zonas Costeras de Pimentel y Santa Rosa, Provincia de Chiclayo.”, concluyendo lo siguiente: “El fenómeno de licuefacción de suelos se ha suscitado a nivel mundial y local, por lo que su estudio es relevante y debe considerarse muy importante para su mayor entendimiento, mitigación o para identificar con mayor exactitud las zonas en las cuales puede ocurrir.”

Cabe siempre resaltar que a pesar de ser un tema muy importante son muy pocos los investigadores que evalúan el tema en diversas zonas, pero que debería ser fundamental en todo proyecto frente a la determinación de las características físico – mecánicas del suelo determinadas de los estudios preliminares.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Descripción del Fenómeno de Licuefacción de Suelos

La licuefacción de suelos se puede definir de una manera simple, como la transformación brusca de un material granular no cohesivo en estado sólido a un estado líquido (por la presencia de nivel freático); a partir de una carga dinámica como los sismos. Según **Sladen et al. (como se citó en Ayala, 2010)** la licuación es un fenómeno donde la masa de suelo pierde un gran porcentaje de su resistencia al corte, al ser solicitado por cargas monotónicas, cíclicas o de impacto, y fluye de una manera semejante al de un líquido hasta que los esfuerzos de corte actuantes sobre la masa son lo suficiente bajos como la resistencia al corte reducido.

Este fenómeno llamó mucho más la atención de la ingeniería mundial a partir de los dos catastróficos terremotos ocurridos en 1964, hablamos de Alaska, el 27 de marzo y Niigata el 16 de junio, con magnitudes (M_w) iguales a 9.2 y 7.5 en la escala de Richter respectivamente, donde enormes pérdidas económicas y humanas fueron el resultado de diversos desplazamientos laterales y fallas de flujo (**García, Romo y Ovando, 2011, p. 1**).

Todo esto debido a que se ha demostrado según pruebas de laboratorio, que un drenaje oscilatorio debido al movimiento sísmico puede aumentar la presión del agua en los poros en un suelo totalmente saturado (**Sánchez, 2013**). Así mismo según **Parra D. (como se citó en Huidobro, 2015, p. 73)**, afirma que, al momento de vivenciar un terremoto, no existe tiempo alguno para que el agua contenido en los poros del material granular saturado sea expulsada; trayendo consigo el incremento en la presión de agua, quien a la vez reduce la fuerza de contacto entre las partículas del suelo, y este pierde su resistencia.

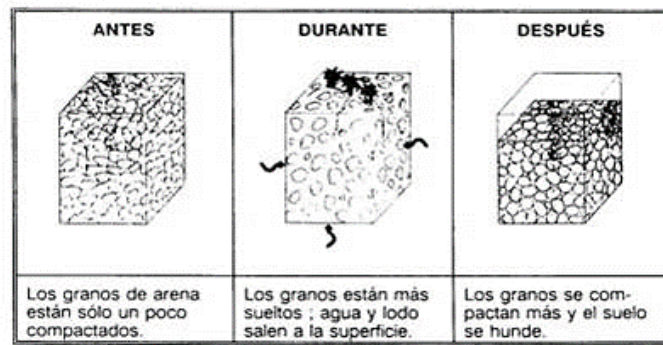


Figura 1. Representación gráfica del comportamiento de las partículas del suelo saturado durante un movimiento sísmico.

Finalmente, podemos definir la licuefacción de suelos, como un fenómeno natural que ocurre por lo general en suelos granulares no cohesivos y saturados a partir del incremento de la presión en los poros inducido por movimientos dinámicos como los sismos, que traen consigo la pérdida total de su capacidad mecánica de resistencia al corte.

1.3.2. Comportamiento del Suelo durante la Licuefacción

Al emplear la palabra licuefacción nos estamos refiriendo a muchos fenómenos relacionados con efectos muy similares; pero a pesar de ello los mecanismos que los causan son diferentes, todo esto afirmado por **Johansson (como se citó en Huidobro, 2015, p. 82)**. Es decir, la licuefacción en lo particular no viene siendo destructiva, a no ser que se dé el caso de que venga acompañada de alguna pérdida de carga, desplazamiento o falla del terreno, como consecuencia si resultaría una amenaza para las edificaciones. Dentro de estos fenómenos, los más conocidos, estudiados y básicos son: flujo por licuefacción y movilidad cíclica.

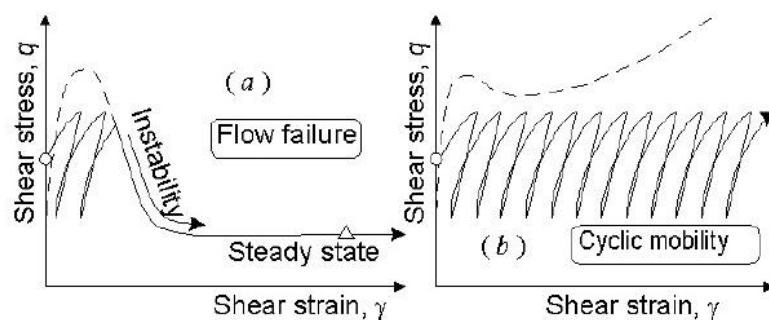


Figura 2. (a). Flujo por Licuefacción y (b). Movilidad Cíclica (Yoshimine & Ishihara, 1998).

1.3.2.1. *Flujo por Licuefacción*

El flujo por licuefacción es el fenómeno más catastrófico de entre los mencionados, debido a que produce los más grandes daños a las estructuras de índole ingenieril. De acuerdo a (**Kramer, 1996**), “las fallas por flujo ocurren cuando el esfuerzo de corte requerido para el equilibrio estático de una masa de suelo (esfuerzo de corte estático) es mayor que el esfuerzo de corte del suelo en su estado licuado”; es decir que las grandes deformaciones realmente son ocasionadas por los esfuerzos cortantes estáticos, en este caso los esfuerzos cíclicos son los encargados de lograr que la masa de suelo pase a un estado inestable y se produzca la pérdida de resistencia; por ende genere la falla por flujo.

En muchos de los casos presentados a nivel mundial, este fenómeno se ha visto caracterizado por grandes desplazamientos de masa de suelo en proporciones agigantadas, así como también a velocidades por encima de los diez kilómetros por hora a lo largo de taludes relativamente empinados con pendiente superior a los 3° (**Quijada, 2008, p. 25**).

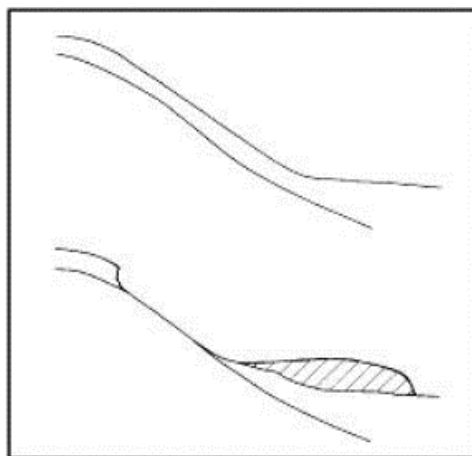


Figura 3. *Falla de Flujo causada por Licuefacción (Youd, 1992).*

1.3.2.2. Movilidad Cíclica

Este segundo fenómeno denominado Movilidad Cíclica, a diferencia de las fallas por flujo, se presente cuando el esfuerzo de corte estático es menor que el esfuerzo de corte del suelo licuado (**Kramer, 1996**); estas deformaciones se incrementan durante el desarrollo del movimiento cíclico (terremoto). Por lo tanto, esto quiere decir, que el fenómeno se produce tanto por el esfuerzo cortante cíclico como también por el esfuerzo cortante estático.

Dentro de los efectos relacionados más conocidos a nivel de reportes, se encuentran generalmente los desplazamientos laterales y los volcanes de arena como señalan **Kramer y Stewart (2004)**; este último debido a la alta presión de poros que se genera durante el movimiento, ocasionando que fluyan de manera casi inmediata las partículas de suelo hacia la superficie del terreno a través de grietas y se formen los volcanes de arena (**Johansson, 2000**).

1.3.3. Factores que influyen en el Desarrollo de la Licuefacción de Suelos

1.3.3.1. Factores Sísmicos

- **Intensidad del Movimiento Sísmico:**

Queda claro tras las evidencias registradas que los efectos de licuefacción están directamente relacionados con los movimientos sísmicos; y más aún en correlación con su intensidad en especial en la costa y nor-oriental del territorio peruano (**Silgado, 1978**).

- **Magnitud del Movimiento Sísmico:**

Como se mencionaba anteriormente, la magnitud sísmica tiene relación directa con los fenómenos básicos de la licuefacción; según **Ayala (2010)** “está relacionado con la magnitud de los esfuerzos y deformaciones inducidos en el terreno, dependiendo de la distancia hipocentral, así como de las características de los

estratos por la que pasen las ondas del sismo”. A su vez **Ambraseys (como se citó en Gonzáles, 2015)**, realizó un estudio para poder estimar la distancia máxima en la que ocurrirá el fenómeno de licuefacción, para ello graficó a partir de datos históricos, la distancia epicentral y la zona de ruptura (Figura 4).

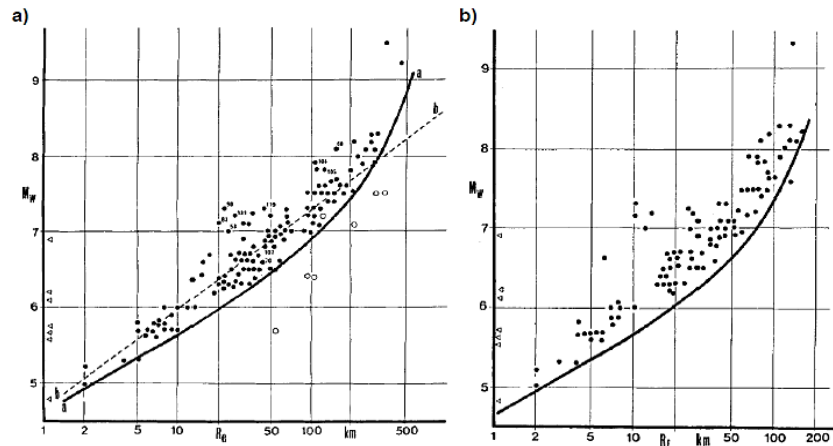


Figura 4. Relación entre (a). Distancia Epicentral y (b). Línea de Ruptura a lugares de Licuefacción y Magnitud de momento (Ambraseys, 1988).

A partir de esto se propuso las siguientes ecuaciones para la distancia máxima de licuefacción en función de la magnitud del terremoto M_w :

$$M_w = -0.31 + 2.65 \times 10^{-8} \cdot R_e + 0.99 \times \log(R_e) \quad (01)$$

$$M_w = 0.18 + 9.20 \times 10^{-8} \cdot R_f + 0.90 \times \log(R_f) \quad (02)$$

donde;

M_w : Magnitud de momento.

R_e : Distancia epicentral (cm).

R_f : Distancia a ruptura (cm).

Se pudo deducir según los registros y posteriormente el gráfico que cuando el movimiento sísmico posee una magnitud baja, sus áreas de ruptura son menores, por ende, ambas distancias tanto la epicentral como la de línea de ruptura son semejantes. Sin embargo, al ser un sismo de gran magnitud, ambas distancias discrepan y sus áreas de rupturas son extensas (**Gonzáles, 2015**).

- **Duración del Movimiento Sísmico:**

Por lo general la duración de los sismos es variable, en algunas excepciones con duraciones extensas, pero para este caso los sismos con duraciones cortas son los más letales debido a que no permite la disipación de presión de poros, generando la condición no drenada en los suelos granulares saturados, trayendo consigo el aumento del esfuerzo, y finalmente convirtiéndose en licuefacción.

1.3.3.2. Factores Geológicos y Geotécnicos

- **Registros Históricos:**

Cabe recalcar que casi en su totalidad los registros de licuefacción se dan en condición posterior al sismo, lo que ha sido de mucho ayuda para poder identificar que en las zonas donde se registró este fenómeno, en otras ocasiones nuevamente vuelve a ocurrir, todo esto siempre y cuando se mantengan las condiciones del suelo y de nivel freático según **Youd (como se citó en Ayala, 2010)**.

- **Factores Geológicos:**

Dentro de los factores geológicos más relevantes, destacan los ambientes de deposición y la edad misma del depósito (**Youd y Hoose, 1977**); por lo general los suelos más propensos son los jóvenes, puesto que los antiguos cuentan con dos factores de respaldo que incrementa su resistencia, la compactación y otros procesos químicos; una regla general es que los depósitos anteriores al pleistoceno tardío (> 500.000 años de antigüedad) son poco probables a licuar, mientras que los depósitos del holoceno tardío en adelante (< 3.000 años de antigüedad) tienen mayor probabilidad a licuar (**Lara, 2013 p. 16**).

Tabla 1. Susceptibilidad de los Depósitos a licuar (Posterior a Youd and Perkins, 1978 y obtenido de FHWA, 1997)

Tipo de Depósito	Distribución general de sedimentos no cohesivos en los depósitos	Probabilidad que sedimentos no cohesivos saturados sean susceptibles a la licuación (por edad de depósito)			
		<500 años	Holoceno	Pleistoceno	Pre - Pleistoceno
Depósitos Continentales					
Cauce de río	Localmente variable	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
Llanura de inundación	Localmente variable	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Abanico y llanura aluvial	Extendido	—	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Terrazas y llanuras marinas	Extendido	Moderado	Bajo	Bajo	Muy bajo
Delta y abanico deltaico	Extendido	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Lacustre y playas	Variable	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Coluviales	Variable	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Taludes	Extendido	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Dunas	Extendido	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Loess	Variable	Alto	Alto	Alto	Muy bajo
Morrena	Variable	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Toba volcánica	Raro	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Tefra	Extendido	Alto	Alto	—	Muy bajo
Suelos residuales	Raro	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Sebkha	Localmente variable	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Zona Costera					
Delta	Extendido	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo
Estuarino	Localmente variable	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Playa					
Marea alta	Extendido	Moderado	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Marea baja	Extendido	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Lagunar	Localmente variable	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Franja costera	Localmente variable	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Artificial					
Relleno no compactado	Variable	Muy alto	—	—	—
Relleno compactado	Variable	Bajo	—	—	—

- **Factores Granulométricos del Suelo:**

La granulometría de un suelo es uno de los factores más importantes y determinantes para que se desarrolle el fenómeno de licuefacción, en particular si este posee una granulometría uniforme o pobremente gradada. Generalmente se asocia esta característica a las arenas limpias o finas quienes son las más propensas a licuar en comparación con las gruesas. **Chang y Ko (1982)** afirman que el potencial de licuefacción de arenas limpias, se ve directamente afectado por el tamaño medio del grano mucho más que por su coeficiente de uniformidad (Cu); esto quiere decir que, a menor diámetro de partícula, menor resistencia a la licuefacción.

Así mismo **Berrit et al. (1993)** generó límites dentro de una hoja granulométrica para suelos uniformemente gradados (Figura 5).

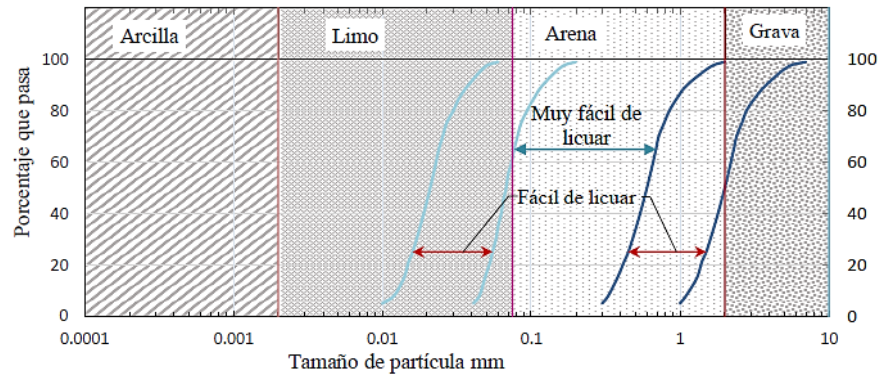


Figura 5. Evaluación de la Susceptibilidad a la Licuefacción de Suelos mediante Curvas Granulométricas (Berrit et al., 1993 extraído de Díaz, 2006).

Y de la misma manera se generaron curvas granulométricas con importantes reportes históricos de licuefacción (Figura 6).

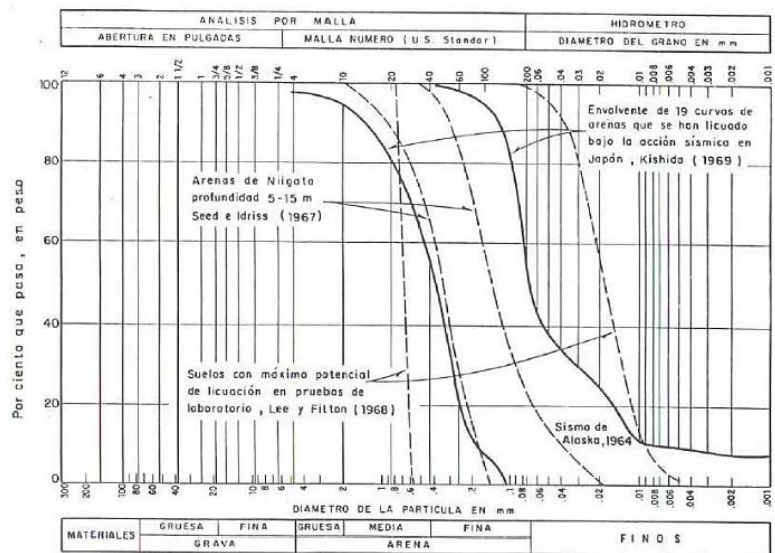


Figura 6. Granulometría de Suelos que han Licuado (Henríquez Pantaleón, 2013).

- **Factores de Plasticidad y Contenido de Finos:**

Este factor ha ido evolucionando con el tiempo y tras investigaciones arduas de diferentes autores, como el de Wang, Seed e Idriss, el criterio chino modificado que en principios fue utilizado para definir de manera preliminar los estudios de licuefacción; así como el Andrews y Martín.

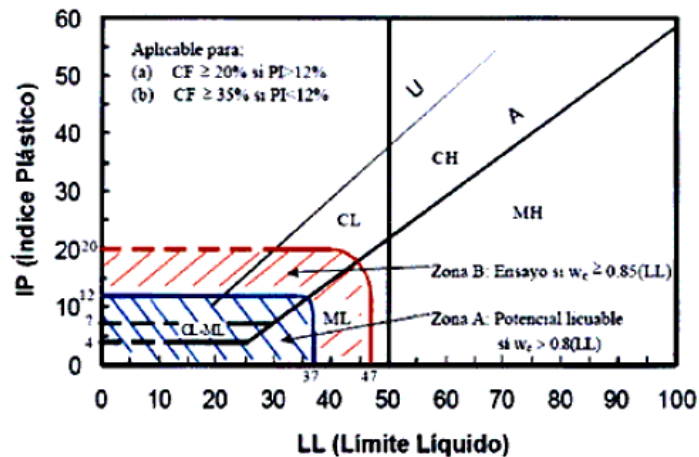


Figura 7. Susceptibilidad a la Licuefacción de acuerdo al tipo de Suelo (R.B. Seed et al., 2003).

Luego de todas esas investigaciones **R.B. Seed et al. (2003)**; presentan el siguiente gráfico (Figura 7), donde indican 3 zonas en particular; la zona A (color azul) incluye a los suelos potencialmente susceptibles a la licuefacción, los suelos dentro de la zona B (color rojo) podrían ser aptos a licuar, mientras que los pertenecientes a la zona C o lo restante, no lo son.

- **Factores del Estado del Suelo:**

“El estado inicial de un suelo es definido por su densidad y su esfuerzo efectivo, puede considerarse susceptible cuando posea un esfuerzo efectivo dado y asimismo presente densidades entre 30% a 60% (muy suelto o medianamente denso)” **Ayala (2010, p. 11)**. Por lo general el fenómeno de licuefacción ocurre en suelos sueltos, saturados y no cohesivos, y bajo los factores anteriormente mencionados.

1.3.3.3. Factores de Nivel Freático

Forma parte de los factores principales para que se dé el fenómeno de licuefacción, debido a que este solo se produce en suelos saturados, por ende, mientras más elevado se encuentre el nivel freático, más susceptible es a licuar.

1.3.4. Metodología de Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos

1.3.4.1. Metodología Simplificada

La metodología para el análisis del potencial de licuefacción de suelos se realiza asiduamente a través de pruebas in situ, por lo general a partir de métodos simplificados. El más usado mundialmente y quizás más conocido el propuesto por **Seed & Idriss (1971)**; el cual básicamente hace uso de los datos obtenidos del Ensayo de Penetración Estándar (SPT, por sus siglas en inglés *Standard Penetration Test*) para caracterizar la resistencia del suelo, una vez obtenido ello, se procede a caracterizar la sollicitación sísmica a partir de registros históricos, para al final poder calcular el factor de seguridad. Dicho factor ha sido definido como la razón entre la capacidad y la demanda según **Green (2001, como se citó en Huidobro, 2015 p. 89)**.

$$FS = \frac{CRR_{7.5}}{CSR} \quad (03)$$

Donde:

CRR_{7.5}: Cyclic Resistance Ratio (resistencia cíclica del suelo para un sismo de Mw = 7.5).

CSR: Cyclic Stress Ratio (demanda sísmica del terreno).

“Este método fue desarrollado a partir de evidencias de licuación en diversos sitios, consistente en volcanes de arena, fisuras en el suelo y desplazamientos laterales (**González, 2015**). Posteriormente a su presentación, se vinieron realizando más investigaciones para poder mejorar este método.

1.3.4.2. Caracterización de la Carga Cíclica (CSR)

Uno de los primeros pasos para aplicar la metodología simplificada de análisis del potencial de licuefacción de suelos es caracterizar y calcular la carga cíclica. De acuerdo a **Day (2002 como se citó en Huidobro, 2015 p. 90)**, para desarrollar la ecuación CSR de un terremoto, se considera una columna de suelo por unidad de ancho y longitud (área de 1 m²), con profundidad “z” variable, que a la vez se comporta como un cuerpo rígido en respuesta a la aceleración máxima proveniente del terremoto. Por ende, la ecuación se puede expresar de la siguiente manera de acuerdo a la ecuación general del movimiento:

$$\tau_{m\acute{a}x} = F = \left(\frac{W}{g}\right) a = \left(\frac{\gamma_t \cdot z}{g}\right) a_{m\acute{a}x} = \sigma_{v0} \left(\frac{a_{m\acute{a}x}}{g}\right) \quad (04)$$

Donde;

$\tau_{m\acute{a}x}$: Tensión de corte máxima.

F : Fuerza sísmica horizontal.

γ_t : Peso unitario total del suelo.

z : profundidad del estrato de suelo a evaluar desde la superficie.

g : Aceleración de la gravedad.

$a_{m\acute{a}x}$: Aceleración máxima horizontal.

σ_{v0} : Tensión vertical total en la base del estrato de suelo evaluado.

A esta ecuación posteriormente se le divide entre la tensión efectiva; pero aparte de ello Seed e Idriss añadieron un factor de reducción de profundidad (r_d), quedando de esta manera:

$$\frac{\tau_{m\acute{a}x}}{\sigma'_{v0}} = r_d \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}\right) \left(\frac{a_{m\acute{a}x}}{g}\right) \quad (05)$$

Finalmente, **Kramer y Stewart (2004)** asignan un factor de reducción del 65%, debido a que generalmente la tensión de corte cíclica equivalente asume ese porcentaje con respecto a la tensión de corte máxima según investigaciones realizadas. Es por ello que la ecuación final para la obtención de la Carga Cíclica queda definida como:

$$CSR = \frac{\tau_{m\acute{a}x}}{\sigma'_{v0}} = 0.65r_d \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \left(\frac{a_{m\acute{a}x}}{g} \right) \quad (06)$$

Cabe destacar que para poder desarrollar debemos tener en cuenta muy en claro las profundidades asumidas y a la vez el factor de reducción por profundidad, este factor según **Youd et al. (1997)** puede calcularse a través de estas fórmulas considerando el valor de z en metros:

$$r_d = 1.000 - 0.00765z \quad \text{para } z \leq 9.15 \text{ m} \quad (07)$$

$$r_d = 1.174 - 0.02670z \quad \text{para } 9.15 \text{ m} < z < 23.00 \text{ m} \quad (08)$$

$$r_d = 0.744 - 0.00800z \quad \text{para } 23.00 \text{ m} < z \leq 30.00 \text{ m} \quad (09)$$

$$r_d = 0.500 \quad \text{para } z > 30.00 \text{ m} \quad (10)$$

Pero para el caso en que se trabaje el método en sistemas computacionales y facilitar el cálculo número del factor de reducción por profundidad se toma la decisión de formular la siguiente ecuación a partir de los estudios de Youd et al (1997).

$$r_d = \frac{1 - 0.4113z^{0.5} + 0.04052z + 0.001753z^{1.5}}{1 - 0.4177z^{0.5} + 0.05729z - 0.006205z^{1.5} + 0.00121z^2} \quad (11)$$

Por último, es necesario recalcar que esta ecuación no ha sido verificada para evaluaciones con profundidades mayores a 15 metros, por lo que se debe tener en cuenta cuando se sobrepase esas medidas (**Lindao y Polonio 2014, p. 45**).

1.3.4.3. Caracterización de la Resistencia Cíclica (CRR)

Caracterizar la resistencia a la licuefacción de suelos se expresa a través del término Cyclic Resistance Ratio (CRR) que corresponde al inicio de proceso de licuado en relación a la tensión cíclica; para ello se utilizan varios ensayos in situ, debido a que en sus inicios cuando se trabajaba con ensayos de laboratorio las muestras eran muy inalteradas lo que dificultaba el estudio; a la actualidad el ensayo más usado es el de Penetración Estándar (SPT), pero aparte de ello también se puede trabajar con el ensayo de penetración de cono (CPT), mediciones de velocidad de corte (SV), el ensayo de penetración Becker (BPT), entre otros que pueden ser muchos más costosos; y que sin embargo no difieren sus resultados debido a que la elección del ensayo depende muchas veces de la disponibilidad del equipo o del área de estudio (Youd et al., 1997).

Tabla 2. Comparación de ventajas y desventajas de los diversos ensayos in situ utilizados para evaluar el Potencial de Licuefacción de Suelos (Youd et al., 1997).

Características	Ensayo			
	SPT	CPT	Vs	BPT
Numero de mediciones en casos de licuación	Abundante	Abundante	Limitado	Escaso
Tipo de comportamiento tensión-deformación inducido por el ensayo	Parcialmente drenado, grandes deformaciones	Drenado, grandes deformaciones	Pequeñas deformaciones	Parcialmente drenado, grandes deformaciones
Control de calidad y repetitividad	Bueno	Muy bueno	Bueno	Pobre
Detección de variabilidad en los depósitos de suelos	Bueno	Muy bueno	Mala	Mala
Tipos de suelos en los cuales el ensayo se recomienda	No en gravas	No en gravas	Todos	Gravas
El ensayo permite obtener una muestra de suelo	Si	No	No	No
Propiedades medidas por el ensayo	Índices	Índices	Mediciones	Índices

1.3.4.4. Evaluación de la Resistencia Cíclica basada en el Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

1.3.4.4.1. Descripción del Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

El ensayo de penetración estándar, es frecuentemente uno de los más utilizados para los sondeos in situ, tiene como finalidad medir la resistencia del suelo de acuerdo al número de golpes obtenidos en campo; a partir del hincado de un tubo

muestreador de 50.80 mm (2 pulgadas) de diámetro. Esta caña partida es uno de los beneficios con los que cuenta el equipo a comparación de los otros anteriormente mencionados; puesto que se obtienen muestras para poder ser trabajadas posteriormente en laboratorio una vez concluido el hincado por estratos.

El ensayo consiste básicamente en introducir el tubo muestreador en tramos de 450 mm (18 pulgadas) dentro del suelo con el apoyo del martillo de 63.50 Kg (140 libras) de peso que cae de manera libre desde una altura de 760 mm (30 pulgadas). Según la norma ASTM D-1586, se registran los golpes cada 150 mm (6 pulgadas), pero para evaluar la resistencia solo se consideran los golpes del segundo y tercer tramo. Este valor es denominado N. Cabe destacar que, si durante el ensayo se superan los 50 golpes por tramo, este finaliza.

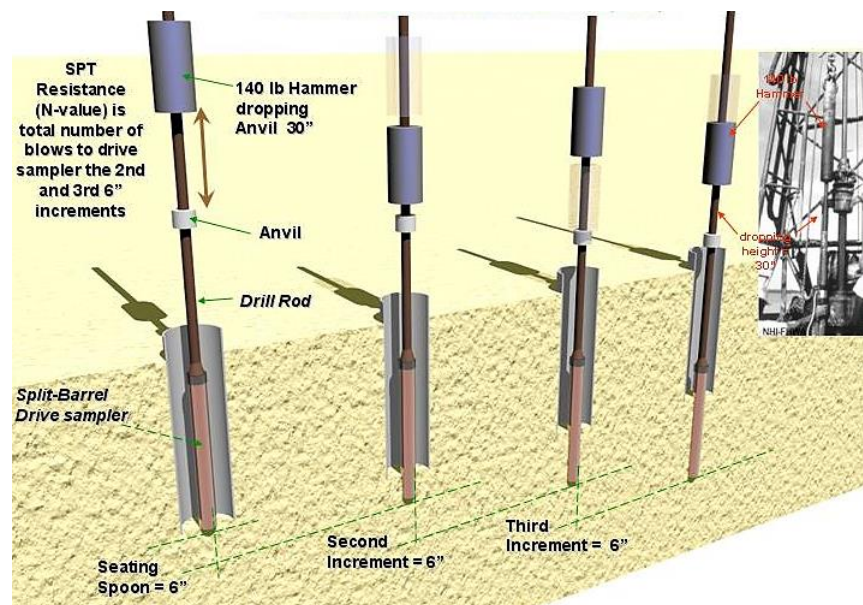


Figura 8. Procedimiento de perforación del Ensayo de Penetración Estándar - SPT (Geotechnical and Foundation Engineering, 2015)

1.3.4.4.2. Correcciones para el SPT

Desde un inicio se propusieron distintas correcciones para el ensayo de penetración estándar, con la finalidad de llevar el valor de N a uno estandarizado mundialmente, alcanzando una energía total del 60% del ensayo; dentro de ellos se propuso la corrección C_N para poder modificar el valor del número de golpes (N) con respecto a la profundidad. Youd e Idriss (1997) propusieron lo siguiente con respecto al esfuerzo efectivo:

$$C_N = \sqrt{\frac{P_a}{\sigma'_{v0}}} \leq 2.00 \quad (12)$$

Para;

σ'_{v0} : Esfuerzo efectivo (Kg/cm^2).

P_a : Presión atmosférica = $1 Kg/cm^2$.

Así mismo se aplican las demás correcciones como se mencionó anteriormente, tales como la corrección por relación de energía del martillo (C_E) la cual permitirá la estandarización del valor N al 60%, la corrección por diámetro de perforación (C_B), la corrección por longitud de caña (C_R) y finalmente la corrección por el tipo de muestreador (C_S). La siguiente tabla comprende los siguientes valores:

Tabla 3. Factores de corrección para los valores de N obtenidos del Ensayo de Penetración Estándar (Youd et al., 1997).

Factor	Variable	Símbolo	Corrección
Presión de sobrecarga		C_N	$(P_a/\sigma'_{v0})^{0.5}$ $C_N \leq 2$
Relación de energía	Martillo Cilíndrico	C_E	0.5 – 1.0
	Martillo de seguridad		0.7 – 1.2
	Martillo automático Cilíndrico		0.8 – 1.3
Diámetro de perforación	65 – 115 mm	C_B	1.00
	150 mm		1.05
	200 mm		1.15
Longitud de varilla	3 – 4 m	C_R	0.75
	4 – 6 m		0.85
	6 – 10 m		0.95
	10 – 30 m		1.00
	> 30 m		< 1.00
Tipo de muestreador	Cuchara estándar	C_S	1.0
	Cuchara sin liners		1.1 – 1.3

Para concluir, el valor de N del Ensayo de Penetración Estándar quedaría dado por la siguiente ecuación:

$$(N_1)_{60} = N_m C_N C_E C_B C_R C_S \quad (13)$$

Donde;

$(N_1)_{60}$: Número de golpes de SPT corregido y estandarizado al 60%.

N_m : Número de golpes del SPT obtenido en campo.

1.3.4.4.3. Curva Base para Arenas Limpias

Youd (2001), mejoró y propuso la siguiente ecuación para calcular la resistencia cíclica del suelo (CRR) a partir de la ecuación hecha por Seed e Idriss en 1982 para las curvas bases para arenas limpias:

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60CS}} + \frac{(N_1)_{60CS}}{135} + \frac{50}{[10(N_1)_{60CS} + 45]^2} - \frac{1}{200} \quad (14)$$

Donde; $(N_1)_{60CS}$ es el número de golpes normalizado del ensayo de penetración estándar para una sobrecarga de aproximadamente 100kPa y una eficiencia del martillo al 60%; también se hace previa la corrección por contenido de finos.

1.3.4.4.4. Corrección por Contenido de Finos

Con respecto a la ecuación anterior, una de sus condiciones para ser evaluada es que contenga un porcentaje de finos menor al 5%, en caso que sea superado se plantea la siguiente ecuación para corregir y obtener una resistencia a la penetración equivalente a la de las arenas limpias para terremotos de magnitud de 7.5 (**Youd et al., 1997**):

$$(N_1)_{60CS} = \alpha + \beta (N_1)_{60} \quad (15)$$

Donde α y β son los coeficientes que se pueden determinar de la siguiente manera:

$$\alpha = 0 \quad \text{para } FC \leq 5\% \quad (16)$$

$$\alpha = \exp \left[1.76 - \left(\frac{190}{FC^2} \right) \right] \quad \text{para } 5\% \leq FC \leq 35\% \quad (17)$$

$$\alpha = 5.0 \quad \text{para } FC \geq 35\% \quad (18)$$

$$\beta = 1.0 \quad \text{para } FC \leq 5\% \quad (19)$$

$$\beta = 0.99 + \left(\frac{FC^{1.5}}{1000} \right) \quad \text{para } 5\% \leq FC \leq 35\% \quad (20)$$

$$\beta = 1.2 \quad \text{para } FC \geq 35\% \quad (21)$$

1.3.4.5. Correcciones para el Análisis del Potencial de Licuefacción

1.3.4.5.1. Corrección por Magnitud de Sismo

El factor de corrección por magnitud de sismo o Magnitud Scaling Factor (por sus siglas en inglés, MSF), fue planteado por Seed e Idriss en un principio con el propósito de realizar una corrección final a la ecuación del CSR debido a que las ecuaciones trabajadas para el CRR son en relación a un sismo de magnitud 7.5. Estos factores han sido estudiados por diversos autores, y Youd et al. (1997) los presenta en la siguiente tabla resumen:

Tabla 4. Valores de factores de escala de magnitud de sismo definidos por varios autores (Youd et al., 1997).

Magnitud	Seed e Idriss	Idriss	Ambraseys	Arango (1996)		Andrus y Stokoe	Youd y Noble		
				Distance	Energy		PL<20%	PL<32%	PL<50%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
5.5	1.43	2.20	2.86	3.00	2.20	2.80	2.86	3.42	4.44
6.0	1.32	1.76	2.20	2.00	1.65	2.10	1.93	2.35	2.92
6.5	1.19	1.44	1.69	1.60	1.40	1.60	1.34	1.66	1.99
7.0	1.08	1.19	1.30	1.25	1.10	1.25	1.00	1.20	1.39
7.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00
8.0	0.94	0.84	0.67	0.75	0.85	0.80			0.73
8.5	0.89	0.72	0.44			0.65			0.56

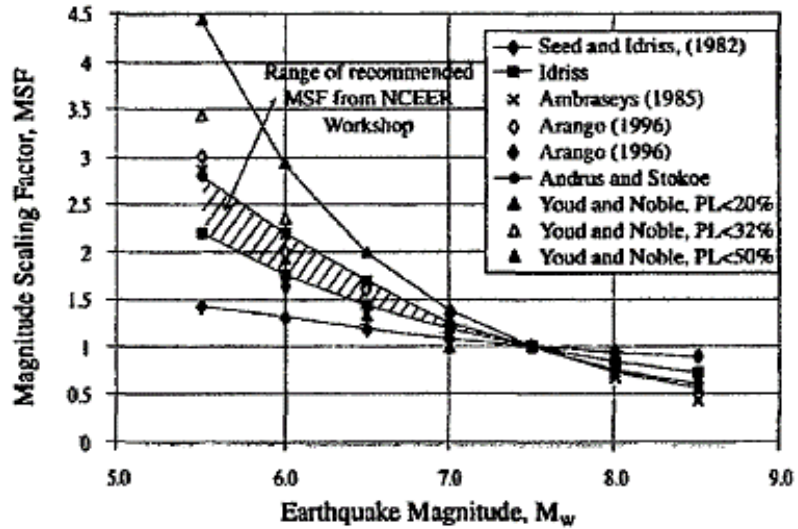


Figura 9. Gráfico de los factores de escala de magnitud definidos por varios autores (Youd et al., 1997).

En este último gráfico (Figura 9), Youd et al., (1997) recomienda usar los valores dentro del rango sombreado debido a que el resto no son lo suficientemente conservadores al momento de evaluar para el caso de magnitudes superiores a 7.5. Finalmente se puede apreciar que los valores que forman parte de la columna 3 de la Tabla 4 pertenecen a Idriss y son los más recomendados para el caso de sismos mayores a ese rango.

En cuanto a los valores para sismos inferiores se recomienda usar los factores entre los rangos de Idriss y los propuestos por Andrus y Stokoe (columna 7, Tabla 4). Esto quiere decir que, para cálculos más exactos, las condiciones serían las siguientes:

$$MSF = \frac{MSF_{Andrus-Stokoe} + MSF_{Idriss}}{2} \quad M \leq 7.5 \quad (22)$$

$$MSF = MSF_{Idriss} \quad M > 7.5 \quad (23)$$

Donde;

$$MSF_{Andrus-Stokoe} = \left(\frac{7.50}{M}\right)^{3.3} \quad y \quad MSF_{Idriss} = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}} \quad (24-25)$$

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera mediante el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos se podrá determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Se detalla el mérito base del desarrollo de este proyecto de investigación en los siguientes ámbitos:

- **TÉCNICO:** Técnicamente se justifica que mediante el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos se determinará Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque para posteriormente ser estudios base de nuevas estructuras.
- **SOCIAL:** Creará un ambiente de calidad y seguridad en los pobladores al tener de conocimiento las zonas más vulnerables al fenómeno de licuefacción frente a amenazas sísmicas diferentes y con ello tener en cuenta para futuras edificaciones; de igual manera se realiza esta investigación en la localidad de San José por ser conjuntamente con Puerto Eten, Pimentel, Santa Rosa, Chérrepe y Lagunas uno de los poblados que alberga en su totalidad a personas dedicadas a la pesca en el Litoral Lambayecano.
- **CIENTÍFICO:** Se justifica en el ámbito científico debido a que se emplean métodos científicos, y empíricos en la mecánica de suelos para la recolección de datos y posteriormente para el trabajo de gabinete.

1.6. HIPÓTESIS

“Analizar el Potencial de Licuefacción de Suelos, permite determinar las Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad de San José, Lambayeque.”

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

Analizar el Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información preliminar del Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos para el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.
- Identificar la Amenaza Sísmica para el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.
- Sustentar los resultados del Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según los requerimientos del tipo de investigación del proyecto se opta por usar un Diseño Aplicado – Descriptivo; y se representa de la siguiente manera:

$$M \leftarrow O_{xy} ; \text{dónde:}$$

- M = Muestra de estudio.
- O_x = Información a recoger sobre Potencial de Licuefacción de Suelos.
- O_y = Información a recoger sobre Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno.

2.2. VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. Variable

- **VARIABLE INDEPENDIENTE:** Potencial de Licuefacción de Suelos.
- **VARIABLE DEPENDIENTE:** Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno.

2.2.2. Operacionalización

Tabla 5. Operacionalización de Variables.

VARIABLE DEPENDIENTE					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS	<p>FALCÓN (p. 02) nos define claramente que: “La licuefacción es un proceso natural mediante el cual determinados tipos de suelo pierden bruscamente su resistencia mecánica ante una carga dinámica rápida como puede ser un sismo, o en menor medida, una tronadura. La pérdida de resistencia mecánica del suelo implica que este se comporta momentáneamente de modo similar a un fluido, siendo capaz de migrar generando importantes deformaciones en el sustrato.”</p>	<p>La Licuefacción de Suelos es el fenómeno que ocurre por lo general en zonas con alta presencia de arenas, arenas limosas, arenas mal gradadas con un nivel freático elevado, que en respuesta a un movimiento sísmico la presión de poros del suelo se eleva trayendo consigo la pérdida de capacidad portante inicial, así como también el descenso de su resistencia al corte y otras características físico – mecánicas de este, trayendo consigo una serie de desastres, por ello existe el método de evaluación con el cual se podrá determinar el potencial de licuefacción de suelos a partir de la</p>	<p>1. INFORMACIÓN PRELIMINAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Localización. • Clima. • Topografía. • Geomorfología. 	NOMINAL
			<p>2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Densidades. • Granulometría. • Límite Líquido (LL). • Límite Plástico (LP). • Contenido de Humedad. • Perfiles Estratigráficos. • SPT (Standard Penetration Test). 	

		obtención de información preliminar, así mismo de las características físico – mecánicas obtenida de los estudios de suelos y de un amplio conocimiento de la amenaza sísmica que atenta la localidad en estudio.	3. AMENAZA SÍSMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Periodos de Retorno. • Magnitud Sísmica. • Intensidad Sísmica. • Duración del movimiento sísmico. • Aceleraciones. 	
VARIABLE INDEPENDIENTE					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO	FERNÁNDEZ DIEGUEZ (p. 01) menciona que, para obtener la zonificación del Potencial de Licuefacción de Suelos, ellos: “Evaluaron las condiciones ingeniero-geológicas y las particularidades sísmicas que propician este fenómeno. Se calculó el factor de seguridad corregido después de determinar las intensidades máximas posibles, a partir de magnitudes sísmicas que puedan provocar licuefacción en el área de estudio. Se obtuvo como resultado el esquema de susceptibilidad a la licuefacción, a partir del cual se concluye que los sectores de mayor susceptibilidad a la ocurrencia de licuefacción ante sismos de magnitudes entre 7 y 8 se ubican hacia el centro-este de la zona de estudio”.	Las Zonas Altamente Vulnerables a este fenómeno de Licuefacción son determinadas a partir de la Evaluación de este, que mediante la relación de los resultados obtenidos del previo análisis del Esfuerzo Cíclico y la determinación de la Resistencia Cíclica se podrán obtener factores de seguridad con los que cuales se logrará zonificar dicha localidad en estudio, trayendo como resultados mapas de zonificación.	1. RESULTADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la Resistencia Cíclica (CRR). • Evaluación del Esfuerzo Cíclico (CSR). • Factor de Seguridad. • Zonificación de Suelos susceptibles a licuefacción. 	NOMINAL

FUENTE: Elaborado por el Investigador.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. Población

Comprendida por los suelos de la localidad San José, Lambayeque.

2.3.2. Muestra

Comprende seis (06) sondeos ubicados estratégicamente en el área que abarca los suelos del Cercado de San José, Lambayeque.

2.3.3. Muestreo

Muestreo No Probabilístico por Conveniencia, debido a los elevados costos para realizar un estudio para toda la localidad, y a la vez respetando los parámetros brindados por la Municipalidad Distrital de San José, quienes, en efecto a una solicitud enviada para los permisos necesarios, se llevó a cabo una reunión con el alcalde y se pudo llegar al acuerdo parcial para el Estudio de Mecánica de Suelos.



Figura 10. Ubicación de Sondeos y delimitación del área de estudio (Fuente: Google Earth).

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el presente proyecto de investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

➤ TÉCNICAS:

• TÉCNICAS DE GABINETE:

Se emplearon fichas bibliográficas, de resumen, de comentario y textuales que servirán para organizar la estructura del marco teórico de la investigación.

• TÉCNICAS DE CAMPO:

- **Reconocimiento de zona de estudio:** con la finalidad de tener una visión inicial del terreno.
- **Excavación de calicatas:** con la finalidad de posteriormente obtener las muestras para laboratorio y desarrollar los ensayos in situ.
- **Muestreo de suelos:** con la finalidad de extraer las muestras para ser evaluadas en laboratorio.
- **Ensayos In Situ:** con la finalidad de obtener datos del Ensayo de Penetración Estándar.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento de datos del estudio de Mecánica de Suelos y los cálculos para el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos se utilizó el programa Microsoft Excel 2016, en cuanto a la elaboración de planos se empleó el software AUTOCAD 2017.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Acorde a los principios éticos implantados por la Universidad César Vallejo y los adquiridos a lo largo de la formación del investigador se trabajó con los siguientes:

- Respeto por el medio ambiente y la biodiversidad.
- Responsabilidad política y social.
- Confidencialidad de datos y veracidad de resultados.

III. RESULTADOS

3.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR DE LA ZONA

3.1.1. LOCALIZACIÓN

3.1.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La localidad de San José forma parte de las poblaciones existentes del distrito de San José, y a la vez este se encuentra ubicado dentro de uno de los doce distritos de Lambayeque. Geográficamente ubicado aproximadamente a unos 16.3 Km desde la Catedral de Chiclayo.

3.1.1.2. LÍMITES

Norte : Con el distrito de Lambayeque.

Sur : Con el distrito de Pimentel.

Este : Con el distrito de Chiclayo y las localidades de Gallito y Ciudad de Dios.

Oeste : Con el Mar Peruano (Litoral Lambayecano).

3.1.1.3. ACCESO A LA ZONA

Para acceder a la zona de estudio partiendo desde la Catedral de Chiclayo, se debe tomar la Av. Balta hasta llegar a la Av. Bolognesi, prosiguiendo por esta pasando su prolongación e intersectar con la Vía de Evitamiento, siguiendo el rumbo en dirección Nor-Este pasando por el cruce trébol para posteriormente tomar la Carretera San José – Chiclayo.

3.1.2. CLIMA

Presenta un clima desértico sub-tropical, con temperatura máximas de hasta 25.9 °C y mínimas de 17.9 °C.

3.1.3. TOPOGRAFÍA

La topografía actual de la localidad presenta una superficie ondulada, con construcciones a lo largo y ancho de toda su extensión, con presencia de desniveles en la mayoría de sus calles con drenaje natural en dirección Oeste. Presenta elevaciones entre 1 y 12 mts (**PLANOS – PT 01 y PT 02**).

3.1.4. GEOMORFOLOGÍA

La localidad de San José se encuentra ubicada al interior de la cuenca Chancay – Lambayeque, exactamente en toda la franja costera del departamento de Lambayeque. Por ende, predomina la característica geomorfológica del tipo depósito aluvial (Qh – al) según la carta geológica nacional cuadrángulo de Lambayeque (14-d) del INGEMMET (**ANEXO 6**).

Estos depósitos del cuaternario están constituidos principalmente por cantos rodados, arenas, limos y arcillas, entremezclados en diferentes proporciones, debido a que han sido depositados bajo condiciones muy variables en cuanto a volumen y velocidad de flujo.

3.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

3.2.1. INVESTIGACIONES DE CAMPO

3.2.1.1. TRABAJOS IN SITU

Se realizaron seis (06) sondeos SPT denominados como SPT-01, SPT-02, SPT-03, SPT-04, SPT-05 y SPT-06; distribuidos estratégicamente y bajo régimen del permiso concebido por la Municipal Distrital de San José.

3.2.1.2. UBICACIÓN DE SONDEOS

Los sondeos SPT se encuentran ubicados en las siguientes coordenadas UTM de la siguiente tabla: (**Revisar PLANO – US 01**).

Tabla 6. Coordenadas UTM de Sondeos SPT realizados para la Investigación.

SONDEO	COORDENADAS		ZONA
	NORTE	ESTE	
SPT-01	9251753.54	614249.03	17 M
SPT-02	9252253.51	614208.17	
SPT-03	9252027.15	613676.82	
SPT-04	9251629.22	613772.24	
SPT-05	9251426.90	614153.77	
SPT-06	9252183.34	613715.34	

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1.3. MUESTREO

De cada uno de los sondeos SPT se logró muestrear uno a uno los estratos encontrados para posteriormente en laboratorio poder realizar los ensayos de identificación y clasificación. Cada muestra fue debidamente empaquetada y transportada con la finalidad de que no se pierdan las características naturales.

3.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO


Los ensayos se realizaron en las instalaciones del laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo – filial Chiclayo; donde se trabajó lo siguiente:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422).
- Límite Líquido y Límite Plástico (ASTM D-4318).
- Contenido de Humedad (ASTM D-2216).
- Peso Volumétrico (ASTM D-854).

A partir de los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, se prosiguió a clasificar las muestras de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - S.U.C.S (ASTM D-2487). También se realizó la clasificación por el método AASHTO.

Se presenta la siguiente tabla resumen de todo el Estudio de Mecánica de Suelos realizado para la investigación; así mismo se puede revisar el **ANEXO 20** para más detalle de este.

Tabla 7. Resumen de Estudio de Mecánica de Suelos para la Investigación.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - FILIAL CHICLAYO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
CUADRO RESUMEN DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS													
Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque" Localidad : San José Provincia : Lambayeque Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio													
										Distrito : San José		Departamento : Lambayeque	
SONDAJE / ESTRATO	PROF. (m)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	Cu	Cc	Y _s (gr/cm ³)	SUCS	AASHTO
SPT 01 - E 01	0.40 m - 1.92 m	20.57 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.81 %	98.77 %	0.42 %	1.952	0.977	2.93	SP	A-3 (0)
SPT 01 - E 02	1.92 m - 2.65 m	19.91 %	31.89 %	23.60 %	8.29 %	0.16 %	99.66 %	0.19 %	2.538	0.930	2.90	SP	A-2-4 (0)
SPT 01 - E 03	2.65 m - 3.02 m	20.49 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.40 %	96.22 %	3.38 %	2.233	0.999	2.84	SP	A-3 (0)
SPT 01 - E 04	3.02 m - 3.55 m	19.32 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.26 %	96.86 %	2.88 %	1.909	0.974	2.43	SP	A-3 (0)
SPT 02 - E 01	0.85 m - 1.10 m	30.94 %	N.P.	N.P.	N.P.	9.01 %	88.62 %	2.37 %	2.765	0.999	2.69	SP	A-3 (0)
SPT 02 - E 02	1.10 m - 3.40 m	22.11 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.69 %	99.13 %	0.18 %	1.827	1.184	2.73	SP	A-3 (0)
SPT 03 - E 01	0.40 m - 3.85 m	23.13 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.90 %	98.66 %	0.44 %	2.171	0.959	2.68	SP	A-3 (0)
SPT 04 - E 01	0.37 m - 4.15 m	21.31 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.43 %	99.20 %	0.37 %	2.206	1.204	2.70	SP	A-3 (0)
SPT 05 - E 01	0.00 m - 2.48 m	6.98 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.65 %	96.84 %	2.51 %	2.048	0.983	2.76	SP	A-3 (0)
SPT 05 - E 02	2.48 m - 3.70 m	21.26 %	47.80 %	33.17 %	14.63 %	0.11 %	90.06 %	9.83 %	7.078	0.738	2.64	SP-SM	A-2-7 (0)
SPT 06 - E 01	0.00 m - 3.15 m	23.52 %	N.P.	N.P.	N.P.	0.47 %	98.93 %	0.61 %	2.458	1.135	2.62	SP	A-3 (0)
SPT 06 - E 02	3.15 m - 3.55 m	20.25 %	N.P.	N.P.	N.P.	3.39 %	95.70 %	0.91 %	2.363	0.916	2.61	SP	A-3 (0)


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



3.2.3. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Los perfiles estratigráficos fueron elaborados una vez finalizada la clasificación de las muestras en estudio, y a la vez anexados junto al registro de los sondeos SPT (**ANEXO 19**).

3.3. AMENAZA SÍSMICA

La determinación de la amenaza sísmica en la unidad de estudio se dio mediante los mapas de isoaceleraciones realizadas por parte del CISMID y mejoras hechas posteriormente por el Instituto Geofísico del Perú – IGP (**ANEXO 12 – ANEXO 13**); estos realizados con una data histórica de sismos a nivel de Sudamérica y toda el área del litoral peruano.

Teniendo en cuenta el área en estudio, los datos de aceleraciones para analizar el potencial de licuefacción de suelos en la localidad de San José, quedaría definido de la siguiente manera:

Tabla 8. Estimación de Aceleraciones para el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para diferentes Periodos de Retorno.

PERIODO DE RETORNO	MAGNITUD (M _w)	ACELERACIÓN (g)
45 años	5.5	0.25
475 años	6.5	0.45
950 años	7.5	0.54

3.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS

Tabla 9. Resumen del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar la Profundidad Inicial y Máxima de Estratos Licuables.

Sondeo	Profundidad Inicial de Licuefacción (m)			Profundidad Máxima de Licuefacción (m)		
	Sismo de 45 años	Sismo de 475 años	Sismo de 950 años	Sismo de 45 años	Sismo de 475 años	Sismo de 950 años
SPT-01	2.65	1.15	1.15	3.10	3.55	3.55
SPT-02	1.45	1.00	1.00	2.65	3.40	3.40
SPT-03	2.50	1.60	1.60	3.40	3.85	3.85
SPT-04	0.00	2.95	2.95	0.00	4.15	4.15
SPT-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SPT-06	0.00	1.15	1.15	0.00	3.55	3.55

Como se puede observar en la Tabla 9 presentada anteriormente se logró analizar correctamente el potencial de licuefacción de suelos en la localidad de San José, esto se puede interpretar de la siguiente manera:

- **Sismo con periodo de retorno de 45 años: aceleración = 0.25g y $M_w = 5.5$**
 - Para un sismo de estas características en el área de estudio se observa que el potencial de licuefacción abarca profundidades máximas de 2.65 a 3.40 mts. Con estratos que comienzan desde el 1.45 m.
 - Para la zona este de la localidad a la altura del I.E. N° 10222 Elvira García y García recorriendo la Av. A. B. Leguía hasta aproximadamente la Ca. 28 de Julio, en una amplitud de radio que abarca desde la Ca. Diego Ferré hasta el Psje. Atahualpa se observa que la profundidad va hasta los 3.10 mts.
 - En la zona Nor-Este del área de estudio se presenta el fenómeno de licuefacción con profundidades de hasta 2.65 mts. Se extiende hasta aproximadamente la Ca. Los Faiques.
 - En la zona central de la localidad y considerando construcciones importantes tales como la Municipalidad Distrital de San José y la Iglesia denominada con el mismo nombre, no presenta problemas de licuefacción.
 - Al Oeste de la ciudad es donde se presenta la profundidad máxima determinada en el análisis de aproximadamente 3.40 mts que corre desde la Ca. Juan Velasco hasta el litoral lambayecano, con extensión radial desde la Ca. Antenor Orrego hasta el Psje a la playa n° 01.
 - En la zona Sur de la localidad no se registró resultado de licuefacción de suelos debido a que la muestra rescatada del SPT-05 tras el análisis de laboratorio arrojó que contenía un porcentaje de limos y al momento de clasificarlo se determinó que era un SP-SM. Así mismo, cuando se ejecutaba el ensayo in situ de SPT no se encontró nivel freático, por lo que se asume que es un suelo impermeable.

Si bien es cierto es un área de susceptibilidad representativa con respecto al área total de la localidad, sin embargo, según el análisis los factores de seguridad (FS) de los sondeos realizados son relativamente cercanos al 1.30, lo que podría representar daños no significativos. El resultado de este análisis puede revisarse en el Plano **ZL-01**.

- **Sismo con periodo de retorno de 475 años: aceleración = 0.45g y Mw = 6.5**
 - Para este caso las profundidades máximas que se obtuvieron del análisis aumentan potencialmente llegando hasta 4.15 mts; siendo esta la profundidad máxima de sondeos. Así mismo con estratos licuables que comienzan desde 1.00 m en algunas zonas hasta los 2.95 m al Sur-Este del área en estudio (SPT-04).
 - En esta oportunidad frente al sismo de estas características la profundidad que se obtuvo como resultado a la altura de la I.E. N° 10222 Elvira García y García es de 3.55 mts extendiéndose hacia el nor-oeste de la localidad y reduciendo su profundidad hacia el nor-este hasta los 3.40 mts que se obtuvo en el SPT-02.
 - Más al nor-oeste, comenzando en la Ca. Elvira García y García se registró una profundidad de 3.85 mts que abarcaría un área donde se encuentra inmersa dentro de ella la Municipalidad Distrital, la Iglesia de San José y el Centro Comercial de la zona.
 - En la zona Sur-Oeste tras el análisis realizado para el SPT-04 ubicado unos metros al sur de la caseta de capitanía de San José se registró la profundidad máxima de 4.15 mts, que, de acuerdo a las características del sismo, podría abarcar el área radial hasta el Psje. a la playa n° 2.
 - Igualmente, que, para el sismo anterior, en la zona sur del área en estudio no se registra el fenómeno de licuefacción debido a las características antes mencionadas.

El resultado del análisis para este sismo con sus características se encuentra representado en el Plano **ZL-02**.

- **Sismo con periodo de retorno de 950 años: aceleración = 0.54g y Mw = 7.5**
 - Para las características de este sismo se observa que las profundidades máximas de licuefacción son iguales a las del anterior análisis, sin embargo, los resultados son totalmente diferentes debido a la magnitud y aceleración evaluada, lo que se verá reflejado en el aumento del área susceptible al fenómeno de licuefacción.
 - Este aumento de área se evidencia principalmente al Sur-Oeste de la localidad donde con respecto al anterior análisis se elevaría en casi un 87% más el área susceptible, abarcando el Centro Comercial y la Municipalidad Distrital de San José, teniendo profundidades hasta 4.15 mts, según el estudio.
 - De la misma manera, el área de suelos susceptibles con profundidades hasta los 3.85 mts, se extendería progresivamente hasta la Ca. San Martín.
 - En cambio, el área que abarcaba los SPT-01, SPT-02 y SPT-06 se reduciría debido a que las profundidades van en aumento de Sur-Oeste en dirección a Nor-Este.
 - La zona sur del área en estudio no registra el fenómeno de licuefacción debido a las características antes mencionadas.

El resultado del análisis para este sismo con sus características se encuentra representado en el Plano **ZL-03**.

IV. DISCUSIÓN

Tras haber obtenido los resultados de la investigación, podemos afirmar que el análisis del potencial de licuefacción de suelos depende de dos grandes factores; el primero referente a un Estudio de Mecánica de Suelos, con fines de caracterización y adicional a ello el ensayo in situ de Penetración Estándar. Y el segundo y quizás un poco más relevante es la caracterización de la amenaza sísmica.

Previa a esta investigación, INDECI en el año 2003 realizó un estudio a nivel nacional denominado “Ciudades Sostenibles” donde incluía dentro de las regiones al departamento de Lambayeque, y dentro de él, a la localidad de San José, de donde se puede rescatar dos grandes aportes (planos) relacionados a este tema; el Mapa Geotécnico de la localidad de San José (ANEXO 17) y el Mapa de Suelos Licuables y Expansibles de la localidad (ANEXO 18).

Con respecto al Mapa Geotécnico, según los resultados de los sondeos realizados y las estratigrafías obtenidas, no habría ninguna disputa, puesto que la única muestra variable según el Estudio de Mecánica de Suelos se encontró en el muestreo del SPT-05 el cual coincidentemente se encuentra ubicado al Sur de la localidad y dentro del área con denominación SP-SM de INDECI.

En relación al Mapa de Suelos Licuables y Expansivos de la localidad presentado, de la misma manera no podría haber una disputa de por medio, debido a que generalizaron mucho el estudio y solo se basaron en la obtención de las características físicas de las muestras, al ser en gran porcentaje una arena pobremente gradada (SP) que presentaba en su mayoría de área un nivel freático elevado, consideraron según estudios de externos que serían suelos susceptibles a licuar. Lo cual es de mucha ayuda para estudios preliminares, pero lo recomendable en todos los casos probables es realizar los ensayos necesarios y aplicar la metodología adecuada con el fin de obtener el plano de zonificación para diferentes periodos de retorno y con profundidades de estratos licuables;

ya que es ahí donde se produce el tema de investigación sobre suelos estratificados (suelo firme sobre suelo licuable o viceversa).

Referente a la caracterización de la amenaza sísmica, se puede mencionar que los estudios de licuefacción podrían mejorar en la zona norte del Perú, siempre y cuando existiera una data de fácil acceso para los investigadores y de esta manera poder determinar con más exactitud las aceleraciones que son necesarias para el cálculo del potencial de licuefacción de suelos. En esta oportunidad se trabajó con los mapas de isoaceleraciones del CISMID, de los cuales mediante interpolación se pudieron obtener las aceleraciones aproximadas.

Una vez caracterizados ambos factores principales para el análisis del potencial de licuefacción de suelos, se procedió a calcular el Factor de Seguridad (FS) que según la teoría principal menciona que los menores a 1.1 deberían ser considerados suelos licuables; pero han existidos casos en los que, a pesar de superar ese valor, se ha llegado a producir el fenómeno de licuefacción, por ello en conjunto a otras investigaciones, en esta se decidió asumir 1.3 como factor base. Es por ello que se especifica que los resultados obtenidos para un sismo de magnitud de 5.5 en su gran mayoría los factores están ligeramente por debajo del 1.3 por lo que se asume que los daños no serían muy significativos, pero igual se produciría el fenómeno en las áreas determinadas.

Finalmente podemos contrastar el resultado final de la investigación con la Tabla 1 debido a que como se puede apreciar tanto el Plano ZL-01, ZL-02 y ZL-03 las profundidades máximas de los estratos licuables se producen al Sur-Oeste de la localidad, siendo este el sondeo más cercano al litoral lambayecano.

V. CONCLUSIONES

- Se recopiló la información preliminar de la zona de estudio, a partir de investigaciones previas de donde se obtuvo la localización, datos climatológicos y geomorfológicos; así como también de información brindada por parte de la Municipalidad Distrital de la zona de donde se rescató la topografía.
- Se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos en la localidad de San José, el cual abarcó la ejecución del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) en seis (06) puntos ubicados estratégicamente en el área de estudio, de los cuales se obtuvo el número de golpes de resistencia a la penetración (N) y a la vez muestras, que fueron analizadas en laboratorio donde se determinó sus características físicas, predominando las Arenas Pobrementemente Gradadas (SP).
- Se identificó la amenaza sísmica de la zona, a través de mapas de intensidades, mapas de registro de sismos históricos y mapas de isoaceleraciones de investigaciones previas, para finalmente trabajar con tres (03) sismos, con periodos de retorno de 45, 475 y 950 años, con aceleraciones de 0.25g, 0.45g y 0.54g respectivamente; equivalente a sismos de magnitud igual a 5.5, 6.5 y 7.5.
- Se sustentó los resultados del análisis del potencial de licuefacción de suelos en la localidad de San José, tras la aplicación de la metodología simplificada de Seed e Idriss, a partir del cálculo de la Carga Cíclica (CSR) y la Resistencia Cíclica (CRR), para finalmente obtener el Factor de Seguridad (FS) que determinó los estratos susceptibles a licuar.
- Se analizó los resultados del Potencial de Licuefacción de Suelos que se obtuvo para la localidad de San José, y con ello se logró zonificar los suelos susceptibles a licuar con profundidades variables desde 2.65 a 4.15 mts para los tres (03) sismos de diseño.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio mayor a detalle de la localidad en general y de los sectores no evaluados en esta investigación aplicando más métodos de análisis del potencial de licuefacción con la finalidad de obtener un mapa de zonificación de suelos susceptibles a licuar más completo.
- Solicitar la instalación de un acelerógrafo en la localidad de San José para tener acceso a data más completa y realizar un estudio más preciso.
- Realizar obligatoriamente un Estudio de Mecánica de Suelos que incluya sondeos SPT antes de ejecutar cualquier obra de ingeniería en la zona, más aún al Sur-Oeste de la localidad.
- Desarrollar investigaciones sobre el comportamiento de suelos estratificados, por lo general suelo firme sobre suelo licuable, debido a que es el caso de algunas zonas de la localidad para sismos de 45 años de retorno.
- A las futuras investigaciones, se recomienda tomar medida in situ de la energía del martillo en la ejecución de cada sondeo SPT para obtener un cálculo más exacto del potencial de licuefacción de suelos.
- Se recomienda leer la tesis titulada “Mejoramiento de Suelos en base a los Métodos de Vibroflotación y Vibrosustitución” de la Ing. Claudia Angélica Quijada Ortega, los cuales serían óptimos para tratar los suelos de la localidad San José.

VII. REFERENCIAS

1. **ALFARO Villagran, Felipe Andrés.** *Comparación entre la metodología para evaluar el Potencial de Riesgo de Licuefacción y los catastros realizados luego del terremoto de 2010 en Concepción.* Tesis (Título en Ingeniería Civil). Concepción: Universidad del Bio Bio, 2013. pág. 115.
2. **ALVA Hurtado, Jorge E.** Licuación de Suelos en el Perú [En línea]. Lima: *Jorge Alva Hurtado.* Disponible en: http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis05_a.pdf.
3. **AYALA Alarco, Renzo Vihelmo.** *Evaluación del Potencial de Licuación de Suelos de la ciudad de Tambo Mora.* Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010. pág. 116.
4. **BRENES Quesada, Francisco.** *Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos.* Tesis (Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008. pág. 99.
5. **CARABALI Viafara, Diego Fernando.** *Determinación del Potencial de Licuefacción en Suelos a partir de Vibraciones Ambientales.* Tesis (Título en Ingeniería Civil). Santiago de Cali : Universidad del Valle, 2014. pág. 73.
6. **CÁRDENAS Alayo, Donato [et al.].** *Mapa de Peligros de la Ciudad de Trujillo y zonas aledañas.* Trujillo: Instituto Nacional de Defensa Civil, 2002. pág. 268.
7. **CARRILLO Gil, A. y ALCAYHUAMAN A., L.** *Licuación de Suelos durante el Sismo Pisco - Perú 2007.* Honduras: International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. LACCEI, 2008. pág. 10.

8. **CHANG, N. Y. y KO, H. Y.** *Dynamic Properties of Clays under general threedimensional stresses*. Final report to the National Science Foundation under Grant N° PRF 79-00718, 1982.
9. **FALCÓN, María Francisca y RAMÍREZ, Paola.** *Generación de Mapas de Licuefacción a partir del Sismo de Febrero 2010*. Santiago de Chile: Servicio Nacional de Geología y Minería -SERNAGEOMIN. pág. 8.
10. **FIESTAS Martínez, Mario Josy Mar y TOCTO García, Carlos Maycol.** *Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos en las zonas costeras de Pimentel y Santa Rosa, provincia de Chiclayo*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Chiclayo: Univesidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. pág. 64.
11. **GARCÍA, S. R., ROMO O., Miguel P. y OVANDO S., Efraín.** *Árbol de Regresión para determinar el Potencial de Licuación: ARELI*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2011. pág. 9. Disponible en:<http://geoserver.ing.puc.cl/info/conferences/PanAm2011/panam2011/pdfs/GEO11Paper856.pdf>
12. **GONZÁLES Fuentealba, Javiera Paulina.** *Estudio del Fenómeno de Licuefacción en Chile para el Terremoto del Maule, 2010*. Tesis (Magíster en Ciencias de la Ingeniería, mención en Ingeniería Geotécnica). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2015. pág. 499.
13. **HUIDOBRO Chicoma, Luis Miguel.** *Determinación del Potencial de Licuación de Suelos en el casco urbano de la ciudad de Pícsi*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lambayeque : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015. pág. 255.
14. **JOHANSSON, Jorgen.** *Soil Liquefaction Web Site*. Departament of Civil Engineering. University of Washington. Disponible en: <https://depts.washington.edu/liquefy/html/main.html>
15. **KRAMER, Steven L.,** *Geotechnical Earthquake Engineering*. United States: University of Washington, 1996.

16. **KRAMER, Steven y STEWART.** *Geotechnical Aspects of Seismic Hazards*. London: Taylor and Francis Group, 2004.
17. **LA NACIÓN. 2012.** Condenan a Inmobiliaria por daños en vivienda tras el 27/F. *La Nación*. 24 de Abril de 2012, pág. 1.
18. **LARA Yáñez, Nicolas Esteban.** *Susceptibilidad de Licuefacción en la Comuna de Doñihue*. Tesis (Título en Geología). Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2013. pág. 95.
19. **LINDAO Baque, Jennifer Vanessa y POLONIO Briones, Liliana Marina.** *Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos en la zona de Chipipe del Cantón Salinas*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014. pág. 101.
20. **NCYT Amazings.** *Inesperada "Licuefacción" del Terreno en Japón por culpa del terremoto del 11 de Marzo*. 23 de Mayo de 2011, pág. 1.
21. **PAUCAR, Elena.** El terremoto dejó huellas geológicas en todo Manabi. *El Comercio*. 11 de Octubre de 2016. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/terremoto-huellasgeologicas-manabi-desplazamiento.html>
22. **QUIJADA Ortega, Claudia Angélica.** *Mejoramiento de Suelos en base a los Métodos de Vibroflotación y Vibrosustitución*. Tesis (Título en Ingeniería en Construcción). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2008. pág. 156.
23. **RNE.** 2016. Reglamento Nacional de Edificaciones.
24. **SÁNCHEZ, Néstor Luis.** *Licuefacción de Suelos*. 2013. pág. 9.
25. **SEED H. B., and IDRIS, I. M.** *Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential*. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 1971. pág. 1249-1273.
26. **SEED R. B. et al.** *Recent Advances in Soil Liquefaction Engineering: A Unified and Consistent Framework*. Berkeley, California, U.S.: University of California, 2003.

27. **SILGADO Ferro, Enrique.** *Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 – 1974)*. Lima, Perú: Instituto de Geología y Minería, enero de 1978. pág. 130.
28. **YOUD, T.L. y HOOSE, S.N.** *Liquefaction Susceptibility and Geologic Setting: World Conference on Earthquake Engineering*. New Delhi: 1977.
29. **YOUD, T.L. and IDRIS, I. M.** *Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soil*. National Center for Earthquake Engineering Research, 1997.

ANEXOS

ANEXO - 1. Resolución de Aprobación de Proyecto de Investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN N° 445 -2017-UCV-CH

Pimentel, 13 de diciembre de 2017

VISTA:

La solicitud N° 034384 de fecha 12 de diciembre del 2017, presentada por el director de la Escuela de Ingeniería Civil, en la cual solicita la modificación del nombre del Proyecto de Investigación y;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 31° del Reglamento de Investigación señala: SE ENTIENDE POR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EL PLAN QUE PRESENTA LA ELABORACIÓN SISTEMÁTICA DE UN PROBLEMA CIENTÍFICO CON UNA ESTRUCTURA TEÓRICA METODOLÓGICA EN LA CUAL SE DEFINE CLARAMENTE LOS COMPONENTES CIENTÍFICOS Y ADMINISTRATIVOS A PARTIR DE LOS CUALES SE PUEDE EVALUAR LA CALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

Que, en el artículo 6° del Reglamento de Investigación en su Capítulo I, señala: LAS INVESTIGACIONES QUE PUEDAN DESARROLLAR LAS FACULTADES DEBERÁN OBSERVAR LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ESTABLECIDAS POR LAS UNIDADES ACADÉMICAS ADSCRITAS A LA MISMA.

Que, el(la) estudiante MIRANDA HIGINIO JHONATAN GUSTAVO solicita la modificación del nombre del proyecto de investigación, aprobado con Resolución de Dirección de Investigación y Calidad N° 681-2017-UCV-UCH del 07 de julio de 2017 y cuyo título es: "EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DIFERENTES MAGNITUDES SÍSMICAS UTILIZANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR EN LA CALETA SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE".

Que, el(la) estudiante MIRANDA HIGINIO JHONATAN GUSTAVO ha elaborado, presentado y sustentado su trabajo de investigación ante el Docente Asesor, Mgtr. Carlos Alberto Ríos Campos y ha obtenido una nota aprobatoria;

Estando a lo expuesto y en uso de las atribuciones conferidas.

SE RESUELVE:

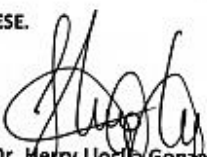
ARTÍCULO 1º: AUTORIZAR el cambio de nombre del trabajo de investigación a: "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE" y cuya línea de investigación es: Diseño de edificaciones especiales; presentado por el(la) estudiante MIRANDA HIGINIO JHONATAN GUSTAVO de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Campus Chiclayo.

ARTÍCULO 2º: DEJAR SIN EFECTO, la Resolución de Dirección de Investigación y Calidad N° 681-2017-UCV-UCH del 07 de julio de 2017, en el extremo del nombre del proyecto de investigación de la solicitante.

ARTÍCULO 3º: REMITIR, a la Dirección de Escuela Profesional, el nombre del Proyecto de Investigación y sea considerado para la obtención del título.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.




Dr. Henry Llocle Gonzales
Director de Investigación
Campus Chiclayo

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO - 2. Matriz de Consistencia del Proyecto de Investigación.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO.

TÍTULO DEL PROYECTO DE TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
¿De qué manera mediante el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos se podrá determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque?	OBJETIVO GENERAL: Analizar el Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.	Analizar el Potencial de Licuefacción de Suelos, permite determinar las Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad de San José, Lambayeque.	-VARIABLE INDEPENDIENTE: Potencial de Licuefacción de Suelos. -VARIABLE DEPENDIENTE: Zonas Altamente Vulnerables al fenómeno.	<ul style="list-style-type: none"> • REFERENTE AL FIN QUE SE PERSIGUE: Investigación Aplicada. • REFERENTE A LA TÉCNICA DE CONTRASTACIÓN: Investigación Descriptiva. • REFERENTE AL RÉGIMEN DE INVESTIGACIÓN: Investigación Libre. 	Comprendida por los suelos de la Caleta San José – Lambayeque.	TÉCNICAS DE GABINETE: Fichas bibliográficas, de resumen, de comentario y textuales que servirán para organizar la estructura del marco teórico de la investigación. TÉCNICAS DE CAMPO: <ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento de zona de estudio: con la finalidad de tener una visión inicial del terreno. - Excavación de calicatas: con la finalidad de posteriormente obtener las muestras para laboratorio y desarrollar los ensayos in situ. - Muestreo de suelos: con la finalidad de extraer las muestras para ser evaluadas en laboratorio. - Ensayos In Situ: con la finalidad de obtener datos del Ensayo de Penetración Estándar. 	Para el procesamiento de datos del estudio de Mecánica de Suelos y los cálculos para la evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos se utilizará el programa Microsoft Excel 2016, en cuanto a la elaboración de planos se empleará el software AUTOCAD 2017.

	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
	<p>-Recopilar información preliminar del Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.</p> <p>- Realizar el estudio de mecánica de suelos para el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.</p> <p>- Identificar la Amenaza Sísmica para el Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.</p> <p>- Sustentar los resultados del Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque.</p>				<p>Según los requerimientos del tipo de investigación del proyecto se opta por usar un Diseño Aplicado – Descriptivo; y se representa de la siguiente manera:</p> <p style="text-align: center;">M ← O_{xy} ; <i>dónde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • M = Muestra de estudio. • O_x = Información a recoger sobre Potencial de Licuefacción de Suelos. • O_y = Información a recoger sobre Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno. 	<p>Comprende los suelos del Cercado de San José, Lambayeque.</p>	

ANEXO - 3. Permiso para Desarrollo de Proyecto de Investigación.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JOSE
JEFATURA DE PERSONAL
Bolognesi Nº 259 – Distrito de San José

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

San José, 09 de Noviembre del 2017

Señor
ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Universidad César Vallejo.
Presente.-

ASUNTO : ACEPTACIÓN DESARROLLO DE PROYECTO DE TESIS.

De mi especial consideración:

Tengo a bien dirigirme a Ud., expresándole mi cordial saludo y a la vez comunicarle la aceptación del desarrollo de **PROYECTO DE TESIS**, del alumno **Jhonatan Gustavo Miranda Higinio** con código Universitario 7000658062, identificado con DNI. 71069897, en la Municipalidad Distrital de San José.

En esta Municipalidad desarrollará sus actividades para su Proyecto de Tesis en Apoyo en la Dirección de Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural **DIDUR**. Asimismo, contando con todos los permisos necesarios que implique el **ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS** de su **PROYECTO DE TESIS**.

Sin otro particular me despido, de Usted reiterándole los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente.

c.c.
Archivo



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JOSE

José Jovara Rodas Véliz
JEFE DE PERSONAL



CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA INVESTIGACIÓN

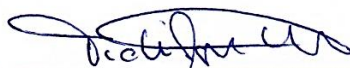
Mediante el presente se deja constancia de haber sido revisado el **Estudio de Mecánica de Suelos** elaborado por Jhonatan Gustavo Miranda Higinio, estudiante de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo; con la finalidad de consolidar sus estudios para el desarrollo de la tesis titulada: **“Análisis del potencial de licuefacción de suelos para determinar zonas altamente vulnerables al fenómeno en la localidad San José, Lambayeque”**.

Dicho estudio fue aplicado dentro de una muestra no probabilística por conveniencia conformada por seis (06) puntos estratégicos de exploración geotécnica dentro del área de la localidad San José, los cuales fueron realizados en el presente mes.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por el autor, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez de contenido correspondiente con las variables del estudio del problema, objetivo e hipótesis.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que considere pertinentes.

Pimentel, 30 de noviembre del 2017.



ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANEXO - 5. Constancia de Validación del Estudio del Potencial de Licuefacción de Suelos.

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE ESTUDIO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA LA INVESTIGACIÓN



Mediante el presente se deja constancia de haber sido revisado el **Estudio del Potencial de Licuefacción de Suelos** elaborado por Jhonatan Gustavo Miranda Higinio, estudiante de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo; con la finalidad de consolidar sus estudios para el desarrollo de la tesis titulada: **“Análisis del potencial de licuefacción de suelos para determinar zonas altamente vulnerables al fenómeno en la localidad San José, Lambayeque”**.

Dicho estudio fue aplicado dentro de una muestra no probabilística por conveniencia conformada por seis (06) puntos estratégicos de exploración geotécnica dentro del área de la localidad San José, los cuales fueron realizados en el presente mes.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por el autor, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez de contenido correspondiente con las variables del estudio del problema, objetivo e hipótesis.

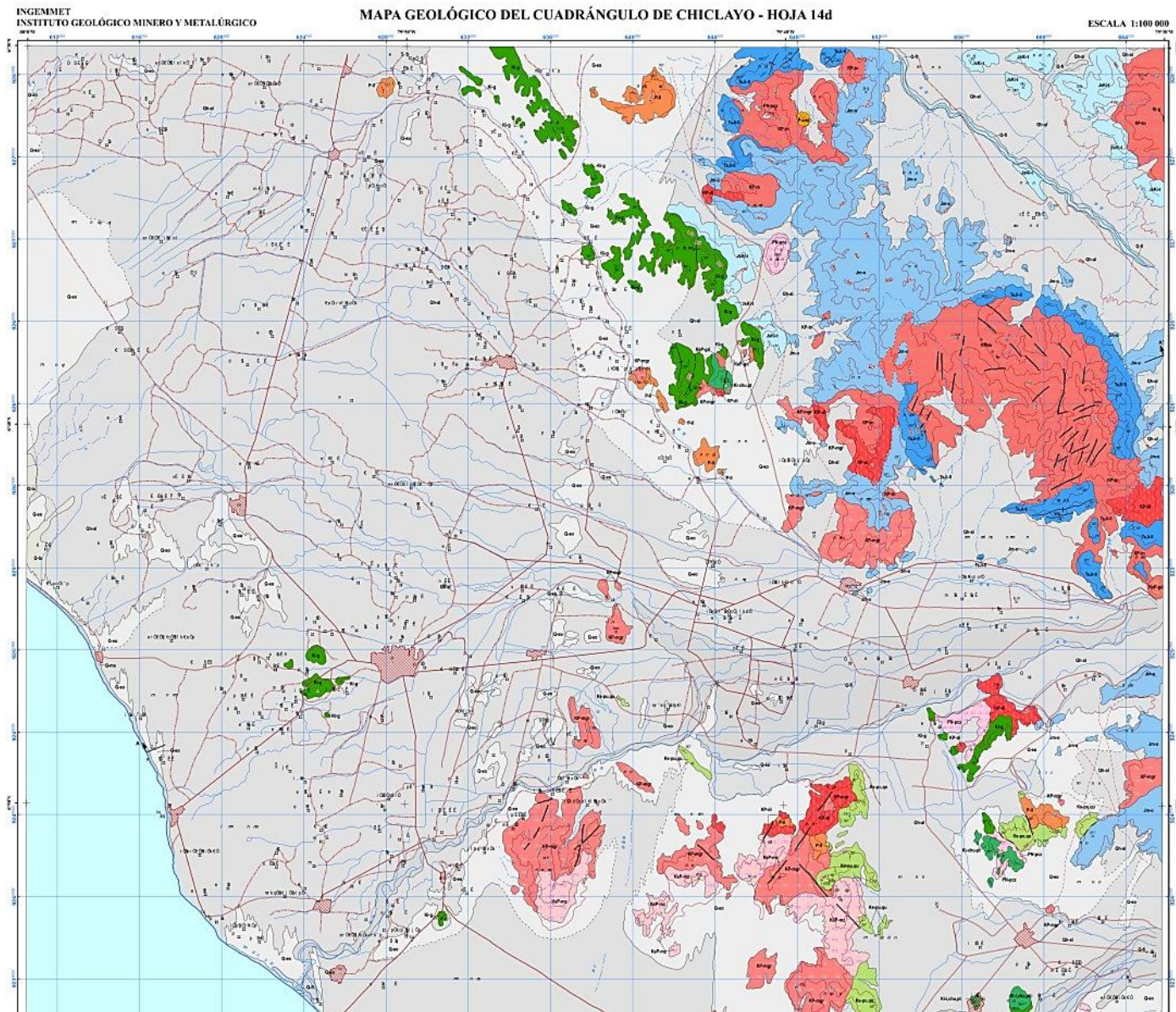
Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que considere pertinentes.

Pimentel, 10 de septiembre del 2018.


 **EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU**
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 8909

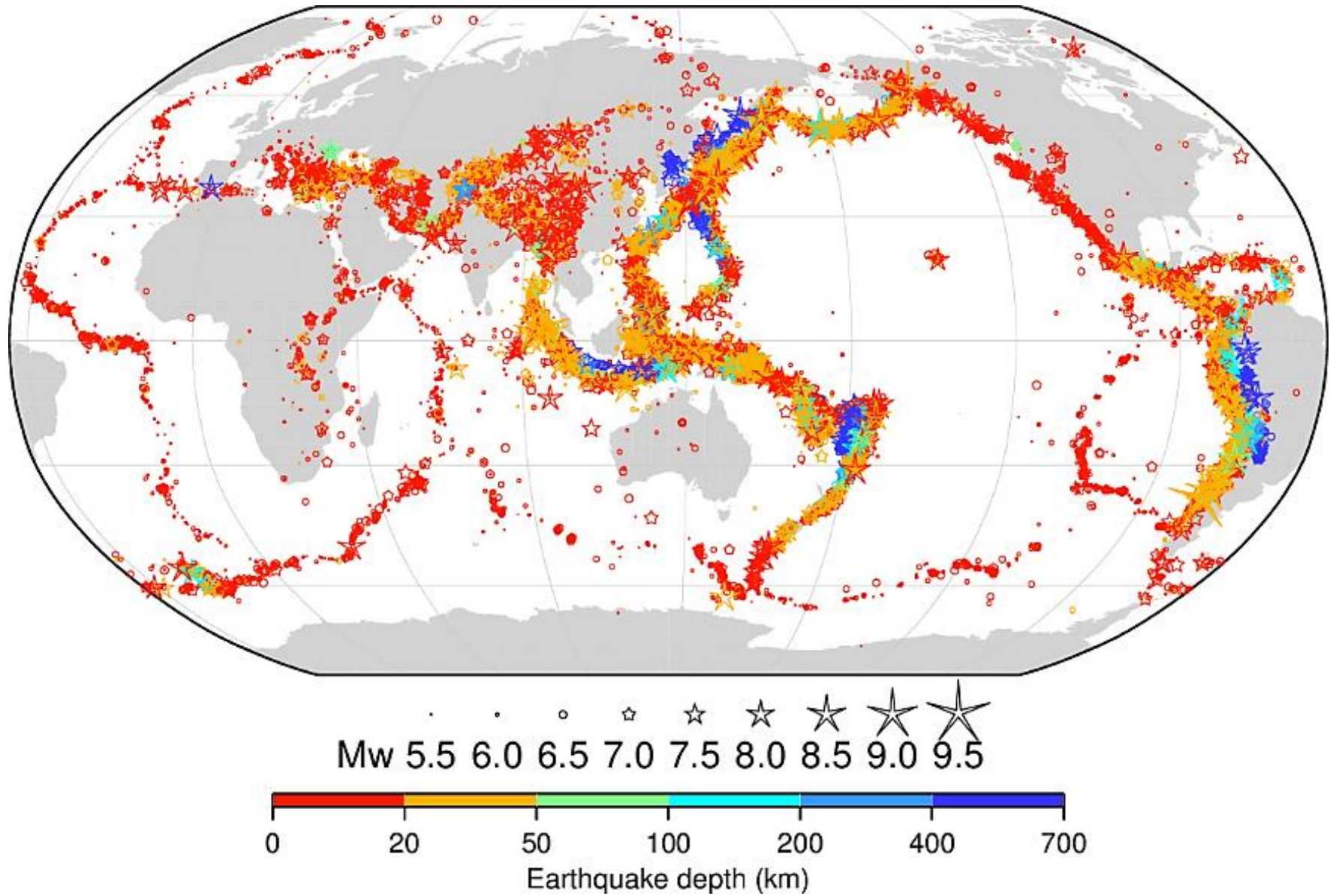
Mg. ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO - 6. Mapa Geológico de Lambayeque - Cuadrante 14-d.



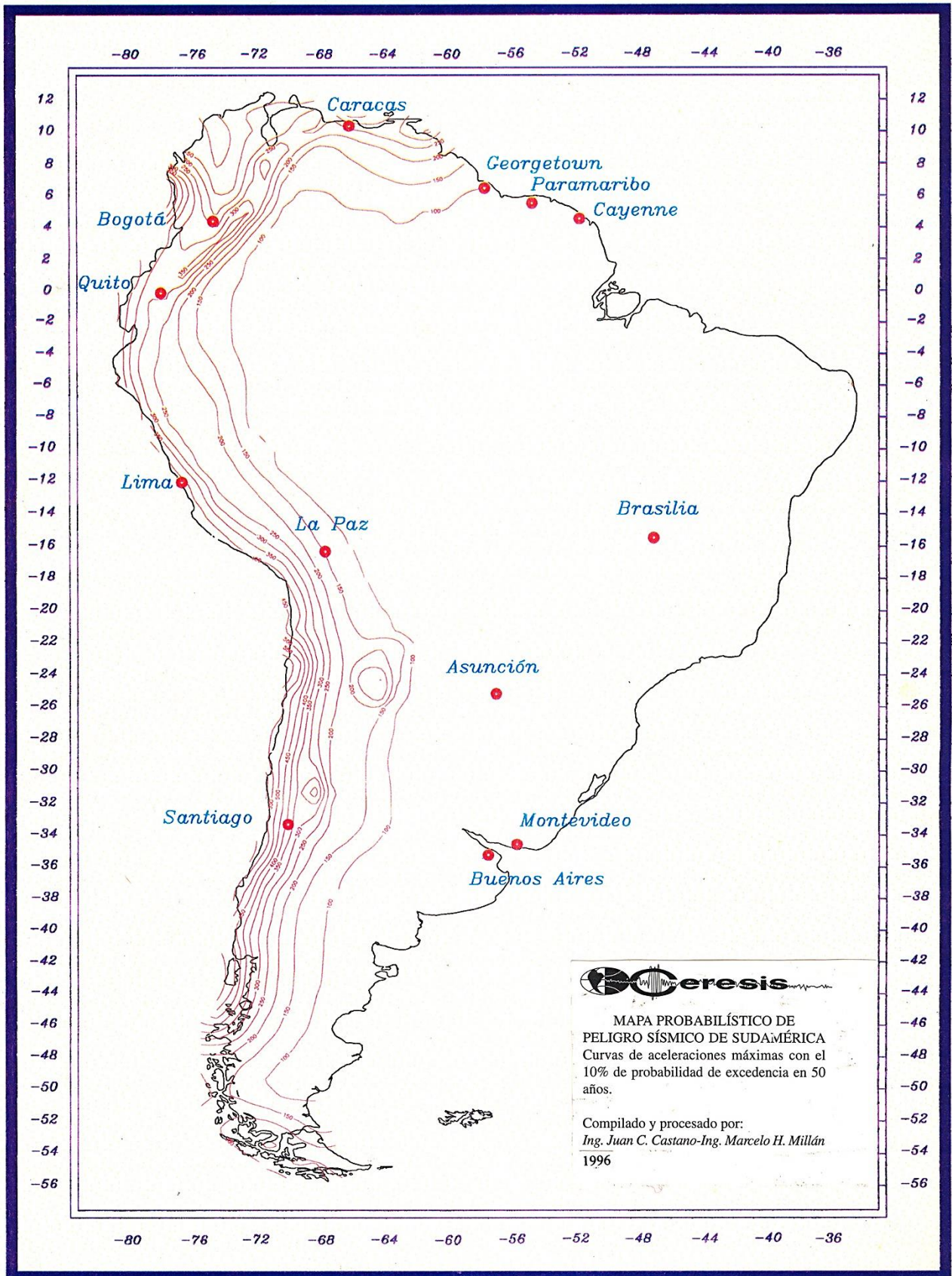
Fuente: INGENMET

ANEXO - 7. Mapa de Lista de Sismos en el Mundo.



Fuente: International Seismological Centre – ISC.

ANEXO - 8. Mapa Probabilístico de Peligro Sísmico de Sudamérica.



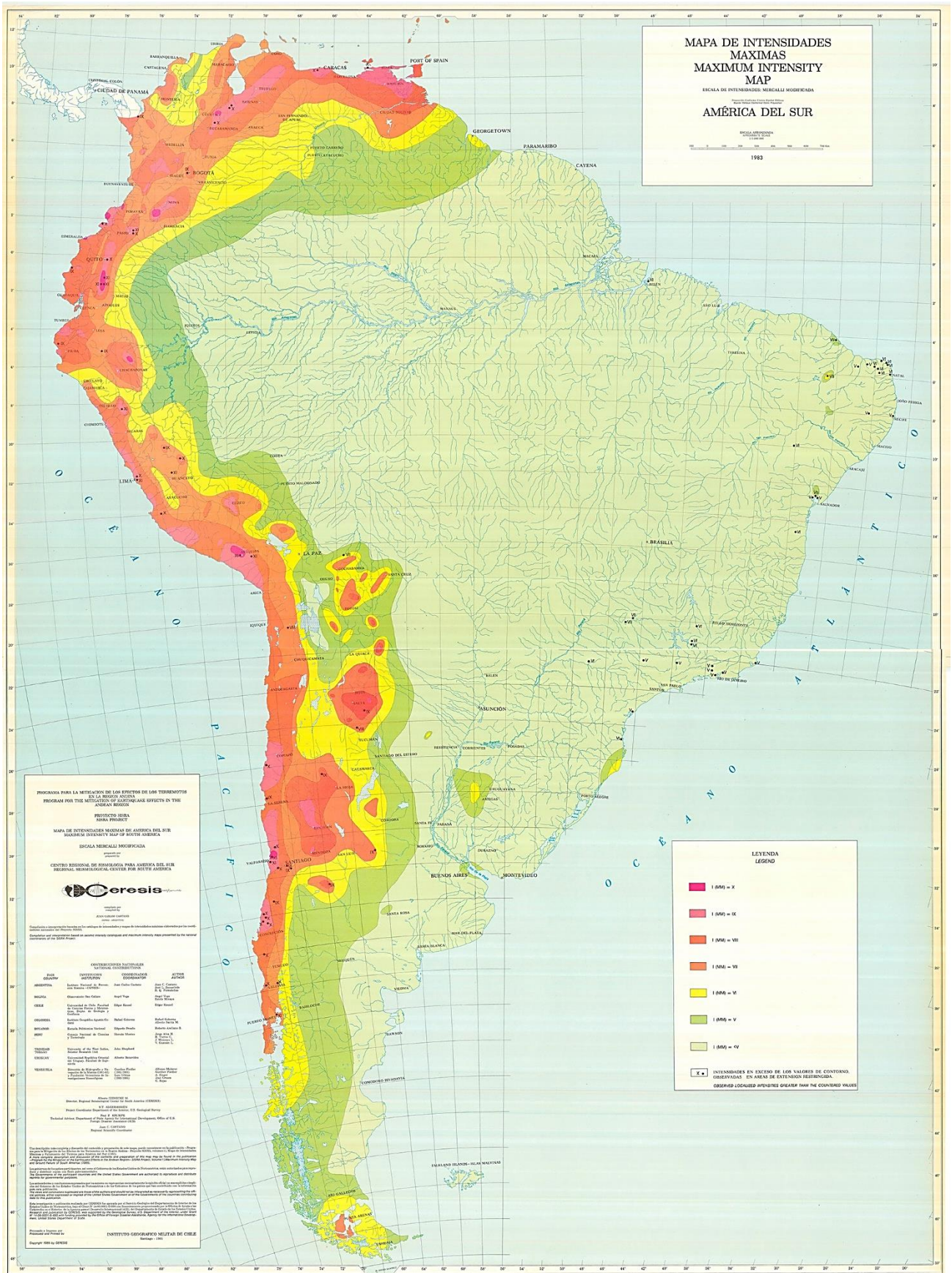
Fuente: Centro Regional de Sismología para América del Sur - CERESIS.

ANEXO - 9. Mapa de Sismicidad de América del Sur (1520 – 1981).



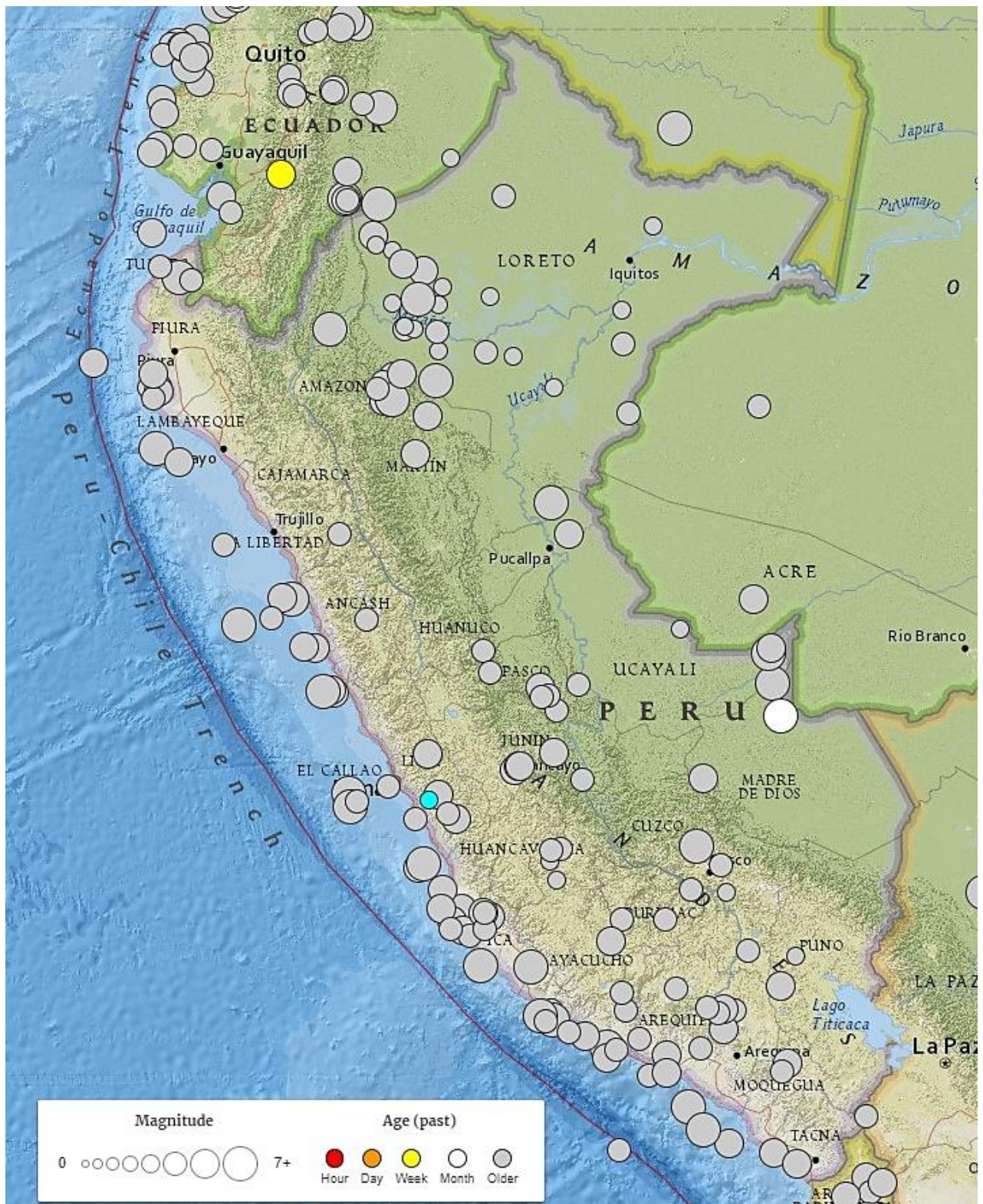
Fuente: Centro Regional de Sismología para América del Sur - CERESIS.

ANEXO - 10. Mapa de Intensidades Máximas de América del Sur.



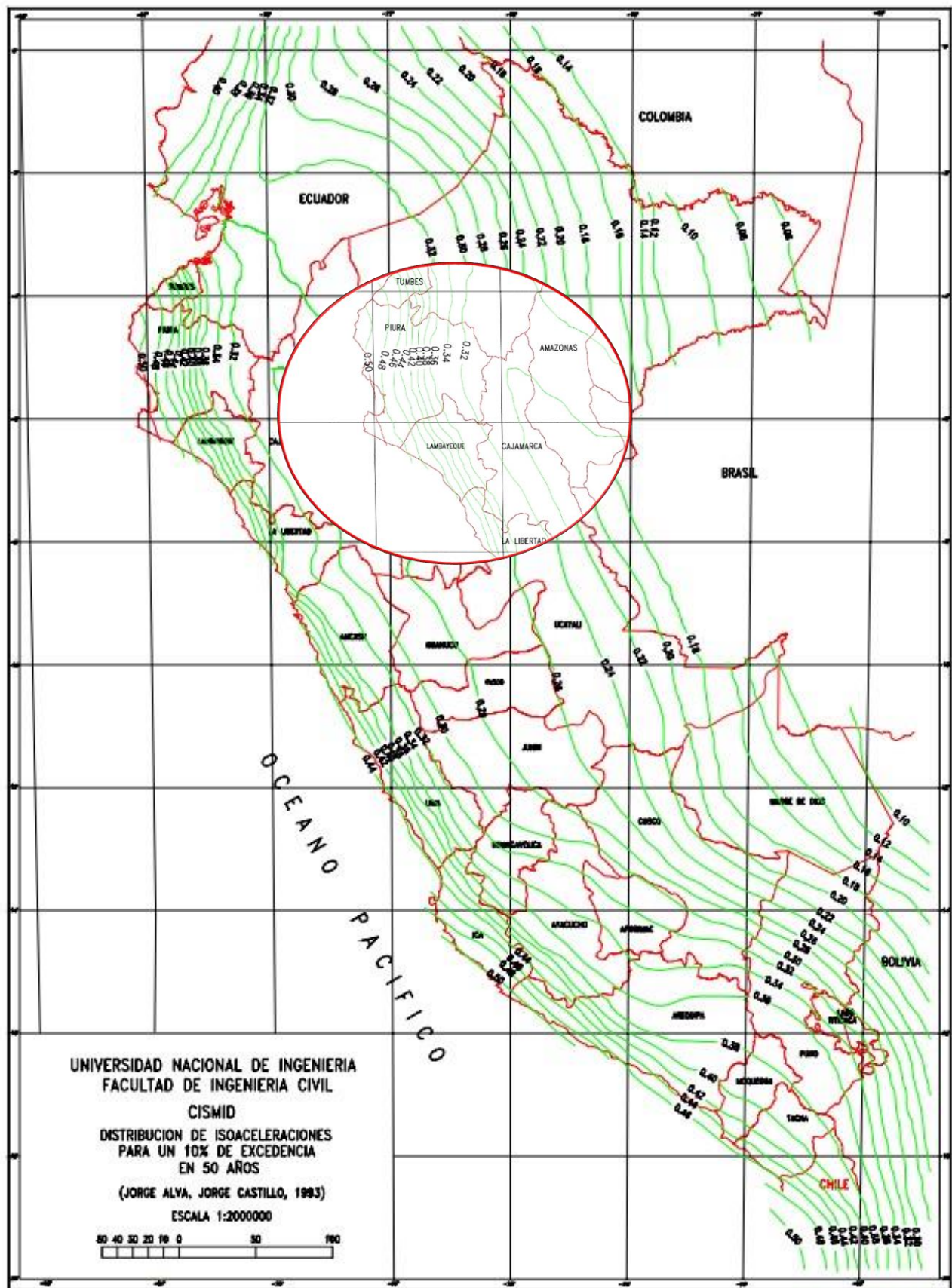
Fuente: Centro Regional de Sismología para América del Sur - CERESIS.

ANEXO - 11. Mapa de los Terremotos más antiguos y Catastróficos en el Perú.



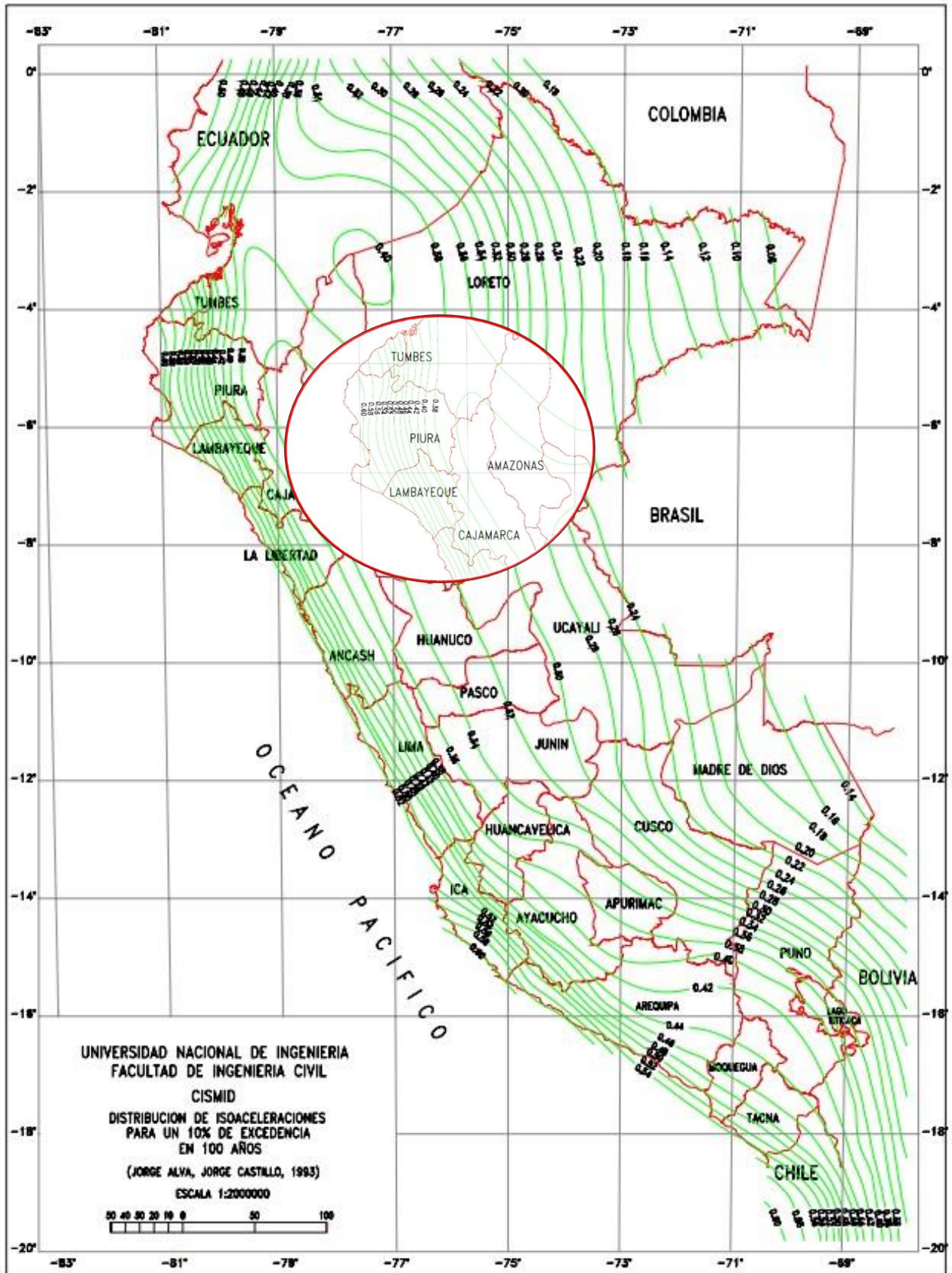
Fuente: US Geological Survey.

ANEXO - 12. Mapa de Distribución de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 50 años.



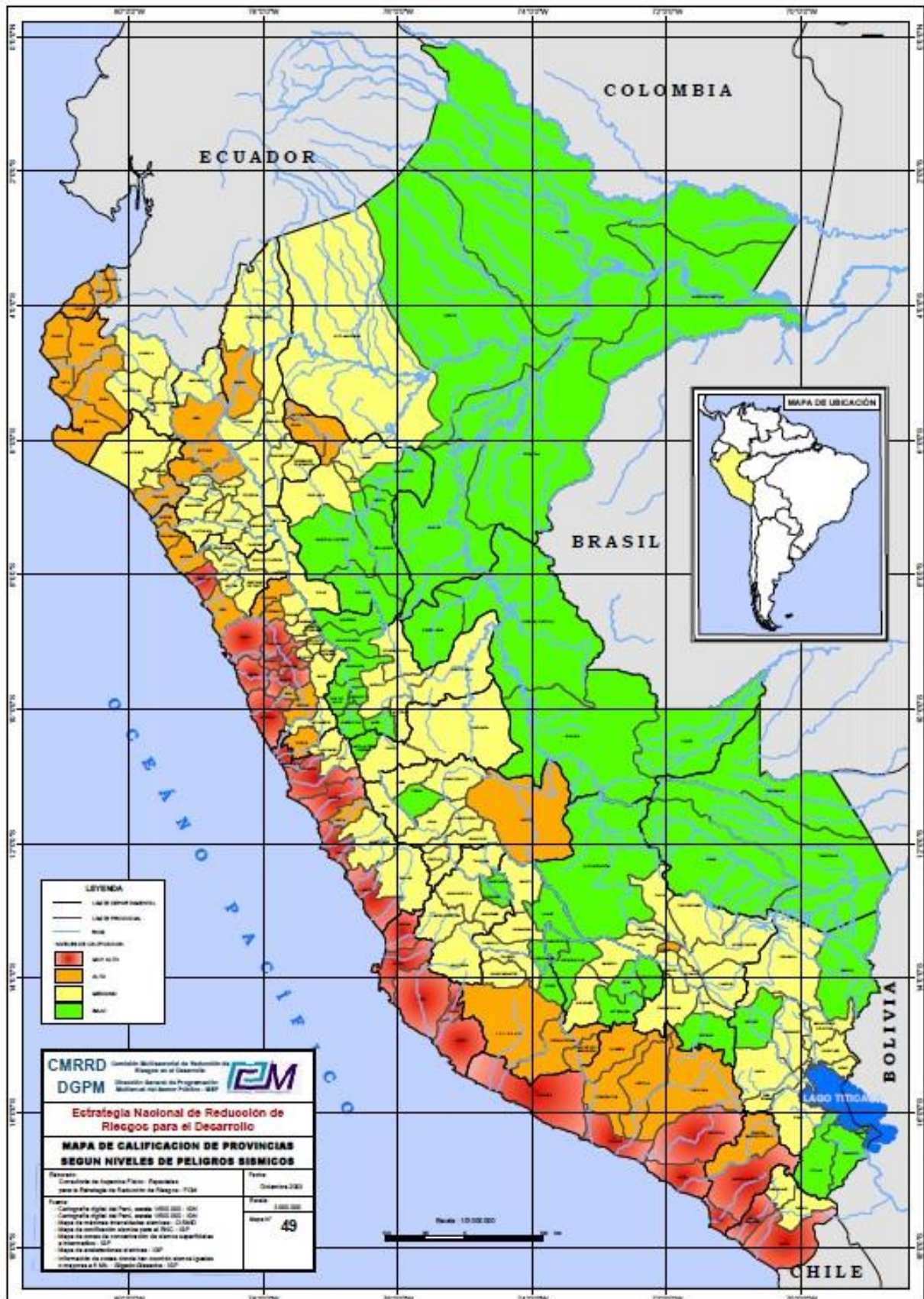
Fuente: Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID.

ANEXO - 13. Mapa de Distribución de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 100 años.

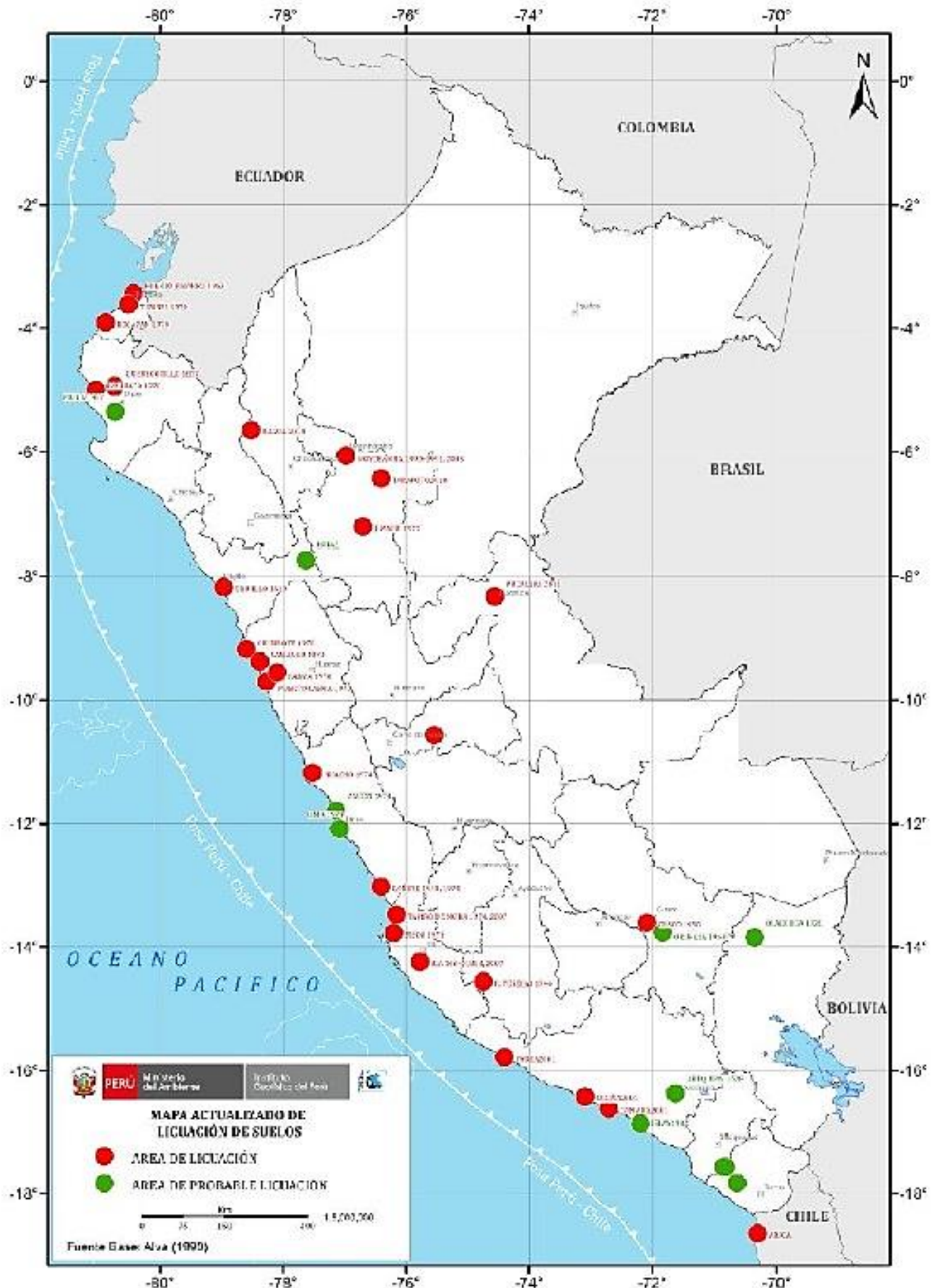


Fuente: Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID.

ANEXO - 14. Mapa de Calificación de Provincias según niveles de Peligro Sísmico.

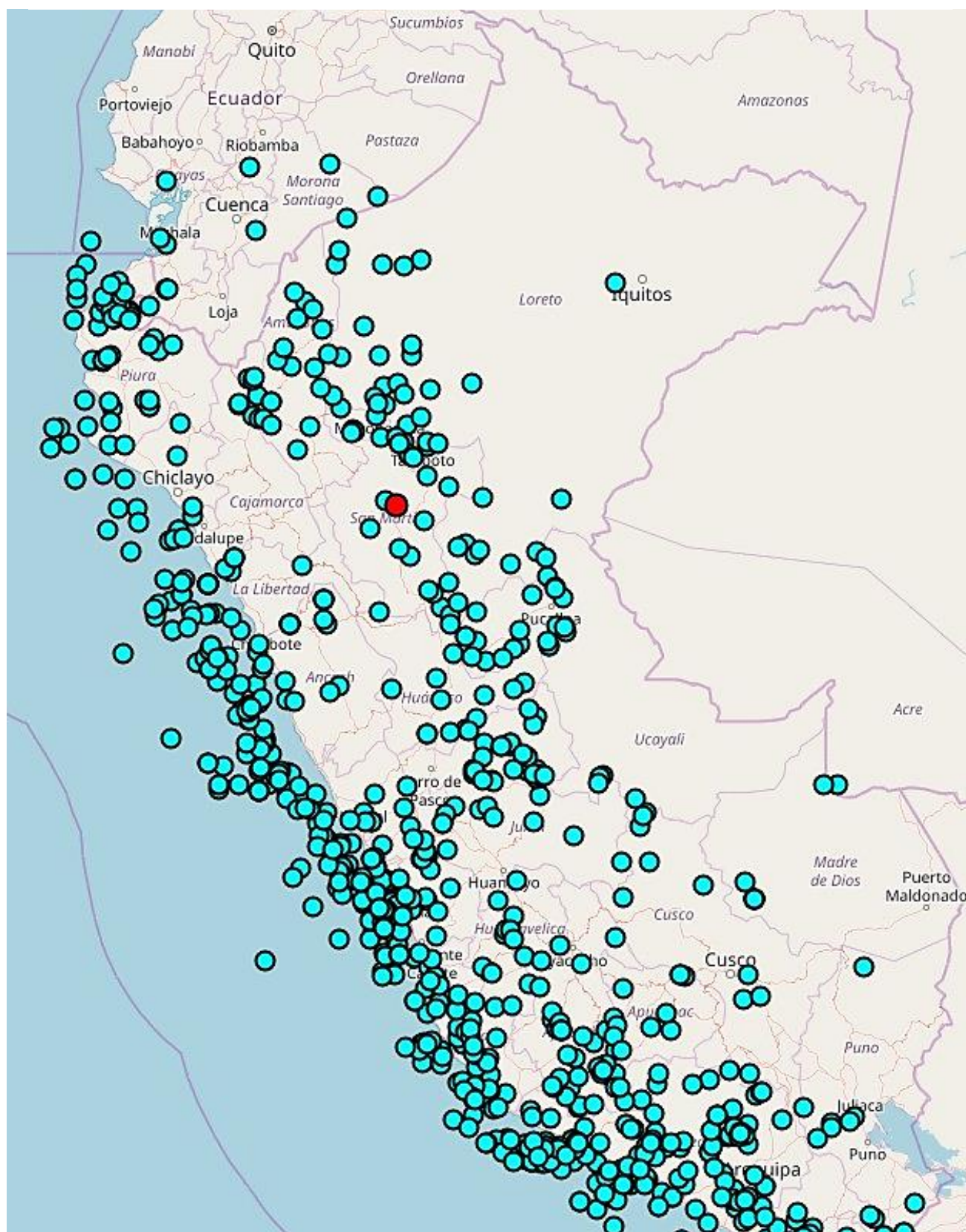


ANEXO - 15. Mapa de Licuación de Suelos por Sismos ocurridos en el Perú.



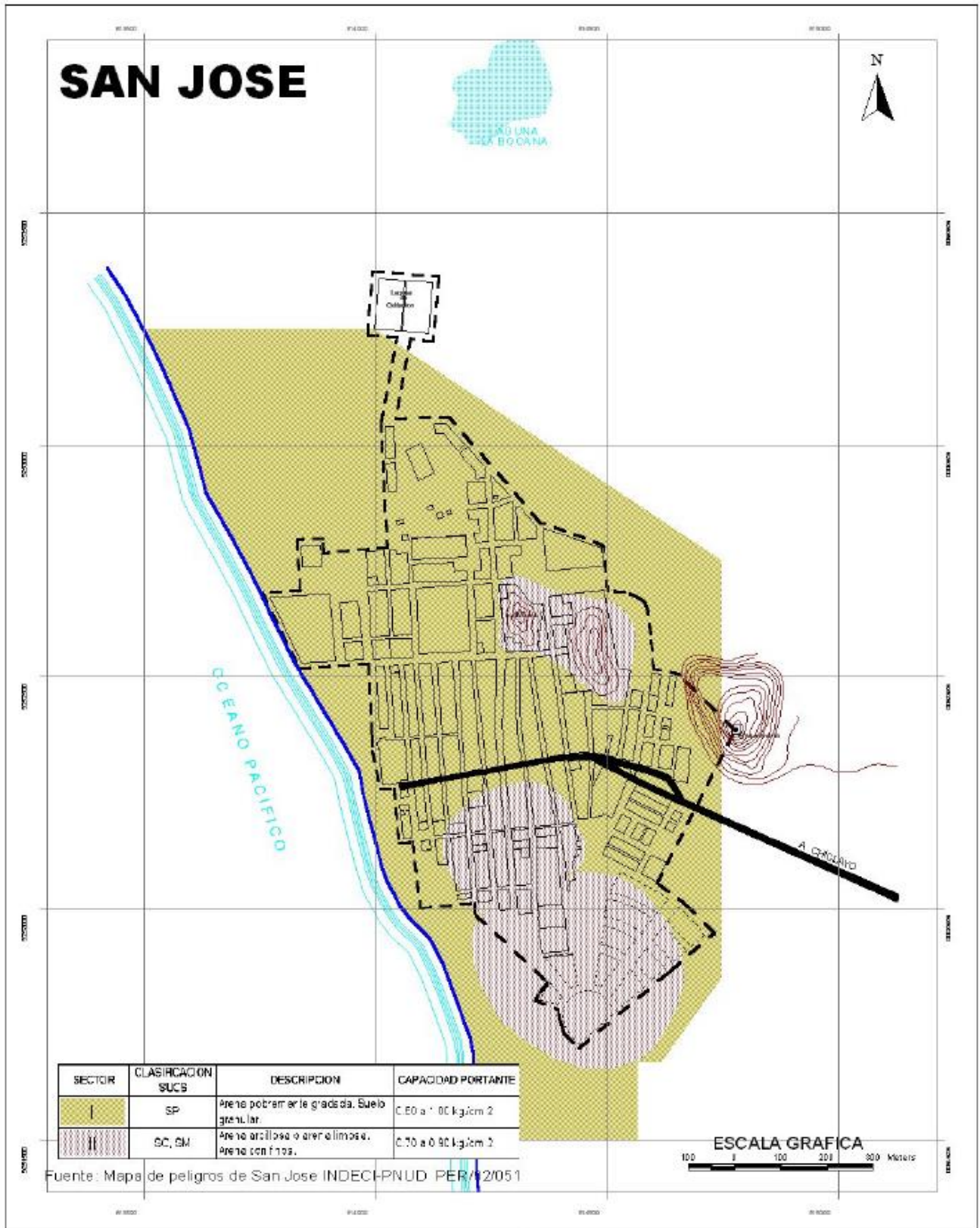
Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP.

ANEXO - 16. Mapa de Actividad Sísmica desde los últimos 3 años (2016-2017-2018) en el Perú.



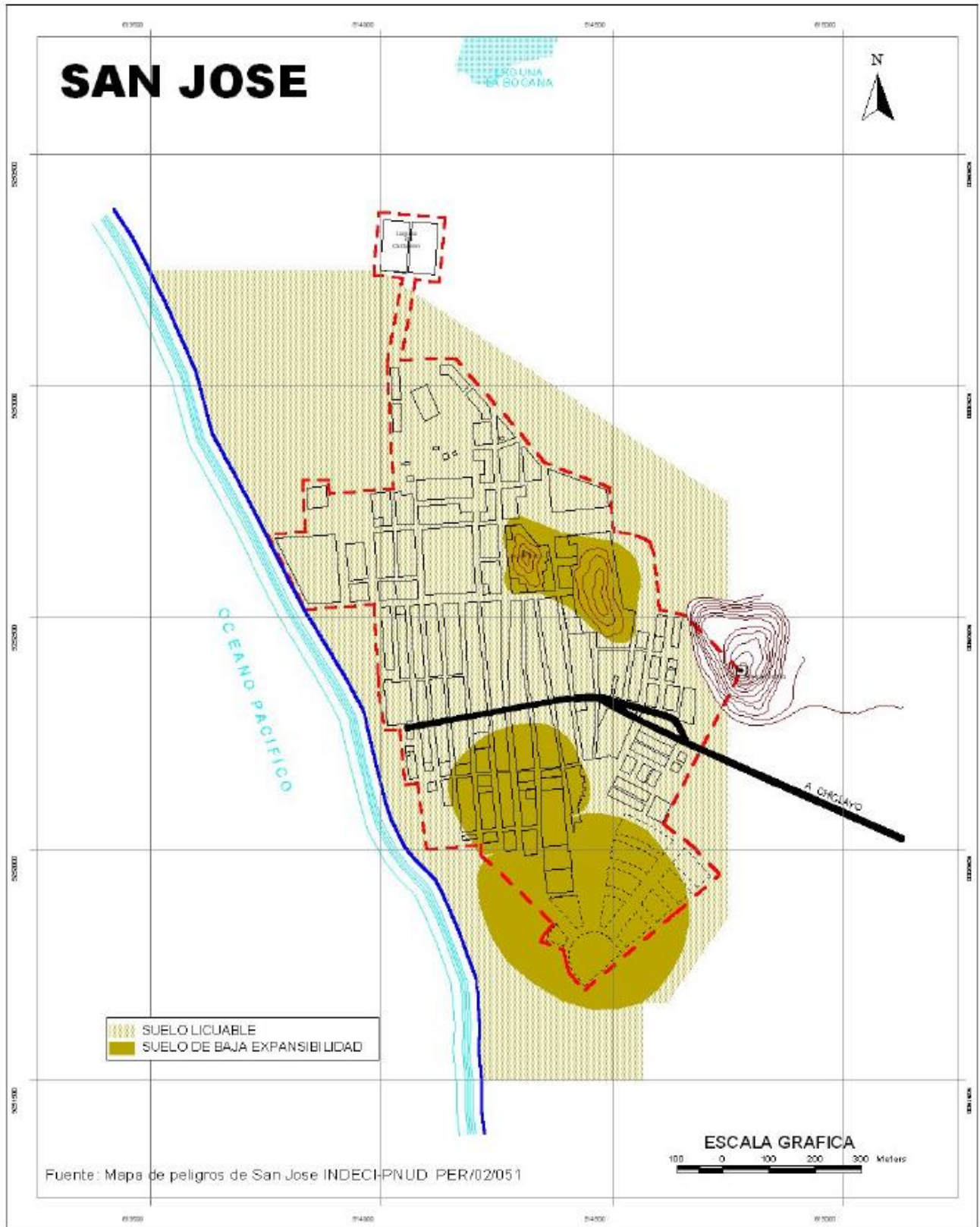
Fuente: Red Acelerográfica del Perú.

ANEXO - 17. Mapa Geotécnico de la localidad San José - 2003.



Fuente: INDECI

ANEXO - 18. Suelos Licuables y Expansibles en la localidad San José.



Fuente: INDECI

ANEXO - 19. Registro de Sondeos de Exploración Geotécnica.

Espesor de Estrato		Clasificación SUCS	N.F.	Simbolo	Descripción de Estrato	Prof. (mts)	Número de Golpes (N)					
							10	20	30	40	50	N
0.40		No se muestreo			Material de afirmado.							
1.52		SP			Arena Mal Graduada de color gris oscuro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 20.57%, Cu = 1.952, Cc = 0.977 y un peso específico de 2.93 gr/cm3.	-0.50 -1.00 -1.50						Exc. Manual
0.78		SP			Arena Mal Graduada de color gris oscuro, presenta plasticidad de 8.29%, con humedad natural de 19.91%, LL = 31.89%, LP = 23.60% y un peso específico de 2.90 gr/cm3.	-2.00 -2.50						-1.60 -2.05
0.37		SP			Arena Mal Graduada de color gris oscuro con ciertas zonas marrón claro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 20.49%, Cu = 2.233, Cc = 0.999 y un peso específico de 2.84 gr/cm3.	-3.00						-2.65
0.58		SP			Arena Mal Graduada de color gris oscuro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 19.32%, Cu = 1.909, Cc = 0.974 y un peso específico de 2.43 gr/cm3.	-3.55						-3.10 -3.55

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





SONDAJE DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA - SPT N° 02

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Provincia : Lambayeque

Ensayo : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Ensayo de Penetración Estándar

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E : 614208.17

Fecha de muestreo : lunes, 13 de noviembre de 2017

Distrito : San José

Departamento : Lambayeque

Norma : ASTM D-2487

Norma : ASTM D-1586

N : 9252253.51

Espesor de Estrato	Clasificación SUCS	N.F.	Símbolo	Descripción de Estrato	Prof. (mts)	Número de Golpes (N)						
						10	20	30	40	50	N	
0.85	No se muestreo		RRRRRR	Relleno de material natural de color marrón claro con presencia de gravilla.	-0.50							Exc. Manual
0.25	SP	-0.96	RRRRRR	Arena Mal Graduada de color gris oscuro con visualización de pequeño porcentaje de arcilla, no presenta plasticidad, con humedad natural de 30.94%, Cu = 2.765, Cc = 0.999 y un peso específico de 2.60 gr/cm ³ .	-1.00							
2.30	SP		RRRRRR	Arena Mal Graduada de color gris oscuro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 22.11%, Cu = 1.827, Cc = 1.184 y un peso específico de 2.73 gr/cm ³ .	-1.50							-1.45
					-2.00							-2.05
					-2.50							-2.65
					-3.00							-3.10
					-3.40							-3.40

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





SONDAJE DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA - SPT N° 03

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
Localidad : San José
Provincia : Lambayeque
Ensayo : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
 Ensayo de Penetración Estándar
Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio
Coordenadas : E: 613676.82 N: 9252027.15
Fecha de muestreo : sábado, 11 de noviembre de 2017

Espesor de Estrato	Clasificación SUCS	N.F.	Símbolo	Descripción de Estrato	Prof. (mts)	Número de Golpes (N)									
						10	20	30	40	50	N				
0.40	No se muestreo			Material de afirmado.											
3.45	SP			Arena Mal Graduada de color gris oscuro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 23.13%, Cu = 2.171, Cc = 0.959 y un peso específico de 2.68 gr/cm ³ .											
					-0.50										
					-1.00										
					-1.50										
					-2.00										
					-2.50										
					-3.00										
					-3.50										
					-3.85										

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





SONDAJE DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA - SPT N° 05

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
Localidad : San José **Distrito :** San José
Provincia : Lambayeque **Departamento :** Lambayeque
Ensayo : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos **Norma :** ASTM D-2487
Ensayo de Penetración Estándar **Norma :** ASTM D-1586
Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio
Coordenadas : E: 614153.77 **N :** 9251426.90
Fecha de muestreo : miércoles, 15 de noviembre de 2017

Espesor de Estrato	Clasificación SUCS	N.F.	Símbolo	Descripción de Estrato	Prof. (mts)	Número de Golpes (N)						
						10	20	30	40	50	N	
2.48	SP			Arena Mal Graduada de color gris oscuro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 6.96%, Cu = 2.048, Cc = 0.959 y un peso específico de 2.76 gr/cm3.	-0.50							Exc. Manual
					-1.00							
					-1.50							-1.45
					-2.00							-2.05
					-2.50							-2.65
1.22	SP-SM			Arena Mal Graduada con Limo de color gris claro, presenta plasticidad igual a 14.63%, con humedad natural de 21.26%, LL = 47.80%, LP = 33.17% y un peso específico de 2.64 gr/cm3.	-3.00							-3.10
					-3.50							-3.40
					-3.70							-3.70

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





SONDAJE DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA - SPT N° 06

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José
 Provincia : Lambayeque
 Ensayo : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
 Ensayo de Penetración Estándar
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio
 Coordenadas : E : 613715.34 N : 9252183.34
 Fecha de muestreo : jueves, 16 de noviembre de 2017

Espesor de Estrato	Clasificación SUCS	N.F.	Símbolo	Descripción de Estrato	Prof. (mts)	Número de Golpes (N)						
						10	20	30	40	50	N	
3.15	SP	-0.47		Arena Mal Graduada de color gris oscuro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 23.52%, Cu = 2.458, Cc = 1.135 y un peso específico de 2.62 gr/cm³.	-0.50							Exc. Manual
					-1.00							
					-1.50							
					-2.00							
					-2.50							
					-3.00							
0.40	SP			Arena Mal Graduada de color gris oscuro, no presenta plasticidad, con humedad natural de 20.25%, Cu = 2.363, Cc = 0.916 y un peso específico de 2.61 gr/cm³.	-3.25							
					-3.55							

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



ANEXO - 20. Ensayos de Laboratorio.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

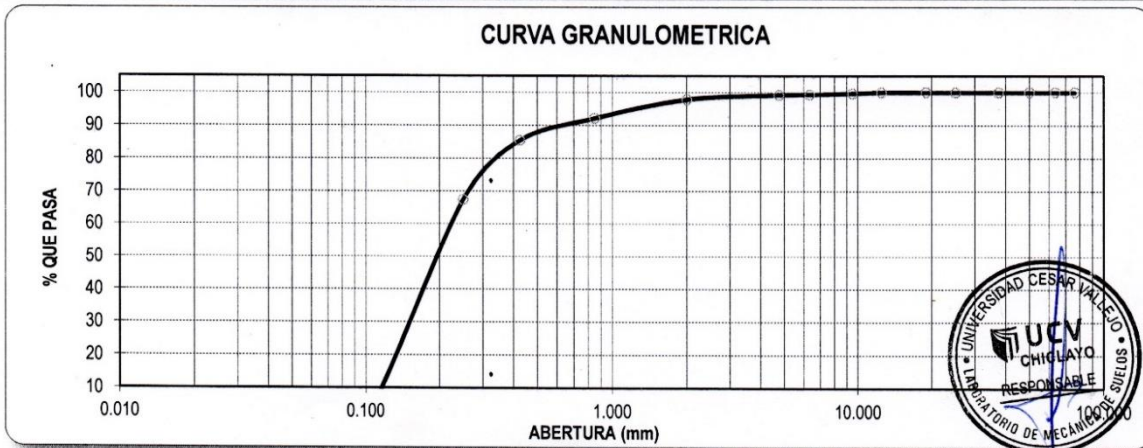
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT-1	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	479.60 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	0.40 - 1.92 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	1.50	0.31	0.31	99.69	
1/4"	6.350	1.60	0.33	0.65	99.35	
No4	4.750	0.80	0.17	0.81	99.19	
10	2.000	6.50	1.36	2.17	97.83	
20	0.850	27.20	5.67	7.84	92.16	
40	0.425	32.40	6.76	14.60	85.40	
60	0.250	86.80	18.10	32.69	67.31	
140	0.106	303.40	63.26	95.95	4.05	
200	0.075	17.40	3.63	99.58	0.42	
< 200		2.00	0.42	100.00	0.00	
Total		479.60	100.0			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAS

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514*

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	SPT -1		E-01	
		T-1		J-47
Peso de Tarro (gr.)		13.65		13.59
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)		55.83		53.24
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)		48.41		46.69
Peso de Suelo Seco (gr.)		34.76		33.10
Peso de Agua (gr.)		7.42		6.55
% de Humedad (%)		21.35		19.79
% De Humedad Promedio (%)				20.57



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



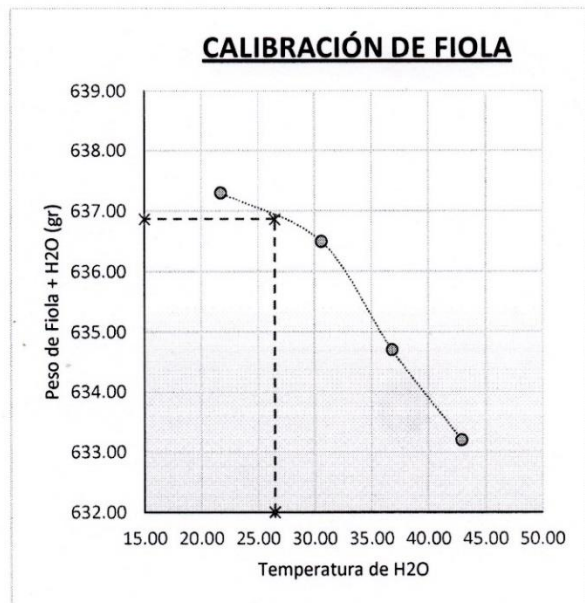
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
 SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

*DATOS DE CALIBRACIÓN:

Calibración de Fiola + H ₂ O		
P. Fiola + H ₂ O	Temperatura	
637.30 gr	21.70 °C	Inicial
636.50 gr	30.60 °C	Toma 01
634.70 gr	36.80 °C	Toma 02
633.20 gr	42.90 °C	Toma 03
Fiola + H ₂ O Calibrada		
P. Fiola + H ₂ O	Temperatura	
636.87 gr	26.50 °C	



*DATOS :

Peso de Fiola + H ₂ O + Muestra	699.90 gr
Peso de Recipiente	630.80 gr
Peso de Recipiente + Muestra Seca	726.50 gr
Peso de Muestra	95.70 gr
Peso Específico del Agua	1.00 gr/cm ³
Peso Específico del Suelo	2.93 gr/cm³



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LIQUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

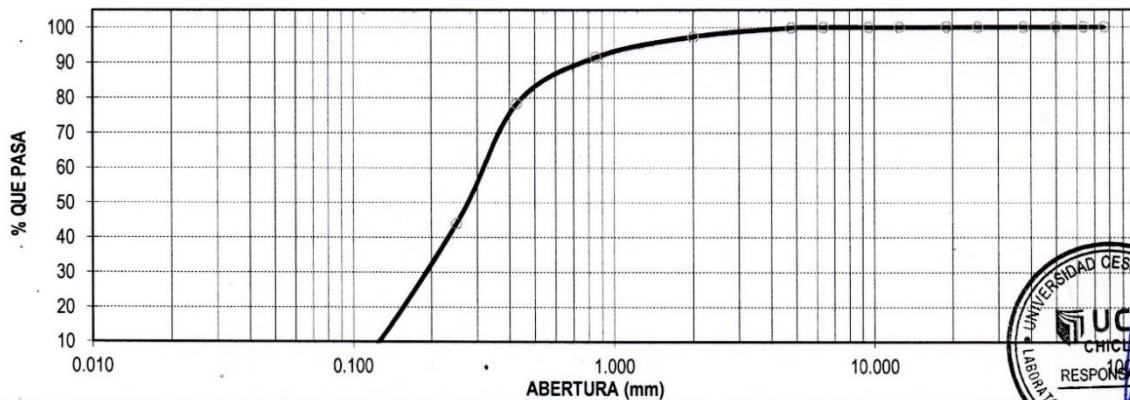
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT -1	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1016.70 gr
ESTRATO :	E-02	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	1.92 - 2.65 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 19.91 Límite Líquido (LL) : 31.89 Límite Plástico (LP) : 23.60 Índice Plástico (IP) : 8.3 Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.750	1.60	0.16	0.16	99.84	
10	2.000	25.40	2.50	2.66	97.34	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.16% Arena N°4 - N°200 : 99.66% Finos < N°200 : 0.19%
20	0.850	59.20	5.82	8.48	91.52	
40	0.425	135.70	13.35	21.83	78.17	
60	0.250	347.30	34.16	55.99	44.01	
140	0.106	417.70	41.08	97.07	2.93	
200	0.075	27.90	2.74	99.81	0.19	
< 200		1.90	0.19	100.00	0.00	
Total		1016.70	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

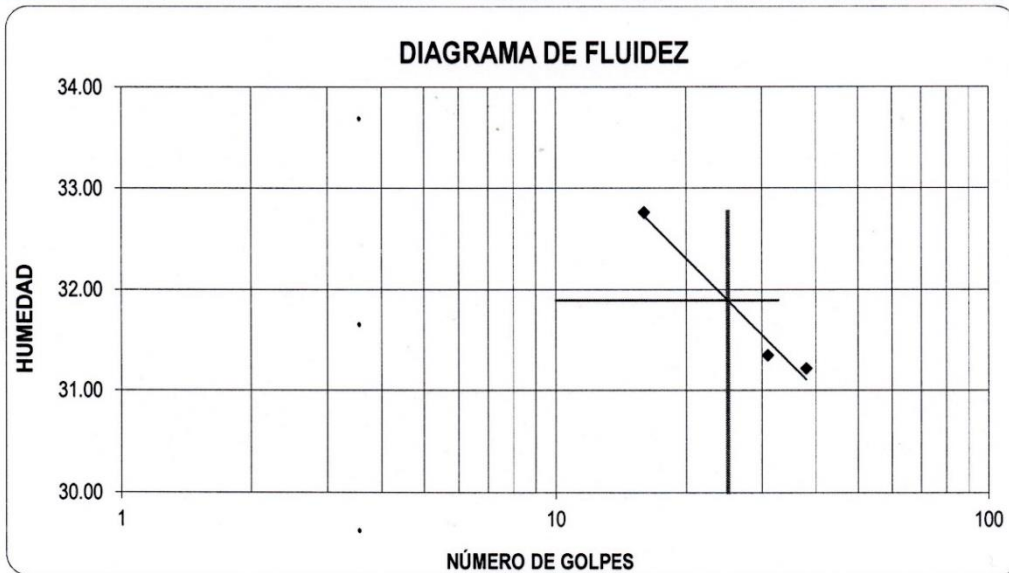
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CALICATA SPT -1 ESTRATO : E-02

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	31	38	-	-
Peso tara (g)	13.53	13.56	13.65	13.35	13.65
Peso tara + suelo húmedo (g)	29.78	34.97	30.59	17.69	24.41
Peso tara + suelo seco (g)	25.77	29.86	26.56	16.88	22.31
Humedad %	32.76	31.35	31.22	22.95	24.25
Límites	31.89			23.60	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017 .

CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216

DESCRIPCIÓN	SPT -1	E-02
	T-1	J-47
Peso de Tarro (gr.)	13.31	13.65
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	46.52	56.66
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	40.95	49.59
Peso de Suelo Seco (gr.)	27.64	35.94
Peso de Agua (gr.)	5.57	7.07
% de Humedad (%)	20.15	19.67
% De Humedad Promedio (%)	19.91	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS	
PROYECTO	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA	NOVIEMBRE DEL 2017
*DATOS DE CALIBRACIÓN:	
Calibración de Fiola + H₂O	
P. Fiola + H₂O	Temperatura
637.60 gr	22.60 °C
637.10 gr	28.50 °C
635.70 gr	33.80 °C
633.80 gr	42.00 °C
Fiola + H₂O Calibrada	
P. Fiola + H₂O	Temperatura
636.36 gr	31.30 °C
*DATOS :	
<i>Peso de Fiola + H₂O + Muestra</i>	698.40 gr
<i>Peso de Recipiente</i>	630.80 gr
<i>Peso de Recipiente + Muestra Seca</i>	725.50 gr
<i>Peso de Muestra</i>	94.70 gr
<i>Peso Específico del Agua</i>	1.00 gr/cm ³
<i>Peso Específico del Suelo</i>	2.90 gr/cm ³



CALIBRACIÓN DE FIOLA




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante




LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

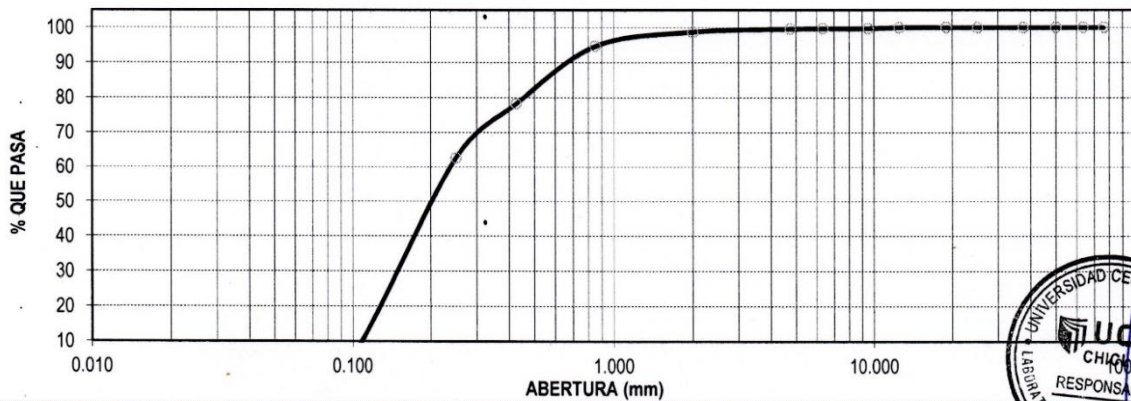
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT -1	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	822.60 gr
ESTRATO :	E-03	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD :	2.65 - 3.02 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 20.49 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	2.00	0.24	0.24	99.76	
1/4"	6.350	0.40	0.05	0.29	99.71	
No4	4.750	0.90	0.11	0.40	99.60	
10	2.000	7.10	0.86	1.26	98.74	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.40% Arena N°4 - N°200 : 96.22% Finos < N°200 : 3.38%
20	0.850	33.40	4.06	5.32	94.68	
40	0.425	135.80	16.51	21.83	78.17	
60	0.250	127.80	15.54	37.37	62.63	
140	0.106	441.50	53.67	91.04	8.96	
200	0.075	45.90	5.58	96.62	3.38	
<200		27.80	3.38	100.00	0.00	
Total		822.60	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017 .

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN		SPT -1	E-03
		T-1	J-47
Peso de Tarro	(gr.)	13.40	13.66
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	86.16	85.76
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	74.19	73.10
Peso de Suelo Seco	(gr.)	60.79	59.44
Peso de Agua	(gr.)	11.97	12.66
% de Humedad	(%)	19.69	21.30
% De Humedad Promedio	(%)	20.49	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS		
PROYECTO :	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.	
SOLICITANTE :	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO	
RESPONSABLE :	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ	
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	
*DATOS DE CALIBRACIÓN:		
Calibración de Fiola + H₂O		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
637.10 gr	23.10 °C	Inicial
636.40 gr	29.90 °C	Toma 01
634.50 gr	39.30 °C	Toma 02
631.80 gr	49.20 °C	Toma 03
Fiola + H₂O Calibrada		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
634.58 gr	38.90 °C	
*DATOS :		
<i>Peso de Fiola + H₂O + Muestra</i>	697.00 gr	
<i>Peso de Recipiente</i>	472.70 gr	
<i>Peso de Recipiente + Muestra Seca</i>	569.10 gr	
<i>Peso de Muestra</i>	96.40 gr	
<i>Peso Específico del Agua</i>	1.00 gr/cm ³	
<i>Peso Específico del Suelo</i>	2.84 gr/cm ³	

CALIBRACIÓN DE FIOLA

Temperatura de H ₂ O (°C)	Peso de Fiola + H ₂ O (gr)
23.10	637.10
29.90	636.40
38.90	634.58
49.20	631.80

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



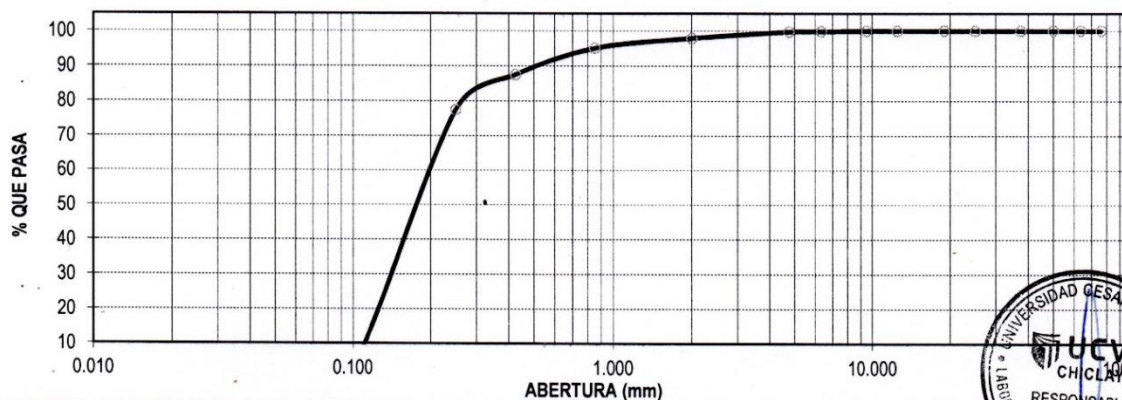
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT -1	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	783.90 gr
ESTRATO :	E-04	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	3.02 - 3.55 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 19.32 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	1.20	0.15	0.15	99.85	
No4	4.750	0.80	0.10	0.26	99.74	
10	2.000	14.50	1.85	2.10	97.90	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.26% Arena N°4 - N°200 : 96.86% Finos < N°200 : 2.88%
20	0.850	22.10	2.82	4.92	95.08	
40	0.425	59.20	7.55	12.48	87.52	
60	0.250	79.00	10.08	22.55	77.45	
140	0.106	552.90	70.53	93.09	6.91	
200	0.075	31.60	4.03	97.12	2.88	
< 200		22.60	2.88	100.00	0.00	
Total		783.90	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA


*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	SPT -1	E-04
	T-1	J-47
Peso de Tarro (gr.)	13.65	13.56
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	59.52	80.39
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	52.08	69.59
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.43	56.03
Peso de Agua (gr.)	7.44	10.80
% de Humedad (%)	19.36	19.28
% De Humedad Promedio (%)	19.32	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS		
PROYECTO :	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.	
SOLICITANTE :	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO	
RESPONSABLE :	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ	
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	
*DATOS DE CALIBRACIÓN:		
Calibración de Fiola + H₂O		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
637.60 gr	22.80 °C	Inicial
637.00 gr	28.10 °C	Toma 01
635.30 gr	37.90 °C	Toma 02
632.60 gr	47.70 °C	Toma 03
Fiola + H₂O Calibrada		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
635.77 gr	35.20 °C	
*DATOS :		
<i>Peso de Fiola + H₂O + Muestra</i>	698.60 gr	
<i>Peso de Recipiente</i>	657.20 gr	
<i>Peso de Recipiente + Muestra Seca</i>	764.00 gr	
<i>Peso de Muestra</i>	106.80 gr	
<i>Peso Específico del Agua</i>	1.00 gr/cm ³	
<i>Peso Específico del Suelo</i>	2.43 gr/cm ³	

CALIBRACIÓN DE FIOLA

Temperatura de H ₂ O (°C)	Peso de Fiola + H ₂ O (gr)
22.80	637.60
28.10	637.00
35.20	635.77
37.90	635.30
47.70	632.60

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LIQUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

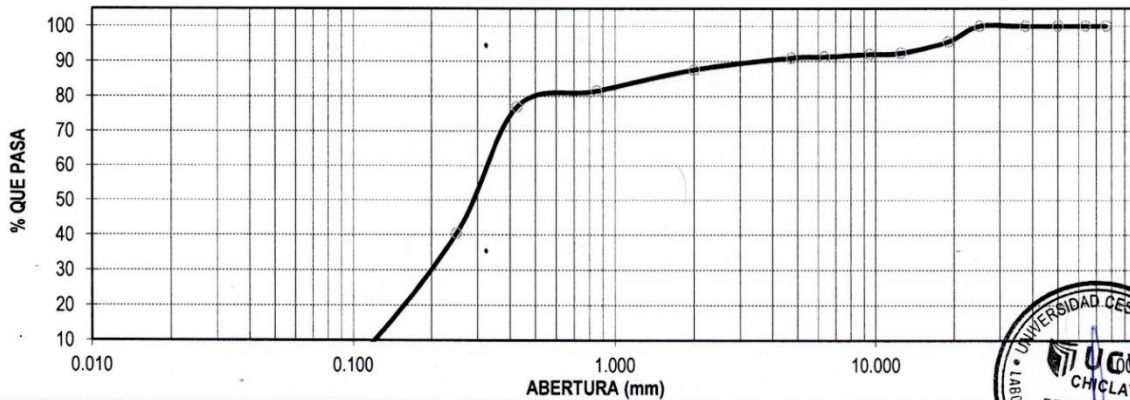
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT -2	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1011.50 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	0.85 - 1.10 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 30.94 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	44.80	4.43	4.43	95.57	
1/2"	12.500	32.90	3.25	7.68	92.32	
3/8"	9.525	3.40	0.34	8.02	91.98	
1/4"	6.350	7.10	0.70	8.72	91.28	
Nº4	4.750	2.90	0.29	9.01	90.99	
10	2.000	34.50	3.41	12.42	87.58	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-Nº4 : 9.01% Arena Nº4 - Nº200 : 88.62% Finos < Nº200 : 2.37%
20	0.850	61.40	6.07	18.49	81.51	
40	0.425	47.10	4.66	23.14	76.86	
60	0.250	367.60	36.34	59.49	40.51	
140	0.106	353.70	34.97	94.45	5.55	
200	0.075	32.10	3.17	97.63	2.37	
< 200		24.00	2.37	100.00	0.00	
Total		1011.50	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216

DESCRIPCIÓN		SPT -2	E-01
		T-1	J-47
Peso de Tarro	(gr.)	13.61	13.67
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	65.12	41.09
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	54.04	34.06
Peso de Suelo Seco	(gr.)	40.43	20.39
Peso de Agua	(gr.)	11.08	7.03
% de Humedad	(%)	27.41	34.48
% De Humedad Promedio	(%)	30.94	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAS





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS		
PROYECTO :	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.	
SOLICITANTE :	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO	
RESPONSABLE :	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ	
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	
*DATOS DE CALIBRACIÓN:		
Calibración de Fiola + H₂O		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
637.70 gr	24.50 °C	Inicial
635.60 gr	35.80 °C	Toma 01
633.20 gr	47.80 °C	Toma 02
0.00 gr	0.00 °C	Toma 03
Fiola + H₂O Calibrada		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
635.62 gr	35.70 °C	
*DATOS :		
Peso de Fiola + H ₂ O + Muestra	698.20 gr	
Peso de Recipiente	663.60 gr	
Peso de Recipiente + Muestra Seca	763.30 gr	
Peso de Muestra	99.70 gr	
Peso Específico del Agua	1.00 gr/cm ³	
Peso Específico del Suelo	2.69 gr/cm³	

CALIBRACIÓN DE FIOLA

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

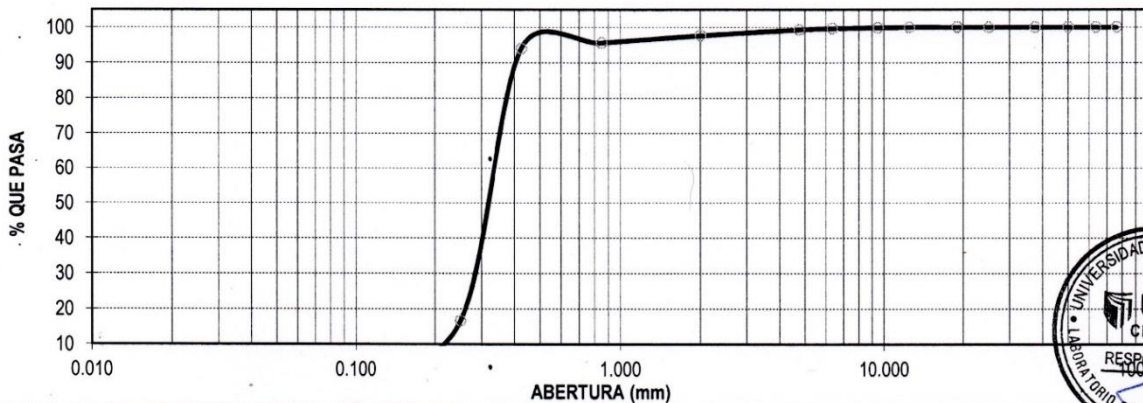
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT -2	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1393.39 gr
ESTRATO :	E-02	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	1.10 - 3.40 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 22.11 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	1.43	0.10	0.10	99.90	
1/4"	6.350	3.56	0.26	0.36	99.64	
No4	4.750	4.62	0.33	0.69	99.31	
10	2.000	23.25	1.67	2.36	97.64	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.69% Arena N°4 - N°200 : 99.13% Finos < N°200 : 0.18%
20	0.850	27.99	2.01	4.37	95.63	
40	0.425	22.38	1.61	5.97	94.03	
60	0.250	1078.58	77.41	83.38	16.62	
140	0.106	223.40	16.03	99.41	0.59	
200	0.075	5.68	0.41	99.82	0.18	
< 200		2.50	0.18	100.00	0.00	
Total		1393.39	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN		SPT -2	E-02
		T-1	J-47
Peso de Tarro	(gr.)	13.38	13.45
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	68.71	71.14
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	58.89	60.49
Peso de Suelo Seco	(gr.)	45.51	47.04
Peso de Agua	(gr.)	9.82	10.65
% de Humedad	(%)	21.58	22.64
% De Humedad Promedio	(%)	22.11	




 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS		
PROYECTO :	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.	
SOLICITANTE :	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO	
RESPONSABLE :	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ	
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	
*DATOS DE CALIBRACIÓN:		
Calibración de Fiola + H₂O		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
637.60 gr	25.80 °C	Inicial
636.10 gr	35.00 °C	Toma 01
633.30 gr	47.80 °C	Toma 02
632.10 gr	51.30 °C	Toma 03
Fiola + H₂O Calibrada		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
635.71 gr	36.80 °C	
*DATOS :		
Peso de Fiola + H ₂ O + Muestra	698.60 gr	
Peso de Recipiente	658.70 gr	
Peso de Recipiente + Muestra Seca	757.90 gr	
Peso de Muestra	99.20 gr	
Peso Específico del Agua	1.00 gr/cm ³	
Peso Específico del Suelo	2.73 gr/cm ³	

CALIBRACIÓN DE FIOLA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

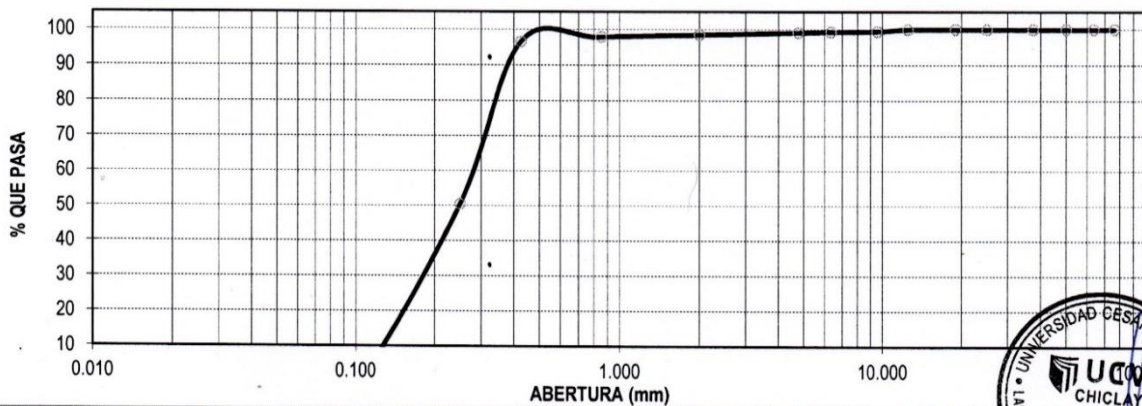
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT -3	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1220.64 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD :	0.40 - 3.85 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 23.13 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	6.43	0.53	0.53	99.47	
1/4"	6.350	1.98	0.16	0.69	99.31	
No4	4.750	2.58	0.21	0.90	99.10	
10	2.000	7.41	0.61	1.51	98.49	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.90% Arena N°4 - N°200 : 98.66% Finos < N°200 : 0.44%
20	0.850	7.42	0.61	2.12	97.88	
40	0.425	16.89	1.38	3.50	96.50	
60	0.250	561.72	46.02	49.52	50.48	
140	0.106	602.02	49.32	98.84	1.16	
200	0.075	8.85	0.73	99.56	0.44	
< 200		5.34	0.44	100.00	0.00	
Total		1220.64	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv_peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

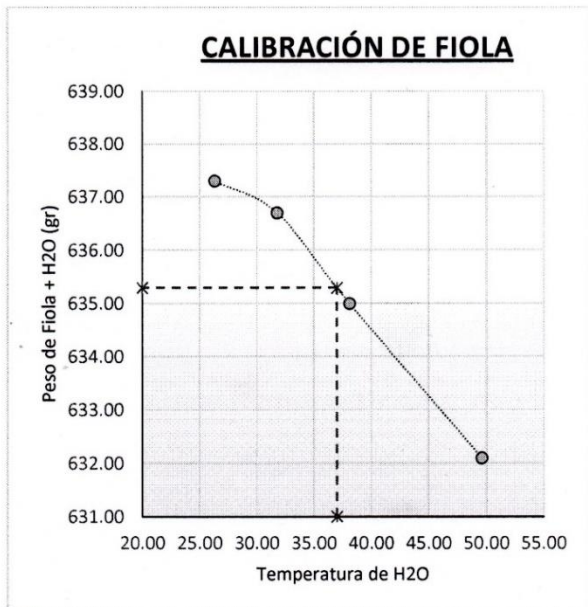
DESCRIPCIÓN		SPT -3	E-01
		T-1	J-47
Peso de Tarro	(gr.)	13.67	13.70
Peso de Tarro + Suelo Humedo,	(gr.)	68.39	81.42
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	57.92	68.94
Peso de Suelo Seco	(gr.)	44.25	55.24
Peso de Agua	(gr.)	10.47	12.48
% de Humedad	(%)	23.66	22.59
% De Humedad Promedio	(%)	23.13	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS		
PROYECTO	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.	
SOLICITANTE	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO	
RESPONSABLE	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ	
UBICACIÓN	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
FECHA	NOVIEMBRE DEL 2017	
*DATOS DE CALIBRACIÓN:		
Calibración de Fiola + H₂O		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
637.30 gr	26.30 °C	Inicial
636.70 gr	31.80 °C	Toma 01
635.00 gr	38.10 °C	Toma 02
632.10 gr	49.60 °C	Toma 03
Fiola + H₂O Calibrada		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
635.30 gr	37.00 °C	
*DATOS :		
<i>Peso de Fiola + H₂O + Muestra</i>	697.70 gr	
<i>Peso de Recipiente</i>	628.30 gr	
<i>Peso de Recipiente + Muestra Seca</i>	727.80 gr	
<i>Peso de Muestra</i>	99.50 gr	
<i>Peso Específico del Agua</i>	1.00 gr/cm ³	
<i>Peso Específico del Suelo</i>	2.68 gr/cm³	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

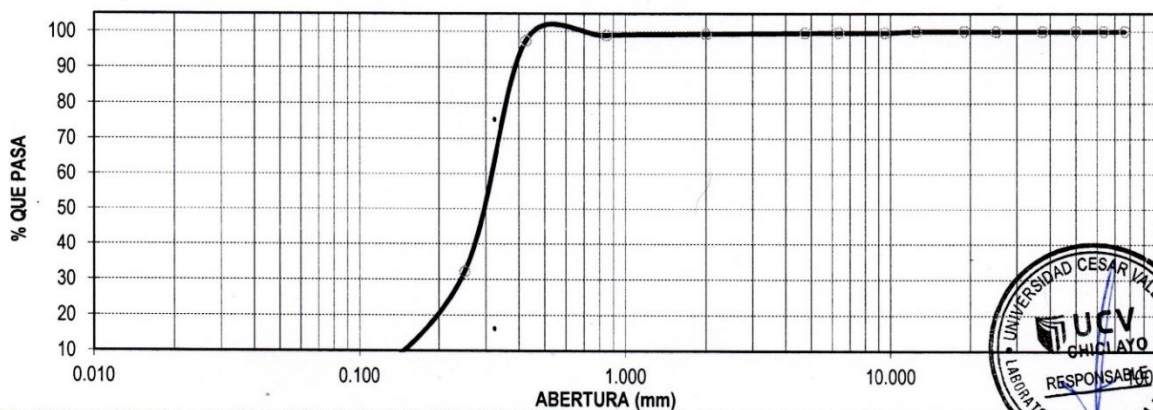
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT - 4	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1623.95 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	0.37 - 4.15 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 21.31 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	5.85	0.36	0.36	99.64	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.36	99.64	
No4	4.750	1.19	0.07	0.43	99.57	
10	2.000	4.17	0.26	0.69	99.31	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.43% Arena N°4 - N°200 : 99.20% Finos < N°200 : 0.37%
20	0.850	5.56	0.34	1.03	98.97	
40	0.425	24.70	1.52	2.55	97.45	
60	0.250	1059.46	65.24	67.79	32.21	
140	0.106	504.94	31.09	98.89	1.11	
200	0.075	12.09	0.74	99.63	0.37	
< 200		5.99	0.37	100.00	0.00	
Total		1623.95	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	SPT - 4		E-01	
		T-1		J-47
Peso de Tarro (gr.)		13.61		13.59
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)		74.26		84.20
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)		63.31		72.14
Peso de Suelo Seco (gr.)		49.70		58.55
Peso de Agua (gr.)		10.95		12.06
% de Humedad (%)		22.03		20.60
% De Humedad Promedio (%)				21.31



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



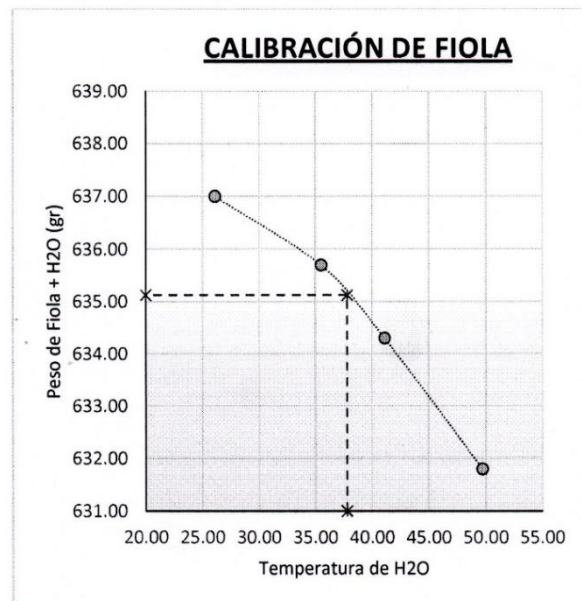
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
 SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

*DATOS DE CALIBRACIÓN:

Calibración de Fiola + H ₂ O		
P. Fiola + H ₂ O	Temperatura	
637.00 gr	26.10 °C	Inicial
635.70 gr	35.50 °C	Toma 01
634.30 gr	41.10 °C	Toma 02
631.80 gr	49.70 °C	Toma 03
Fiola + H ₂ O Calibrada		
P. Fiola + H ₂ O	Temperatura	
635.13 gr	37.80 °C	



*DATOS :

Peso de Fiola + H ₂ O + Muestra	697.90 gr
Peso de Recipiente	470.20 gr
Peso de Recipiente + Muestra Seca	569.80 gr
Peso de Muestra	99.60 gr
Peso Específico del Agua	1.00 gr/cm ³
Peso Específico del Suelo	2.70 gr/cm ³



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

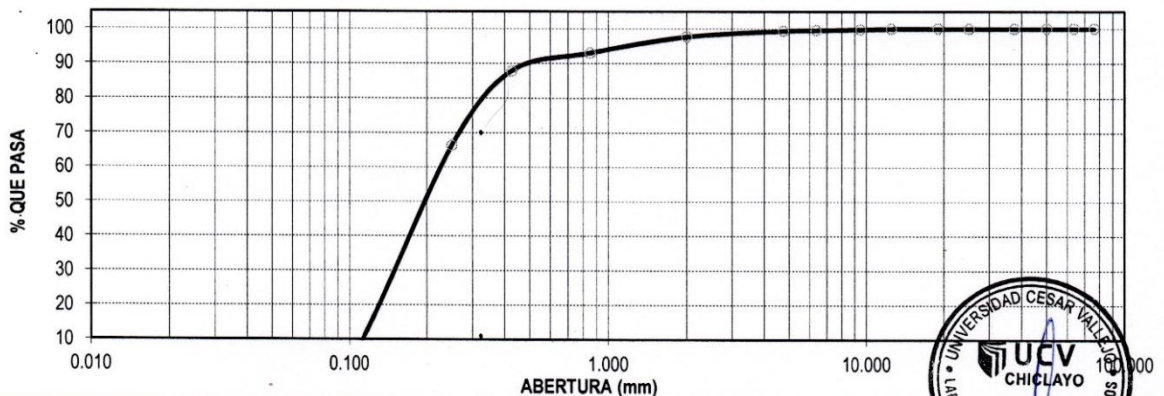
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT - 5	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	900.75 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.48 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 6.98 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	1.72	0.19	0.19	99.81	
1/4"	6.350	2.02	0.22	0.42	99.58	
No4	4.750	2.07	0.23	0.65	99.35	
10	2.000	15.18	1.69	2.33	97.67	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.65% Arena N°4 - N°200 : 96.84% Finos < N°200 : 2.51%
20	0.850	41.59	4.62	6.95	93.05	
40	0.425	47.17	5.24	12.18	87.82	
60	0.250	193.42	21.47	33.66	66.34	
140	0.106	539.83	59.93	93.59	6.41	
200	0.075	35.10	3.90	97.49	2.51	
< 200		22.65	2.51	100.00	0.00	
Total		900.75	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN		SPT - 5	E-01
		T-1	J-47
Peso de Tarro	(gr.)	14.12	14.27
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	65.10	69.65
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	61.77	66.04
Peso de Suelo Seco	(gr.)	47.65	51.77
Peso de Agua	(gr.)	3.33	3.61
% de Humedad	(%)	6.99	6.97
% De Humedad Promedio	(%)	6.98	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAS



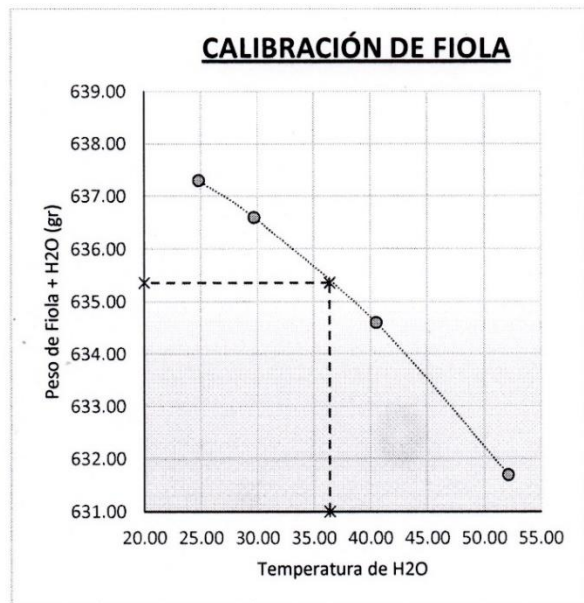
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
 SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

*DATOS DE CALIBRACIÓN:

Calibración de Fiola + H ₂ O		
P. Fiola + H ₂ O	Temperatura	
637.30 gr	24.80 °C	Inicial
636.60 gr	29.70 °C	Toma 01
634.60 gr	40.50 °C	Toma 02
631.70 gr	52.10 °C	Toma 03
Fiola + H ₂ O Calibrada		
P. Fiola + H ₂ O	Temperatura	
635.36 gr	36.40 °C	



*DATOS :

Peso de Fiola + H ₂ O + Muestra	698.50 gr
Peso de Recipiente	664.20 gr
Peso de Recipiente + Muestra Seca	763.20 gr
Peso de Muestra	99.00 gr
Peso Específico del Agua	1.00 gr/cm ³
Peso Específico del Suelo	2.76 gr/cm³

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LIQUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

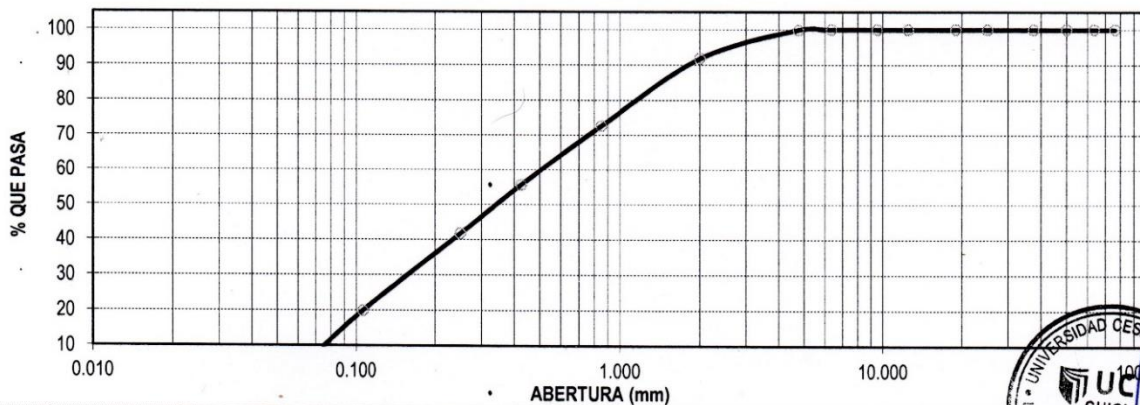
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT - 5	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	841.47 gr
ESTRATO :	E-02	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	2.48 - 3.70 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 21.26 Limite Líquido (LL) : 47.80 Limite Plástico (LP) : 33.17 Índice Plástico (IP) : 14.6 Clasificación SUCS : SP-SM Clasificación AASHTO : A-2-7 (0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.750	0.93	0.11	0.11	99.89	
10	2.000	68.35	8.12	8.23	91.77	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS LIMOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.11% Arena N°4 - N°200 : 90.06% Finos < N°200 : 9.83%
20	0.850	161.67	19.21	27.45	72.55	
40	0.425	142.32	16.91	44.36	55.64	
60	0.250	116.87	13.89	58.25	41.75	
140	0.106	183.99	21.87	80.11	19.89	
200	0.075	84.63	10.06	90.17	9.83	
< 200		82.71	9.83	100.00	0.00	
Total		841.47	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el laboratorio.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

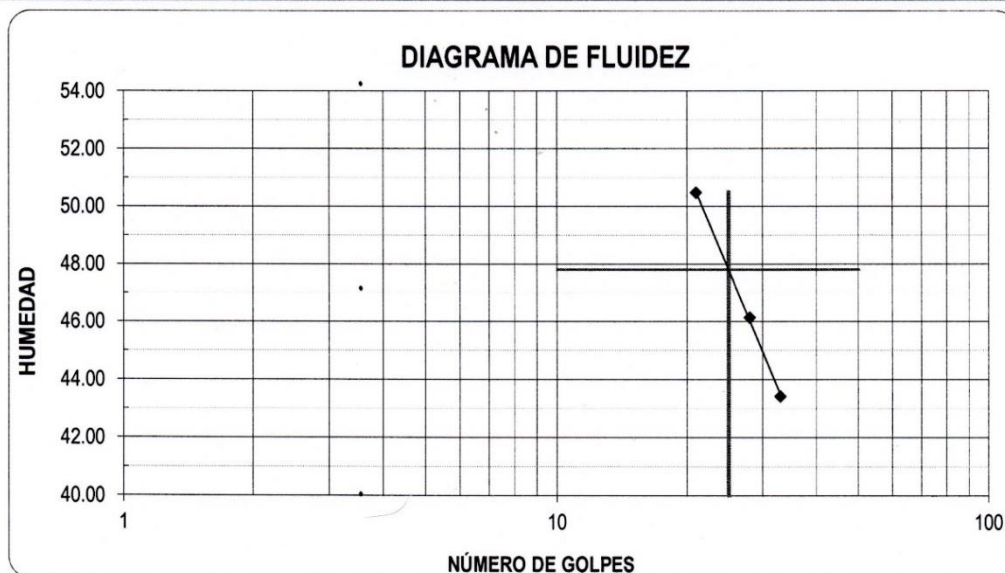
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CALICATA SPT - 5 ESTRATO : E-02

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	21	28	33	-	-
Peso tara (g)	13.66	13.51	13.59	13.58	13.62
Peso tara + suelo húmedo (g)	29.55	30.90	29.84	19.71	19.11
Peso tara + suelo seco (g)	24.22	25.41	24.92	18.11	17.81
Humedad %	50.47	46.13	43.42	35.32	31.03
Límites	47.80			33.17	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	SPT - 5		E-02	
		T-1		J-47
Peso de Tarro (gr.)		14.05		14.12
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)		58.20		63.67
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)		50.55		54.88
Peso de Suelo Seco (gr.)		36.50		40.76
Peso de Agua (gr.)		7.65		8.79
% de Humedad (%)		20.96		21.57
% De Humedad Promedio (%)				21.26



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS	
PROYECTO	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA	NOVIEMBRE DEL 2017
*DATOS DE CALIBRACIÓN:	
Calibración de Fiola + H₂O	
P. Fiola + H₂O	Temperatura
636.70 gr	26.80 °C
635.80 gr	34.90 °C
634.90 gr	41.10 °C
631.90 gr	51.10 °C
Fiola + H₂O Calibrada	
P. Fiola + H₂O	Temperatura
635.42 gr	37.50 °C
*DATOS :	
<i>Peso de Fiola + H₂O + Muestra</i>	*695.50 gr
<i>Peso de Recipiente</i>	149.60 gr
<i>Peso de Recipiente + Muestra Seca</i>	246.30 gr
<i>Peso de Muestra</i>	96.70 gr
<i>Peso Específico del Agua</i>	1.00 gr/cm ³
<i>Peso Específico del Suelo</i>	. 2.64 gr/cm ³

CALIBRACIÓN DE FIOLA

Temperatura de H ₂ O (°C)	Peso de Fiola + H ₂ O (gr)
26.80	636.70
34.90	635.80
41.10	634.90
51.10	631.90



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

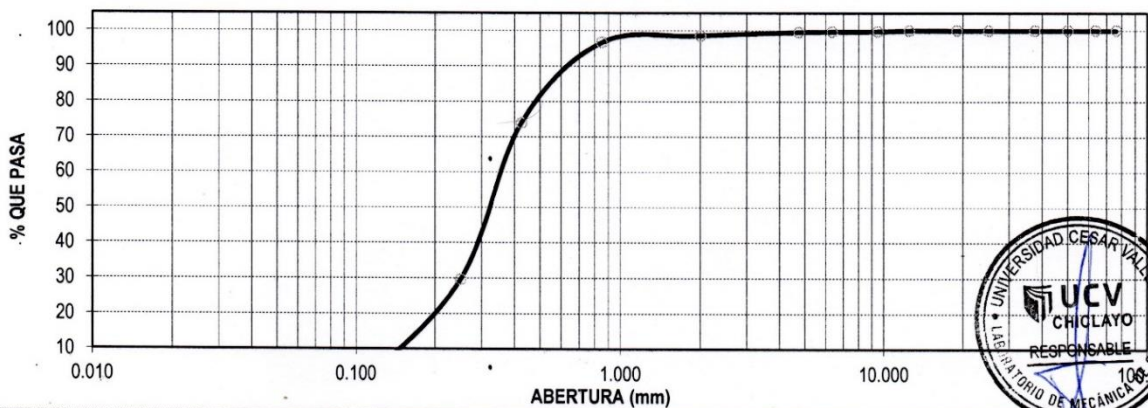
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT - 6	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1663.79 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	0.00 - 3.15 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 23.52 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3(0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	4.01	0.24	0.24	99.76	
1/4"	6.350	1.27	0.08	0.32	99.68	
No4	4.750	2.50	0.15	0.47	99.53	
10	2.000	16.76	1.01	1.47	98.53	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS
20	0.850	31.89	1.92	3.39	96.61	
40	0.425	378.11	22.73	26.12	73.88	OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 0.47% Arena N°4 - N°200 : 98.93% Finos < N°200 : 0.61%
60	0.250	736.16	44.25	70.36	29.64	
140	0.106	473.05	28.43	98.80	1.20	
200	0.075	9.94	0.60	99.39	0.61	
< 200		10.10	0.61	100.00	0.00	
Total		1663.79	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIA

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL ROTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216

DESCRIPCIÓN		SPT - 6	E-01
		T-1	J-47
Peso de Tarro	(gr.)	13.99	14.12
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	80.10	80.97
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	67.81	67.94
Peso de Suelo Seco	(gr.)	53.82	53.82
Peso de Agua	(gr.)	12.29	13.03
% de Humedad	(%)	22.84	24.21
% De Humedad Promedio	(%)	23.52	




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS	
PROYECTO :	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE :	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE :	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017
*DATOS DE CALIBRACIÓN:	
Calibración de Fiola + H₂O	
P. Fiola + H₂O	Temperatura
636.80 gr	26.30 °C
636.20 gr	33.80 °C
634.30 gr	42.30 °C
631.70 gr	53.40 °C
Fiola + H₂O Calibrada	
P. Fiola + H₂O	Temperatura
634.39 gr	41.90 °C
*DATOS :	
<i>Peso de Fiola + H₂O + Muestra</i>	696.20 gr
<i>Peso de Recipiente</i>	114.80 gr
<i>Peso de Recipiente + Muestra Seca</i>	214.80 gr
<i>Peso de Muestra</i>	100.00 gr
<i>Peso Específico del Agua</i>	1.00 gr/cm ³
Peso Específico del Suelo	2.62 gr/cm³

CALIBRACIÓN DE FIOLA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

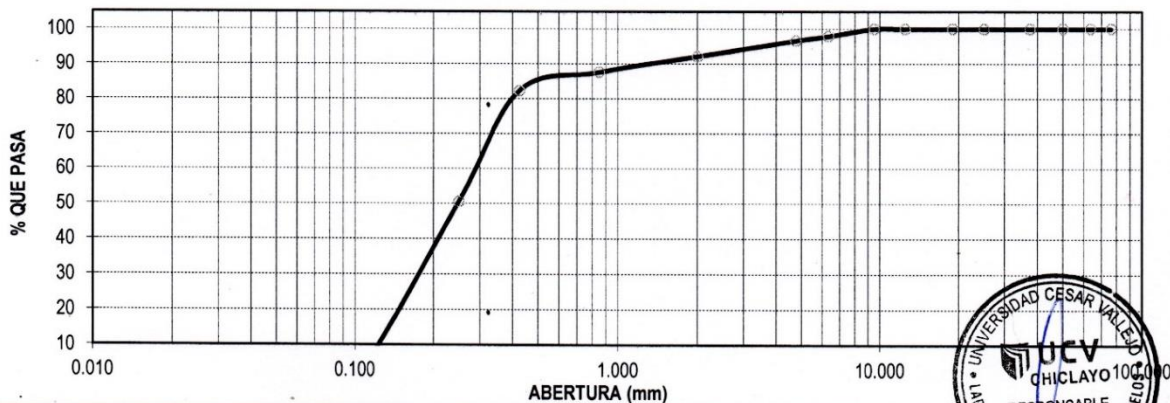
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	SPT - 6	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	667.35 gr
ESTRATO :	E-02	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2017	PESO LAVADO SECO :	SIN LAVAR
PROFUNDIDAD	3.15 - 3.55 m				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 20.25 Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. Clasificación SUCS : SP Clasificación AASHTO : A-3(0)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	13.98	2.09	2.09	97.91	
No4	4.750	8.65	1.30	3.39	96.61	
10	2.000	29.99	4.49	7.88	92.12	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON POCOS FINOS OBSERVACIONES Bolonería > 3" : Grava 3"-N°4 : 3.39% Arena N°4 - N°200 : 95.70% Finos < N°200 : 0.91%
20	0.850	30.22	4.53	12.41	87.59	
40	0.425	35.39	5.30	17.72	82.28	
60	0.250	211.42	31.68	49.40	50.60	
140	0.106	319.15	47.82	97.22	2.78	
200	0.075	12.50	1.87	99.09	0.91	
< 200		6.05	0.91	100.00	0.00	
Total		667.35	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: ANALISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSE, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN		SPT - 6	E-02
		T-1	J-47
Peso de Tarro	(gr.)	13.88	14.19
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	64.88	74.56
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	56.23	64.47
Peso de Suelo Seco	(gr.)	42.35	50.28
Peso de Agua	(gr.)	8.65	10.09
% de Humedad	(%)	20.43	20.07
% De Humedad Promedio (%)		20.25	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAL...



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS		
PROYECTO	:	TESIS: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
SOLICITANTE	:	JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA	:	NOVIEMBRE DEL 2017
*DATOS DE CALIBRACIÓN:		
Calibración de Fiola + H₂O		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
637.40 gr	24.70 °C	Inicial
636.70 gr	30.50 °C	Toma 01
634.10 gr	43.10 °C	Toma 02
630.30 gr	54.50 °C	Toma 03
Fiola + H₂O Calibrada		
P. Fiola + H₂O	Temperatura	
633.73 gr	44.20 °C	
*DATOS :		
<i>Peso de Fiola + H₂O + Muestra</i>	695.00 gr	
<i>Peso de Recipiente</i>	115.40 gr	
<i>Peso de Recipiente + Muestra Seca</i>	214.80 gr	
<i>Peso de Muestra</i>	99.40 gr	
<i>Peso Específico del Agua</i>	1.00 gr/cm ³	
<i>Peso Específico del Suelo</i>	2.61 gr/cm ³	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 01 Magnitud : Mw = 6.5 Aceleración : 4.41 m/s²
 Nivel Freático : -1.55 m Coordenadas : Este : 614249.03 Norte : 9251753.54

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60s}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
0.40	AFIRMADO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																				
						-1.00																		
1.52	SP	-1.55	2.93	0.42 %		-1.15	4.738	4.688	14	1.461	0.60	1.00	0.75	1.00	9.201	0.00	1.00	9.201	0.106	0.990	0.293	1.523	0.552	ESTRATO LICUABLE
						-1.50																		
						-1.60	6.503	6.003	15	1.291	0.60	1.00	0.75	1.00	8.712	0.00	1.00	8.712	0.102	0.986	0.313	1.523	0.497	ESTRATO LICUABLE
						-2.00																		
0.73	SP		2.90	0.19 %		-2.05	8.843	7.743	17	1.136	0.60	1.00	0.75	1.00	8.694	0.00	1.00	8.694	0.102	0.982	0.328	1.523	0.473	ESTRATO LICUABLE
						-2.50																		
						-2.65																		
0.37	SP		2.84	3.38 %		-3.00	10.538	8.988	17	1.055	0.60	1.00	0.75	1.00	8.069	0.00	1.00	8.069	0.097	0.979	0.336	1.523	0.438	ESTRATO LICUABLE
						-3.10																		
0.53	SP		2.43	2.88 %		-3.55	12.081	10.081	24	0.996	0.60	1.00	0.75	1.00	10.756	0.00	1.00	10.756	0.120	0.976	0.342	1.523	0.534	ESTRATO LICUABLE



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 01 Magnitud : Mw = 7.5 Aceleración : 5.30 m/s²
 Nivel Freático : -1.55 m Coordenadas : Este : 614249.03 Norte : 9251753.54

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N _m	C _N	C _E	C _B	C _R	C _S	(N1) _{60s}	α	β	(N1) _{60cs}	CRR _{7.5}	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN	
0.40	AFIRMADO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																					
					-1.00																				
1.52	SP	-1.55	2.93	0.42 %		-1.15	4.738	4.688	14	1.461	0.60	1.00	0.75	1.00	9.201	0.00	1.00	9.201	0.106	0.990	0.351	1.000	0.302	ESTRATO LICUABLE	
					-1.50																				
					-1.60		6.503	6.003	15	1.291	0.60	1.00	0.75	1.00	8.712	0.00	1.00	8.712	0.102	0.986	0.375	1.000	0.272	ESTRATO LICUABLE	
					-2.00	-2.05																			
0.73	SP		2.90	0.19 %			8.843	7.743	17	1.136	0.60	1.00	0.75	1.00	8.694	0.00	1.00	8.694	0.102	0.982	0.394	1.000	0.259	ESTRATO LICUABLE	
					-2.50																				
					-2.65																				
0.37	SP		2.84	3.38 %			10.538	8.988	17	1.055	0.60	1.00	0.75	1.00	8.069	0.00	1.00	8.069	0.097	0.979	0.403	1.000	0.240	ESTRATO LICUABLE	
					-3.00																				
					-3.10																				
0.53	SP		2.43	2.88 %			12.081	10.081	24	0.996	0.60	1.00	0.75	1.00	10.756	0.00	1.00	10.756	0.120	0.976	0.410	1.000	0.292	ESTRATO LICUABLE	
					-3.55	-3.55																			



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 02 Magnitud : Mw = 5.5 Aceleración : 2.45 m/s²
 Nivel Freático : -0.96 m Coordenadas : Este : 614208.17 Norte : 9252253.51

Prof. Estr. (m)	SUCS	Nf.	γs	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ _{v0}	σ' _{v0}	N _m	C _N	C _E	C _B	C _R	C _S	(N1) ₆₀	α	β	(N1) _{60cs}	CRR _{7.5}	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN	
0.85	RELLENO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																					
0.25	SP	-0.96	2.69	2.37 %		-1.00																			
							4.405	3.915	17	1.598	0.60	1.00	0.75	1.00	12.227	0.00	1.00	12.227	0.133	0.991	0.181	2.497	1.837	ESTRATO NO LICUABLE	
							6.643	5.553	14	1.342	0.60	1.00	0.75	1.00	8.455	0.00	1.00	8.455	0.100	0.986	0.192	2.497	1.299	ESTRATO LICUABLE	
2.30	SP		2.73	0.18 %			8.881	7.191	12	1.179	0.60	1.00	0.75	1.00	6.368	0.00	1.00	6.368	0.083	0.982	0.197	2.497	1.047	ESTRATO LICUABLE	
							10.559	8.419	23	1.090	0.60	1.00	0.75	1.00	11.280	0.00	1.00	11.280	0.125	0.979	0.199	2.497	1.560	ESTRATO NO LICUABLE	
							11.678	9.238	28	1.040	0.60	1.00	0.75	1.00	13.109	0.00	1.00	13.109	0.142	0.977	0.201	2.497	1.762	ESTRATO NO LICUABLE	



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 02 Magnitud : Mw = 6.5 Aceleración : 4.41 m/s²
 Nivel Freático : -0.96 m Coordenadas : Este : 614208.17 Norte : 9252253.51

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_u	C_e	C_g	C_R	C_s	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
0.85	RELLENO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																				
0.25	SP	-0.96	2.69	2.37 %	-1.00	-1.00	4.405	3.915	17	1.598	0.60	1.00	0.75	1.00	12.227	0.00	1.00	12.227	0.133	0.991	0.326	1.523	0.622	ESTRATO LICUABLE
					-1.50	-1.45	6.643	5.553	14	1.342	0.60	1.00	0.75	1.00	8.455	0.00	1.00	8.455	0.100	0.986	0.345	1.523	0.440	ESTRATO LICUABLE
					-2.00	-2.05	8.881	7.191	12	1.179	0.60	1.00	0.75	1.00	6.368	0.00	1.00	6.368	0.083	0.982	0.355	1.523	0.355	ESTRATO LICUABLE
2.30	SP		2.73	0.18 %	-2.50	-2.65	10.559	8.419	23	1.090	0.60	1.00	0.75	1.00	11.280	0.00	1.00	11.280	0.125	0.979	0.359	1.523	0.528	ESTRATO LICUABLE
					-3.00	-3.10	11.678	9.238	28	1.040	0.60	1.00	0.75	1.00	13.109	0.00	1.00	13.109	0.142	0.977	0.361	1.523	0.597	ESTRATO LICUABLE
					-3.40	-3.40																		



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 02 Magnitud : Mw = 7.5 Aceleración : 5.30 m/s²
 Nivel Freático : -0.96 m Coordenadas : Este : 614208.17 Norte : 9252253.51

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ_{v0}^t	N_m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN	
0.85	RELLENO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.25	SP	-0.96	2.69	2.37 %		-1.00	4.405	3.915	17	1.598	0.60	1.00	0.75	1.00	12.227	0.00	1.00	12.227	0.133	0.991	0.391	1.000	0.341	ESTRATO LICUABLE	
						-1.50	6.643	5.553	14	1.342	0.60	1.00	0.75	1.00	8.455	0.00	1.00	8.455	0.100	0.986	0.414	1.000	0.341	ESTRATO LICUABLE	
2.30	SP		2.73	0.18 %		-2.05	8.881	7.191	12	1.179	0.60	1.00	0.75	1.00	6.368	0.00	1.00	6.368	0.083	0.982	0.426	1.000	0.194	ESTRATO LICUABLE	
						-2.50	10.559	8.419	23	1.090	0.60	1.00	0.75	1.00	11.280	0.00	1.00	11.280	0.125	0.979	0.431	1.000	0.289	ESTRATO LICUABLE	
						-3.00	11.678	9.238	28	1.040	0.60	1.00	0.75	1.00	13.109	0.00	1.00	13.109	0.142	0.977	0.433	1.000	0.327	ESTRATO LICUABLE	
						-3.40																			



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 03 Magnitud : Mw = 5.5 Aceleración : 2.45 m/s²
 Nivel Freático : -1.38 m Coordenadas : Este : 613676.82 Norte : 9252027.15

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N _m	C _N	C _E	C _B	C _R	C _S	(N1) ₆₀	α	β	(N1) _{60cs}	CRR _{7.5}	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
0.40	AFIRMADO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO	-1.00																			
		-1.38			-1.50	-1.60	6.164	5.494	15	1.349	0.60	1.00	0.75	1.00	9.107	0.00	1.00	9.107	0.105	0.986	0.180	2.497	1.463	ESTRATO NO LICUABLE
					-2.00	-2.05	7.820	6.700	22	1.222	0.60	1.00	0.75	1.00	12.095	0.00	1.00	12.095	0.132	0.983	0.186	2.497	1.769	ESTRATO NO LICUABLE
					-2.50	-2.50	9.476	7.906	15	1.125	0.60	1.00	0.75	1.00	7.591	0.00	1.00	7.591	0.093	0.980	0.191	2.497	1.211	ESTRATO LICUABLE
					-3.00	-2.95	11.132	9.112	13	1.048	0.60	1.00	0.75	1.00	6.128	0.00	1.00	6.128	0.081	0.977	0.194	2.497	1.039	ESTRATO LICUABLE
					-3.50	-3.40	12.788	10.318	23	0.984	0.60	1.00	0.75	1.00	10.189	0.00	1.00	10.189	0.115	0.974	0.196	2.497	1.462	ESTRATO NO LICUABLE
					-3.85	-3.85																		



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 03 Magnitud : Mw = 6.5 Aceleración : 4.41 m/s²
 Nivel Freático : -1.38 m Coordenadas : Este : 613676.82 Norte : 9252027.15

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_{60}	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60cs}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
0.40	MIRMADO	-1.38	NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.45			SP	2.68	0.44 %	-1.60	6.164	5.494	15	1.349	0.60	1.00	0.75	1.00	9.107	0.00	1.00	9.107	0.105	0.986	0.324	1.523	0.496	ESTRATO LICUABLE
					-2.00	-2.05	7.820	6.700	22	1.222	0.60	1.00	0.75	1.00	12.095	0.00	1.00	12.095	0.132	0.983	0.336	1.523	0.599	ESTRATO LICUABLE
					-2.50	-2.50	9.476	7.906	15	1.125	0.60	1.00	0.75	1.00	7.591	0.00	1.00	7.591	0.093	0.980	0.344	1.523	0.410	ESTRATO LICUABLE
					-3.00	-2.95	11.132	9.112	13	1.048	0.60	1.00	0.75	1.00	6.128	0.00	1.00	6.128	0.081	0.977	0.349	1.523	0.352	ESTRATO LICUABLE
					-3.50	-3.40	12.788	10.318	23	0.984	0.60	1.00	0.75	1.00	10.189	0.00	1.00	10.189	0.115	0.974	0.353	1.523	0.495	ESTRATO LICUABLE
					-3.85	-3.85																		



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondeje : SPT - 03 Magnitud : Mw = 7.5 Aceleración : 5.30 m/s2
 Nivel Freático : -1.38 m Coordenadas : Este : 613676.82 Norte : 9252027.15

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{vo}	σ'_{vo}	N_m	C_u	C_e	C_b	C_r	C_s	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60s}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN	
0.40	AFIRMADO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																					
		-1.38																							
						-1.00																			
						-1.50																			
						-1.60																			
						-2.00																			
						-2.05																			
						-2.50																			
3.45	SP		2.68	0.44 %		-2.50																			
						-2.95																			
						-3.00																			
						-3.40																			
						-3.50																			
						-3.85																			
						-3.85																			



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 04 Magnitud : Mw = 5.5 Aceleración : 2.45 m/s²
 Nivel Freático : -3.05 m Coordenadas : Este : 613772.24 Norte : 9251629.22

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_H	C_L	C_B	C_t	C_s	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	F5	EVALUACIÓN
0.37	VERMADO																							
			NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																				
					-1.00	-1.15																		
					-1.50	-1.60	4.320	4.320	13	1.521	0.60	1.00	0.75	1.00	8.900	0.00	1.00	8.900	0.104	0.990	0.161	2.497	1.608	ESTRATO NO LICUABLE
					-2.00	-2.05	5.535	5.535	25	1.344	0.60	1.00	0.75	1.00	15.121	0.00	1.00	15.121	0.161	0.986	0.160	2.497	2.513	ESTRATO NO LICUABLE
					-2.50	-2.50	6.750	6.750	25	1.217	0.60	1.00	0.75	1.00	13.693	0.00	1.00	13.693	0.147	0.983	0.160	2.497	2.301	ESTRATO NO LICUABLE
3.78	SP		2.70	0.37 %	-3.00	-2.95	7.965	7.965	22	1.120	0.60	1.00	0.75	1.00	11.093	0.00	1.00	11.093	0.123	0.980	0.159	2.497	1.927	ESTRATO NO LICUABLE
					-3.50	-3.70	10.640	9.990	23	1.001	0.60	1.00	0.75	1.00	10.355	0.00	1.00	10.355	0.116	0.975	0.169	2.497	1.721	ESTRATO NO LICUABLE
					-4.15	-4.15	12.305	11.205	19	0.945	0.60	1.00	0.85	1.00	9.154	0.00	1.00	9.154	0.106	0.972	0.173	2.497	1.523	ESTRATO NO LICUABLE



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 04 Magnitud : Mw = 6.5 Aceleración : 4.41 m/s2
 Nivel Freático : -3.05 m Coordenadas : Este : 613772.24 Norte : 9251629.22

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ'_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_R	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60s}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN	
0.37	ANIMADO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																					
						-1.00																			
						-1.15																			
							4.320	4.320	13	1.521	0.60	1.00	0.75	1.00	8.900	0.00	1.00	8.900	0.104	0.990	0.289	1.523	0.545		
						-1.30																			
						-1.60																			
							5.535	5.535	25	1.344	0.60	1.00	0.75	1.00	15.121	0.00	1.00	15.121	0.161	0.986	0.288	1.523	0.851	SIENDO AÚN EL FACTOR DE SEGURIDAD "FS" MENOR A 1.30, AL NO EXISTIR REGISTRO DE NIVEL FREÁTICO SE AFIRMA QUE ES UN "ESTRATO NO LICUABLE".	
						-2.00																			
							6.750	6.750	25	1.217	0.60	1.00	0.75	1.00	13.693	0.00	1.00	13.693	0.147	0.983	0.288	1.523	0.779		
						-2.50																			
							7.965	7.965	22	1.120	0.60	1.00	0.75	1.00	11.093	0.00	1.00	11.093	0.123	0.980	0.287	1.523	0.653		
						-3.00																			
							10.640	9.980	23	1.001	0.60	1.00	0.75	1.00	10.355	0.00	1.00	10.355	0.116	0.975	0.304	1.523	0.583	ESTRATO LICUABLE	
						-3.50																			
						-3.70																			
							12.305	11.205	19	0.945	0.60	1.00	0.85	1.00	9.154	0.00	1.00	9.154	0.106	0.972	0.312	1.523	0.516	ESTRATO LICUABLE	
						-4.15																			



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 04 Magnitud : Mw = 7.5 Aceleración : 5.30 m/s2
 Nivel Freático : -3.05 m Coordenadas : Este : 613772.24 Norte : 9251629.22

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondaje	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_{60}	C_u	C_L	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
0.37	ARMIADO		NO SE MUESTREO	NO SE MUESTREO																				
					-1.00	-1.15																		
					-1.30	-1.60	4.320	4.320	13	1.521	0.60	1.00	0.75	1.00	8.900	0.00	1.00	8.900	0.104	0.990	0.347	1.000	0.298	
					-2.00	-2.05	5.535	5.535	25	1.344	0.60	1.00	0.75	1.00	15.121	0.00	1.00	15.121	0.161	0.986	0.346	1.000	0.466	SIENDO AÚN EL FACTOR DE SEGURIDAD "FS" MENOR A 1.30, AL NO EXISTIR REGISTRO DE NIVEL FREÁTICO SE AFIRMA QUE ES UN "ESTRATO NO LICUABLE".
3.78	SP		2.70	0.37 %			6.750	6.750	25	1.217	0.60	1.00	0.75	1.00	13.693	0.00	1.00	13.693	0.147	0.983	0.345	1.000	0.426	
					-2.50	-2.50	7.965	7.965	22	1.120	0.60	1.00	0.75	1.00	11.093	0.00	1.00	11.093	0.123	0.980	0.344	1.000	0.357	
					-3.00	-2.95																		
							10.640	9.990	23	1.001	0.60	1.00	0.75	1.00	10.355	0.00	1.00	10.355	0.116	0.975	0.364	1.000	0.319	ESTRATO LICUABLE
					-3.50	-3.70																		
							12.305	11.205	19	0.945	0.60	1.00	0.85	1.00	9.154	0.00	1.00	9.154	0.106	0.972	0.374	1.000	0.282	ESTRATO LICUABLE
					-4.15	-4.15																		



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 05 Magnitud : Mw = 5.5 Aceleración : 2.45 m/s²
 Nivel Freático : NP. Coordenadas : Este : 614153.77 Norte : 9251426.90

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ'_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_R	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
2.48	SP		2.76	2.51 %	-1.00	-1.00	4.002	4.002	7	1.581	0.60	1.00	0.75	1.00	4.979	0.00	1.00	4.979	0.072	0.991	0.161	2.497	1.115	SIENDO AÚN EL FACTOR DE SEGURIDAD "FS" MENOR A 1.30, AL NO EXISTIR REGISTRO DE NIVEL FREÁTICO SE AFIRMA QUE ES UN "ESTRATO NO LICUABLE".
					-1.50	-1.45	5.658	5.658	6	1.329	0.60	1.00	0.75	1.00	3.589	0.00	1.00	3.589	0.062	0.986	0.160	2.497	0.968	
					-2.00	-2.05	7.294	7.294	7	1.171	0.60	1.00	0.75	1.00	3.688	0.00	1.00	3.688	0.063	0.982	0.160	2.497	0.982	
					-2.50	-2.65	8.482	8.482	29	1.086	0.60	1.00	0.75	1.00	14.170	0.81	1.02	15.279	0.163	0.979	0.159	2.497	2.557	
1.22	SP-SM		2.64	9.83 %	-3.00	-3.10	9.274	9.274	33	1.038	0.60	1.00	0.75	1.00	15.421	0.81	1.02	16.555	0.176	0.977	0.159	2.497	2.770	ESTRATO NO LICUABLE
					-3.50	-3.40	10.066	10.066	45	0.997	0.60	1.00	0.75	1.00	20.184	0.81	1.02	21.418	0.234	0.975	0.158	2.497	3.688	ESTRATO NO LICUABLE
					-3.70	-3.70																		



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 05 Magnitud : Mw = 6.5 Aceleración : 4.41 m/s²
 Nivel Freático : NP. Coordenadas : Este : 614153.77 Norte : 9251426.90

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondaje	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_u	C_E	C_B	C_R	C_S	(N1) _{60s}	α	β	(N1) _{60cs}	CRR _{7.5}	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN			
2.48	SP		2.76	2.51 %	-1.00	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SIENDO AÚN EL FACTOR DE SEGURIDAD "FS" MENOR A 1.30, AL NO EXISTIR REGISTRO DE NIVEL FREÁTICO SE AFIRMA QUE ES UN "ESTRATO NO LICUABLE".		
					-1.50	-1.45	4.002	4.002	7	1.581	0.60	1.00	0.75	1.00	4.979	0.00	1.00	4.979	0.072	0.991	0.290	1.523	0.378				
					-2.00	-2.05	5.658	5.658	6	1.329	0.60	1.00	0.75	1.00	3.589	0.00	1.00	3.589	0.062	0.986	0.288	1.523	0.328				
					-2.50	-2.65	7.294	7.294	7	1.171	0.60	1.00	0.75	1.00	3.688	0.00	1.00	3.688	0.063	0.982	0.287	1.523	0.333				
					-3.00	-3.10	8.482	8.482	29	1.086	0.60	1.00	0.75	1.00	14.170	0.81	1.02	15.279	0.163	0.979	0.286	1.523	0.866				
1.22	SP-SM		2.64	9.83 %	-3.40	-3.40	9.274	9.274	33	1.038	0.60	1.00	0.75	1.00	15.421	0.81	1.02	16.555	0.176	0.977	0.286	1.523	0.939				
					-3.50	-3.50	10.066	10.066	45	0.997	0.60	1.00	0.75	1.00	20.184	0.81	1.02	21.418	0.234	0.975	0.285	1.523	1.249				
					-3.70	-3.70																					



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 05 Magnitud : Mw = 7.5 Aceleración : 5.30 m/s²
 Nivel Freático : NP. Coordenadas : Este : 614153.77 Norte : 9251426.90

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_H	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN			
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
2.48	SP		2.76	2.51 %	-1.00	-1.00	4.002	4.002	7	1.581	0.60	1.00	0.75	1.00	4.979	0.00	1.00	4.979	0.072	0.991	0.348	1.000	0.207	SIENDO AÚN EL FACTOR DE SEGURIDAD "FS" MENOR A 1.30, AL NO EXISTIR REGISTRO DE NIVEL FREÁTICO SE AFIRMA QUE ES UN "ESTRATO NO LICUABLE".			
					-1.50	-1.45	5.658	5.658	6	1.329	0.60	1.00	0.75	1.00	3.589	0.00	1.00	3.589	0.062	0.986	0.346	1.000	0.179				
					-2.00	-2.05	7.294	7.294	7	1.171	0.60	1.00	0.75	1.00	3.688	0.00	1.00	3.688	0.063	0.982	0.345	1.000	0.182				
					-2.50	-2.65	8.482	8.482	29	1.086	0.60	1.00	0.75	1.00	14.170	0.81	1.02	15.279	0.163	0.979	0.344	1.000	0.474				
1.22	SP-SM		2.64	9.83 %	-3.10	-3.10	9.274	9.274	33	1.038	0.60	1.00	0.75	1.00	15.421	0.81	1.02	16.555	0.176	0.977	0.343	1.000	0.514				
					-3.40	-3.40	10.066	10.066	45	0.997	0.60	1.00	0.75	1.00	20.184	0.81	1.02	21.418	0.234	0.975	0.342	1.000	0.684				
					-3.50	-3.50																					
					-3.70	-3.70																					



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 06 Magnitud : Mw = 5.5 Aceleración : 2.45 m/s²
 Nivel Freático : -0.47 m Coordenadas : Este : 613715.34 Norte : 9252183.34

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
		-0.47																						
						-1.15																		
						-1.50																		
						-1.60																		
3.15	SP		2.62	0.61 %		-1.90	6.408	4.978	28	1.417	0.60	1.00	0.75	1.00	17.858	0.00	1.00	17.858	0.190	0.987	0.207	2.497	2.300	ESTRATO NO LICUABLE
						-2.00																		
						-2.50																		
						-2.65																		
						-3.00	11.294	8.514	36	1.084	0.60	1.00	0.75	1.00	17.557	0.00	1.00	17.557	0.187	0.978	0.211	2.497	2.214	ESTRATO NO LICUABLE
						-3.25																		
0.40	SP		2.61	0.91 %		-3.55	12.377	9.297	50	1.037	0.60	1.00	0.75	1.00	23.335	0.00	1.00	23.335	0.262	0.976	0.211	2.497	3.103	ESTRATO NO LICUABLE
						-3.55																		



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 06 Magnitud : Mw = 6.5 Aceleración : 4.41 m/s²
 Nivel Freático : -0.47 m Coordenadas : Este : 613715.34 Norte : 9252183.34

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	Ys	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ_{v0}	σ'_{v0}	N_m	C_R	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N1)_{60}$	α	β	$(N1)_{60cs}$	$CRR_{7.5}$	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN			
3.15	SP	-0.47	2.62	0.61 %	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		-1.15			5.322	4.192	33	1.545	0.60	1.00	0.75	1.00	22.936	0.00	1.00	22.936	0.256	0.990	0.368	1.523	1.060	ESTRATO LICUABLE					
		-1.50			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-1.60			6.408	4.978	28	1.417	0.60	1.00	0.75	1.00	17.858	0.00	1.00	17.858	0.190	0.987	0.372	1.523	0.779	ESTRATO LICUABLE					
		-1.90			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	SP	2.61	0.91 %	-2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				-2.65	9.123	6.943	38	1.200	0.60	1.00	0.75	1.00	20.522	0.00	1.00	20.522	0.222	0.982	0.377	1.523	0.896	ESTRATO LICUABLE					
				-3.00	11.294	8.514	36	1.084	0.60	1.00	0.75	1.00	17.557	0.00	1.00	17.557	0.187	0.978	0.379	1.523	0.750	ESTRATO LICUABLE					
-3.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-3.55	12.377	9.297	50	1.037	0.60	1.00	0.75	1.00	23.335	0.00	1.00	23.335	0.262	0.976	0.380	1.523	1.051	ESTRATO LICUABLE									



MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"
 Localidad : San José Distrito : San José
 Provincia : Lambayeque Departamento : Lambayeque
 Cálculo : Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos
 Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Datos :

Sondaje : SPT - 06 Magnitud : Mw = 7.5 Aceleración : 5.30 m/s²
 Nivel Freático : -0.47 m Coordenadas : Este : 613715.34 Norte : 9252183.34

Prof. Estr. (m)	SUCS	NF.	γs	% Finos	Prof. (m)	Prof. Sondeo	σ _{v0}	σ' _{v0}	N _m	C _N	C _E	C _B	C _R	C _S	(N1) _{60cs}	α	β	(N1) _{60cs}	CRR _{7.5}	rd	CSR	MSF	FS	EVALUACIÓN
		-0.47																						
						-1.00																		
						-1.15																		
						-1.50																		
						-1.60																		
3.15	SP		2.62	0.61 %		-1.90																		
						-2.00																		
						-2.50																		
						-2.65																		
						-3.00																		
						-3.25																		
0.40	SP		2.61	0.91 %		-3.55																		
						-3.55																		

ANEXO - 22. Reporte Fotográfico del Estudio.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - FILIAL CHICLAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 01

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E : 614249.03

N : 9251753.54

Fecha de muestreo : martes, 14 de noviembre de 2017

Foto N° 01 :



EXCAVACIÓN DE CALICATA DE 1.00 m PARA DAR INICIO A SONDEO SPT N° 01

Foto N° 02 :



INSTALACIÓN DE TRÍPODE DE ACERO PARA EJECUCIÓN DEL SONDEO SPT N° 01

Foto N° 03 :



INSTALACIÓN DE CAÑAS MÁS MUESTREADOR PARA PRIMER HINCADO EN PUNTO SPT N° 01

Foto N° 04 :



ESTRATIGRAFÍA DE MUESTRA N° 01

Foto N° 05 :



ESTRATIGRAFÍA DE MUESTRA N° 02



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 01

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E: 614249.03

N: 9251753.54

Fecha de muestreo : martes, 14 de noviembre de 2017

Foto N° 06 :



EJECUCIÓN DE SONDEO SPT N° 01

Foto N° 07 :



ESTRATIGRAFÍA DE MUESTRA N° 03

Foto N° 08 :



ESTRATIGRAFÍA DE MUESTRA N° 04

Foto N° 09 :



ESTRATIGRAFÍA DE MUESTRA N° 05



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 02

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E: 614208.17

N: 9252253.51

Fecha de muestreo : lunes, 13 de noviembre de 2017

Foto N° 01 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 01

Foto N° 02 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 02

Foto N° 03 :



TRÍPODE INSTALADO E INICIO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

Foto N° 04 :



COLOCACIÓN DE YUNQUE PARA DAR INICIO AL SONDEO

Foto N° 05 :



EJECUCIÓN DEL SONDEO SPT N° 02



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 02

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E: 614208.17

N: 9252253.51

Fecha de muestreo : lunes, 13 de noviembre de 2017

Foto N° 06 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 03

Foto N° 07 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 04

Foto N° 08 :



CONTABILIZACIÓN DE GOLPES EN HINCADO

Foto N° 09 :



POSTEO DE TERRENO PARA FACILITAR EL INGRESO DE TUBERÍA Y EVITAR EL DESMORONAMIENTO DE ARENA SATURADA

Foto N° 10 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 05

Foto N° 11 :



PRESENCIA DE ARENA CON ARCILLA EN UNA DE LAS MUESTRAS AL FINALIZAR EL ENSAYO



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 03

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : *San José*

Distrito : *San José*

Provincia : *Lambayeque*

Departamento : *Lambayeque*

Tesista : *Jhonatan Gustavo Miranda Higinio*

Coordenadas : *E : 613676.82*

N : 9252027.15

Fecha de muestreo : *sábado, 11 de noviembre de 2017*

Foto N° 01 :



POSTEO INICIAL EN CALICATA PARA DAR INICIO AL HINCADO EN EL SONDEO SPT N° 03

Foto N° 02 :



INSTALACIÓN DE CAÑAS Y COLOCACIÓN DE YUNQUE PARA DAR INICIO AL SONDEO SPT N° 03

Foto N° 03 :



EJECUCIÓN DEL SONDEO SPT N° 03

Foto N° 04 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 01

Foto N° 05 :



COLOCACIÓN DE TUBERÍA PARA EVITAR DESMORONAMIENTO DE PAREDES DE ARENA SATURADA



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 03

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E : 613676.82

N : 9252027.15

Fecha de muestreo : sábado, 11 de noviembre de 2017

Foto N° 06 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 02

Foto N° 07 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 03

Foto N° 08 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 04

Foto N° 09 :



**VISTA FINAL DE CALICATA CON TUBERÍA ENTERRADA DEL SONDEO
SPT N° 03**



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 04

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E: 613772.24

N: 9251629.22

Fecha de muestreo : domingo, 12 de noviembre de 2017

Foto N° 01 :



CALICATA CON POSTEO INCLUIDO PARA DAR INICIO AL SONDEO SPT N° 04

Foto N° 02 :



EJECUCIÓN DEL SONDEO SPT N° 04

Foto N° 03 :



MUESTRA N° 02

Foto N° 04 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 03

Foto N° 05 :



INSTALACIÓN DE CAÑAS CON MUESTREADOR PARA HINCAR UN ESTRATO NUEVO

Foto N° 06 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 04



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - FILIAL CHICLAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 04

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : *San José*

Distrito : *San José*

Provincia : *Lambayeque*

Departamento : *Lambayeque*

Tesista : *Jhonatan Gustavo Miranda Higinio*

Coordenadas : *E: 613772.24*

N: 9251629.22

Fecha de muestreo : *domingo, 12 de noviembre de 2017*

Foto N° 07 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 05

Foto N° 08 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 06



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 05

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E: 614153.77

N: 9251426.90

Fecha de muestreo : miércoles, 15 de noviembre de 2017

Foto N° 01 :



VERIFICACIÓN DE CALICATA Y POSICIÓN DE CAÑAS PARA DAR INICIO AL SONDEO SPT N° 05

Foto N° 02 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 01

Foto N° 03 :



REGISTRO DE DATOS DE GOLPES DADOS EN CADA HINCADA DE CAÑAS

Foto N° 04 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 02

Foto N° 05 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 03



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 05

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Coordenadas : E : 614153.77

N : 9251426.90

Fecha de muestreo : miércoles, 15 de noviembre de 2017

Foto N° 06 :



EJECUCIÓN DE SONDEO SPT N° 05

Foto N° 07 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 04

Foto N° 08 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 05

Foto N° 09 :



PRESENCIA DE
CIERTAS
DIFICULTADES
PARA RETIRAR LAS
CAÑAS HUNDIDAS
A MÁS DE 3.00 m
EN ARCILLA NO
SATURADA

Foto N° 10 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 06



REPORTE FOTOGRAFICO - SPT N° 06

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : *San José*

Distrito : *San José*

Provincia : *Lambayeque*

Departamento : *Lambayeque*

Tesista : *Jhonatan Gustavo Miranda Higinio*

Coordenadas : *E: 613715.34*

N: 9252183.34

Fecha de muestreo : *jueves, 16 de noviembre de 2017*

Foto N° 01 :



PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO A POCA PROFUNDIDAD DE CALICATA

Foto N° 02 :



COLOCACIÓN DE TUBO PARA FACILITAR EN PRINCIPIO TRABAJOS DE POSTEO DEBIDO A NIVEL FREÁTICO ELEVADO

Foto N° 03 :



INSTALACIÓN DE CAÑAS Y YUNQUE PARA DAR INICIO AL SONDEO SPT N° 06

Foto N° 04 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 01

Foto N° 05 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 02



REPORTE FOTOGRÁFICO - SPT N° 06

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : *San José*

Distrito : *San José*

Provincia : *Lambayeque*

Departamento : *Lambayeque*

Tesista : *Jhonatan Gustavo Miranda Higinio*

Coordenadas : *E : 613715.34*

N : 9252183.34

Fecha de muestreo : *jueves, 16 de noviembre de 2017*

Foto N° 06 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 03

Foto N° 07 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 04

Foto N° 08 :



ESTRATIGRAFÍA DE LA MUESTRA N° 05

Foto N° 09 :



PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO EN CALICATA AL FINALIZAR ENSAYO



REPORTE FOTOGRÁFICO - ENSAYOS DE LABORATORIO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Foto N° 01 :



TRASLADO DE LAS MUESTRAS DEL CAMPO AL LABORATORIO DEBIDAMENTE ENVUELTAS

Foto N° 02 :



SECADO DE MUESTRAS PARA PODER DETERMINAR SU CONTENIDO DE HUMEDAD

Foto N° 03 :



RETIRO DE MUESTRAS DEL HORNO PASADAS 24 HORAS

Foto N° 04 :



PESADO DE MUESTRAS PARA DETERMINAR % DE HUMEDAD

Foto N° 05 :



CHANCADO DE MATERIAL SECO COMPACTO PARA DETERMINAR SU GRANULOMETRÍA

Foto N° 06 :



MUESTRAS SEPARADAS POR ESTRATOS



REPORTE FOTOGRÁFICO - ENSAYOS DE LABORATORIO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : San José

Distrito : San José

Provincia : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Tesista : Jhonatan Gustavo Miranda Higinio

Foto N° 07 :



Foto N° 08 :



TAMICES EMPLEADOS EN EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Foto N° 09 :



PORCENTAJE DE ARENA QUE QUEDA RETENIDO

Foto N° 10 :



PORCENTAJE ALTO RETENIDO EN TAMIZ GRANULOMÉTRICO

Foto N° 11 :



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO PARA DIFERENTES MUESTRAS DE SUELO

Foto N° 12 :



PROCESO DE CALIBRACIÓN DE LA FIOLA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - FILIAL CHICLAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

REPORTE FOTOGRÁFICO - ENSAYOS DE LABORATORIO

Proyecto : "Análisis del Potencial de Licuefacción de Suelos para Determinar Zonas Altamente Vulnerables al Fenómeno en la localidad San José, Lambayeque"

Localidad : *San José*

Distrito : *San José*

Provincia : *Lambayeque*

Departamento : *Lambayeque*

Tesista : *Jhonatan Gustavo Miranda Higinio*

Foto N° 13 :



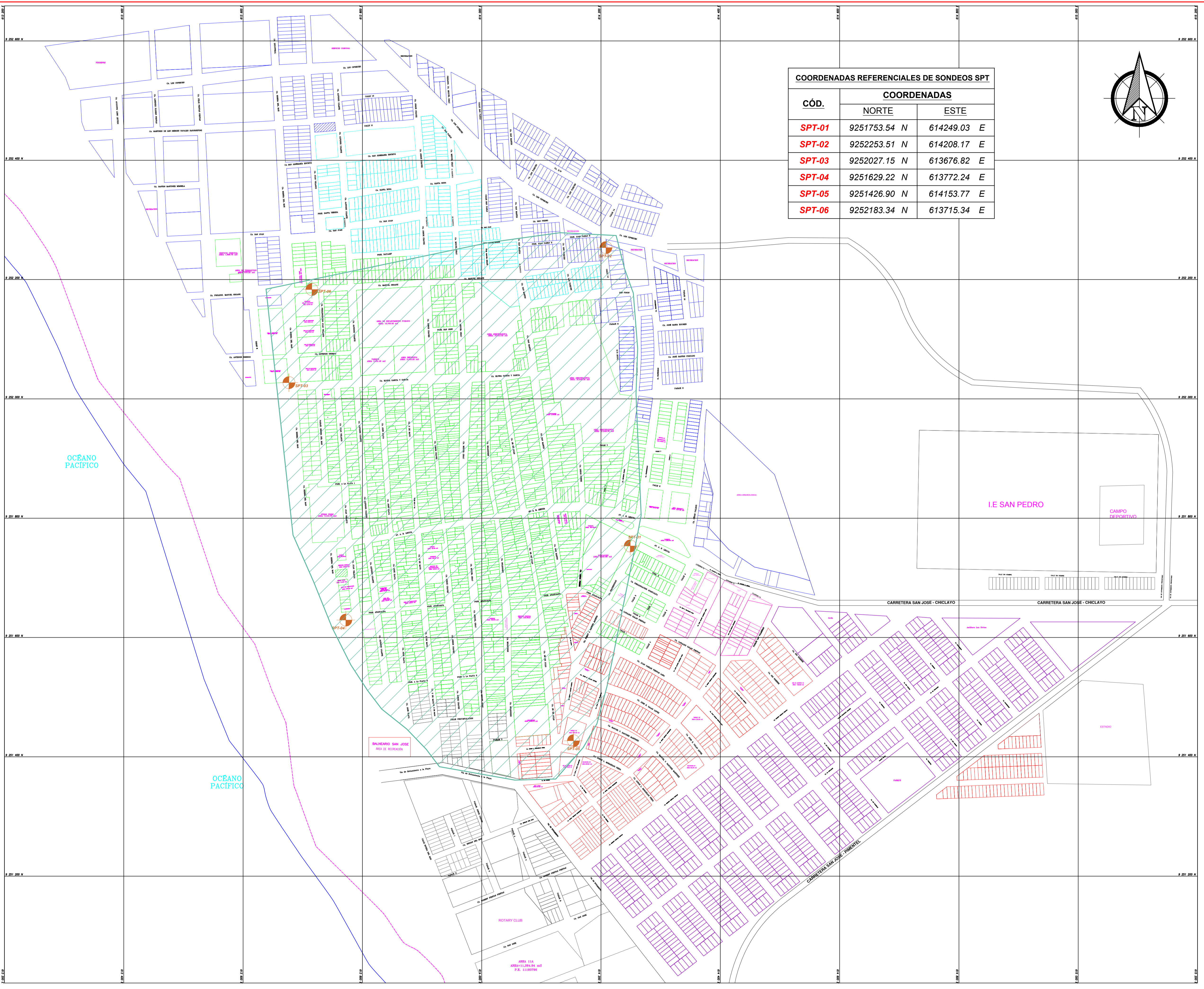
**APUNTE DEL PESO DE LA MUESTRA DE SUELO + AGUA +
RECIPIENTE PARA DETERMINAR PESO VOLUMÉTRICO**

Foto N° 14 :

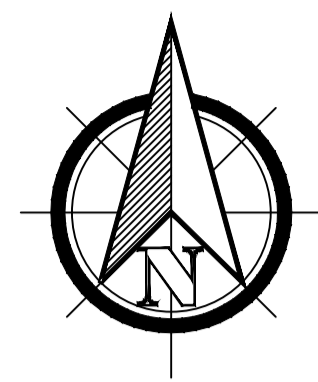


**APUNTE DEL PESO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA EN EL HORNO
DURANTE 24 HORAS + RECIPIENTE PARA DETERMINAR PESO
VOLUMÉTRICO**

PLANOS



COORDENADAS REFERENCIALES DE SONDEOS SPT		
CÓD.	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
SPT-01	9251753.54 N	614249.03 E
SPT-02	9252253.51 N	614208.17 E
SPT-03	9252027.15 N	613676.82 E
SPT-04	9251629.22 N	613772.24 E
SPT-05	9251426.90 N	614153.77 E
SPT-06	9252183.34 N	613715.34 E



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E
LEYENDA

SECTORES - SAN JOSÉ	
	EL PESCADOR
	SECTOR NORTE
	CERCADO SAN JOSÉ
	ALAMEDA EL PESCADOR
	SAN PEDRO
	COMUNIDAD
	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS

SÍMBOLOS	
	SONDEOS CON SPT

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:
 JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

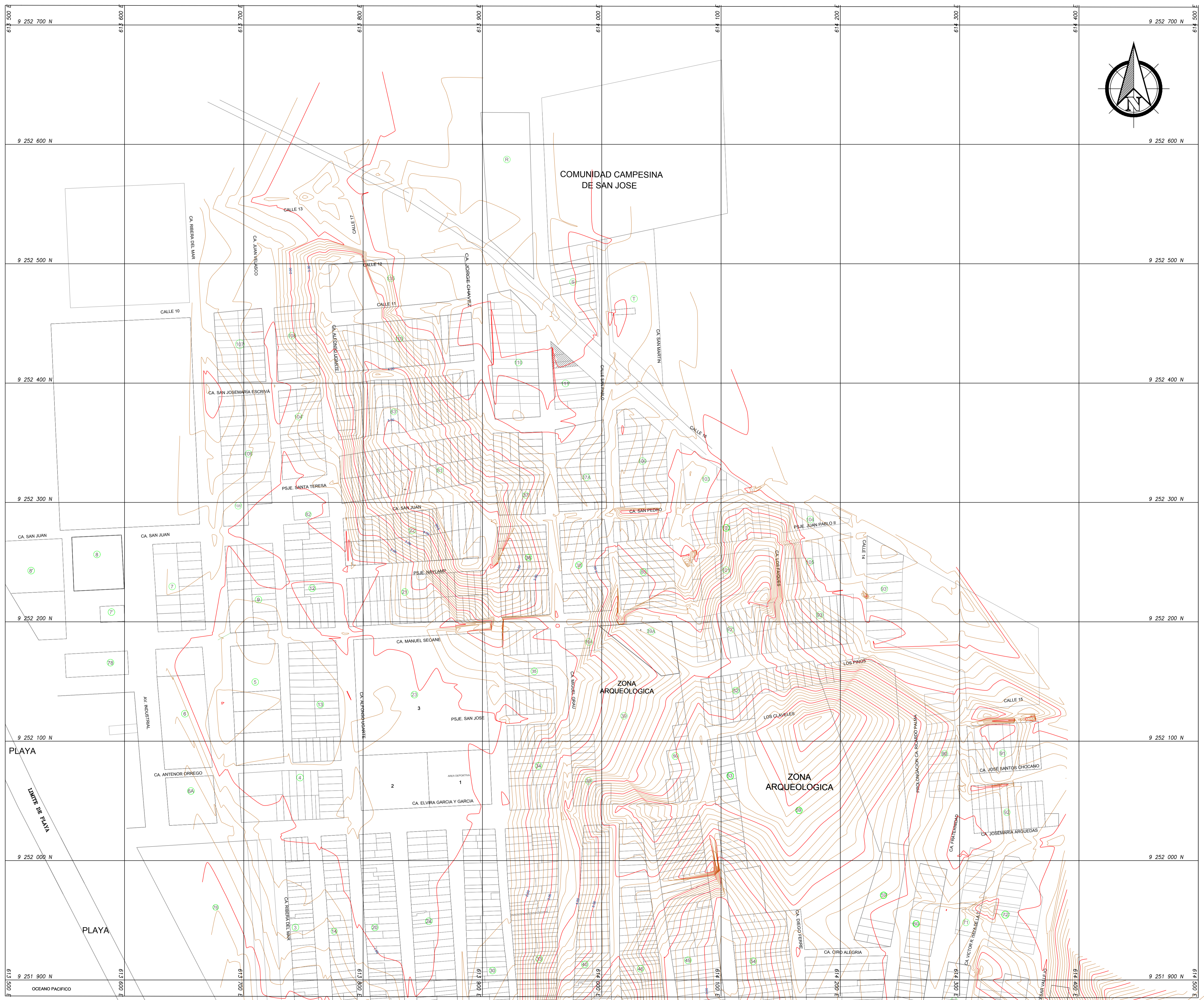
REVISADO POR:
 ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:
 PLANO DE UBICACIÓN DE SONDEOS DE SPT

ESCALA GRÁFICA:
 1 / 3000

FECHA:
 Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA: 01 / 01	CÓDIGO: US-01
----------------------------------	--------------------------------



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

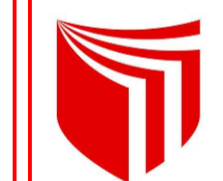
LEYENDA

SECTORES - SAN JOSÉ

	EL PESCADOR
	SECTOR NORTE
	CERCADO SAN JOSÉ
	ALAMEDA EL PESCADOR
	SAN PEDRO
	COMUNIDAD
	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS

SÍMBOLOS

	CURVA TOPOGRÁFICA MAYOR (CADA 1.00 m)
	CURVA TOPOGRÁFICA MENOR (CADA 0.20 m)
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

"ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:

JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:

ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:

PLANO DE TOPOGRAFÍA DE LA LOCALIDAD DE SAN JOSÉ

ESCALA GRÁFICA:

1 / 1500

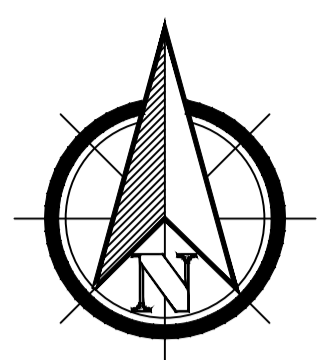
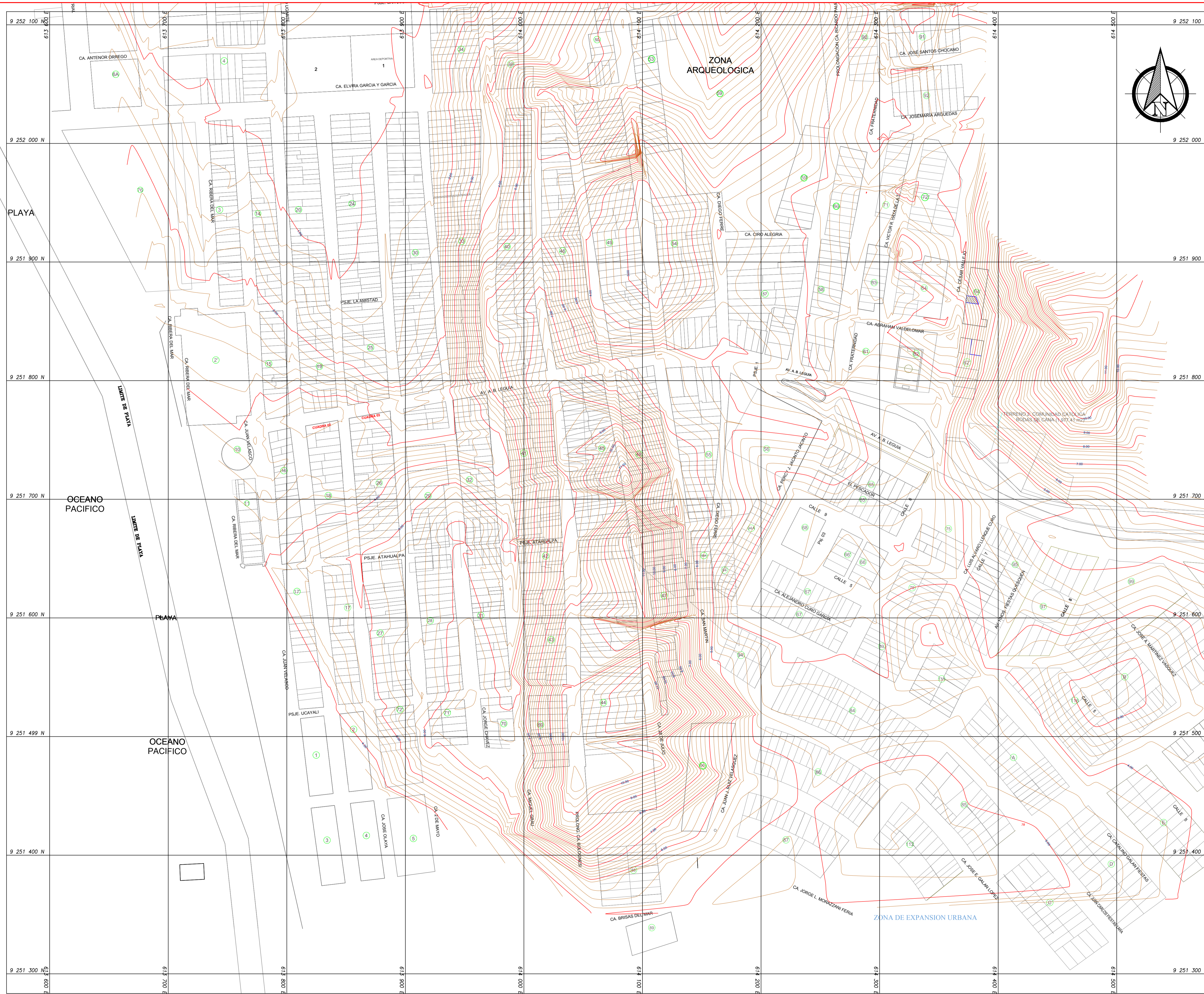
FECHA:

Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA:

CÓDIGO:

01 / 02 PT-01



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

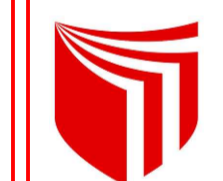
LEYENDA

SECTORES - SAN JOSÉ

	EL PESCADOR
	SECTOR NORTE
	CERCADO SAN JOSÉ
	ALAMEDA EL PESCADOR
	SAN PEDRO
	COMUNIDAD
	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS

SÍMBOLOS

	CURVA TOPOGRÁFICA MAYOR (CADA 1.00 m)
	CURVA TOPOGRÁFICA MENOR (CADA 0.20 m)
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

"ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:

JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:

ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:

PLANO DE TOPOGRAFÍA DE LA LOCALIDAD DE SAN JOSÉ

ESCALA GRÁFICA:

1 / 1500

FECHA:

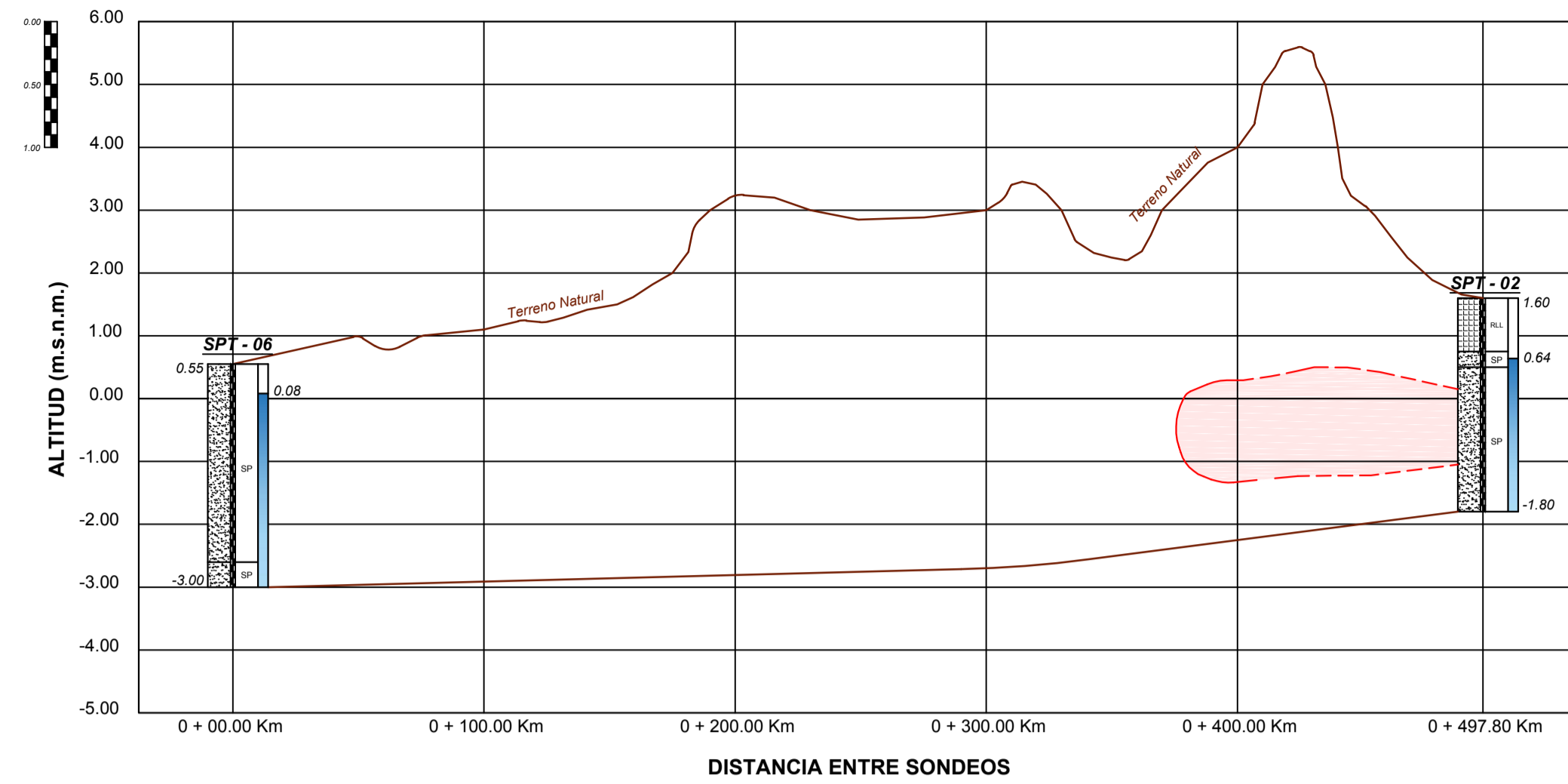
Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA:

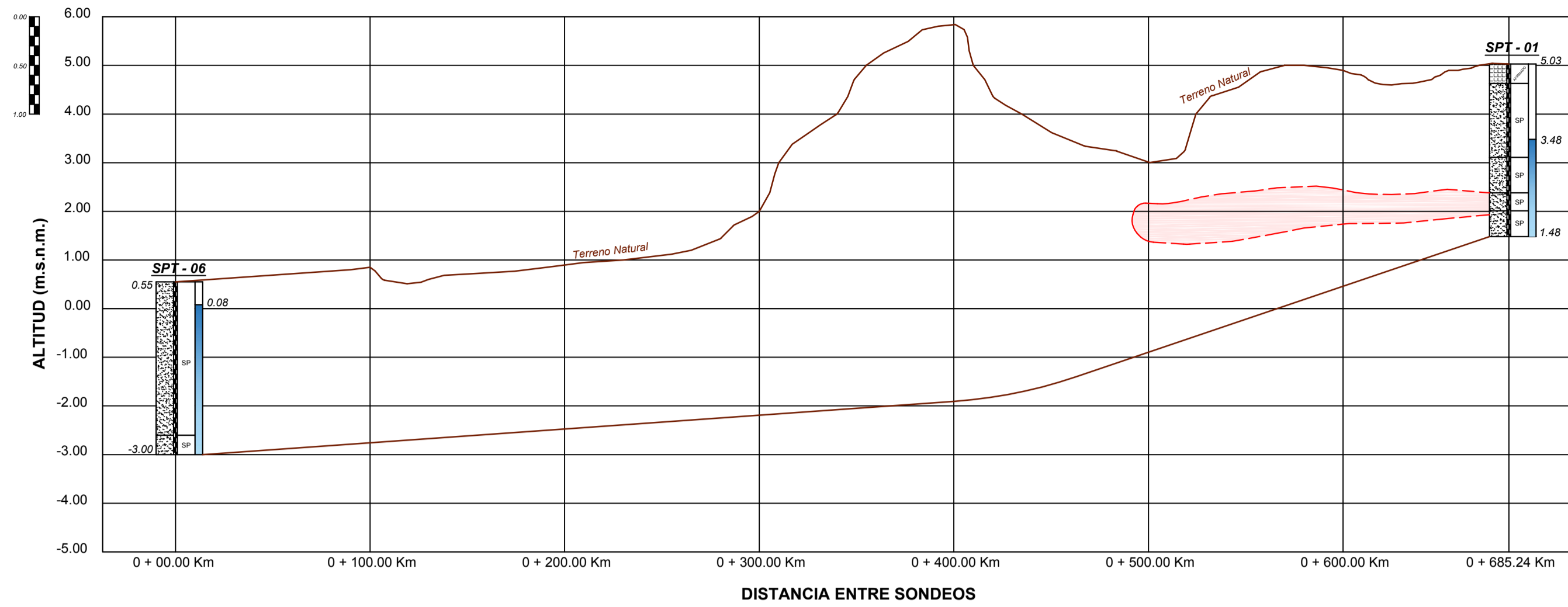
CÓDIGO:

02 / 02 PT-02

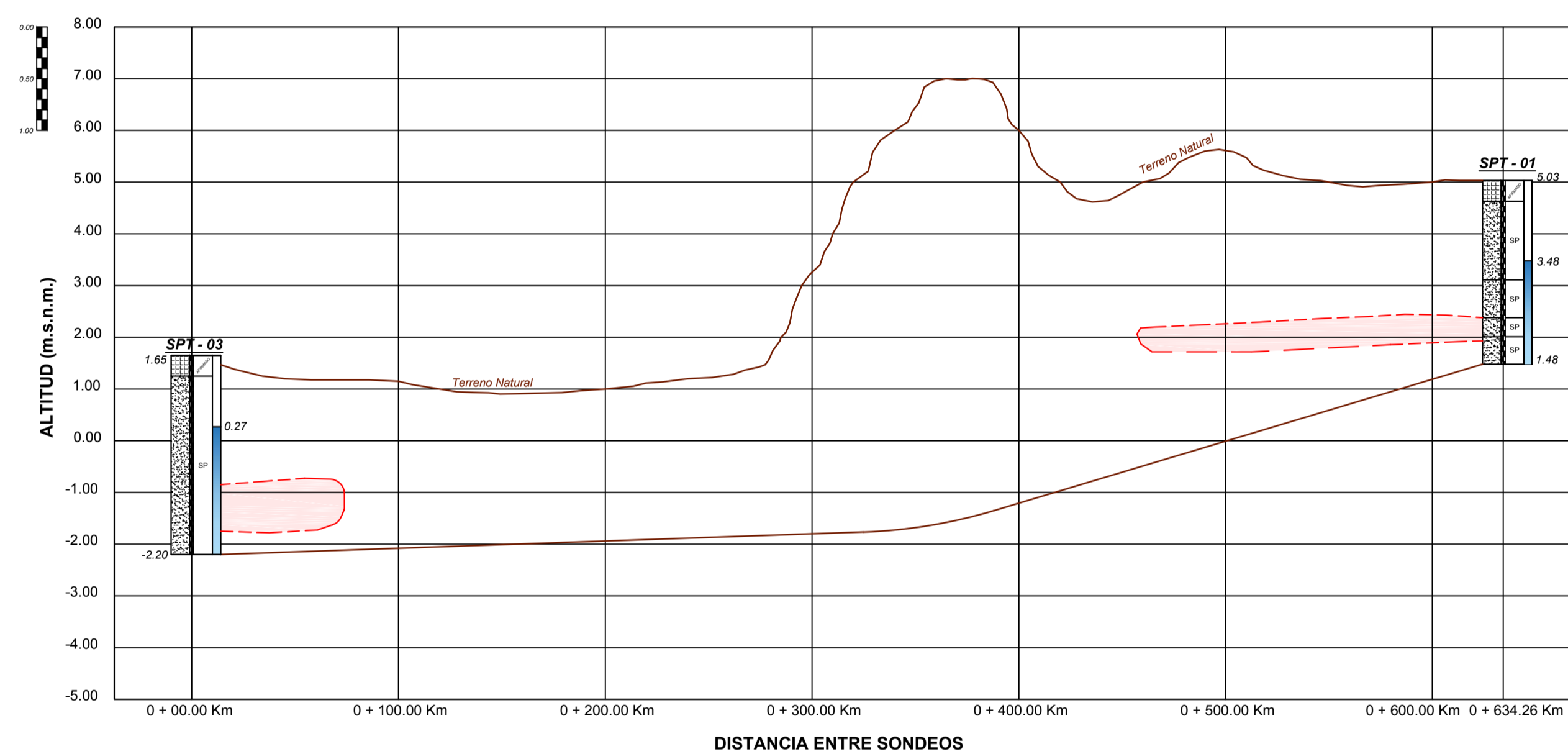
ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 01
 Magnitud Sísmica = Mw = 5.5 - Aceleración = 0.25 g



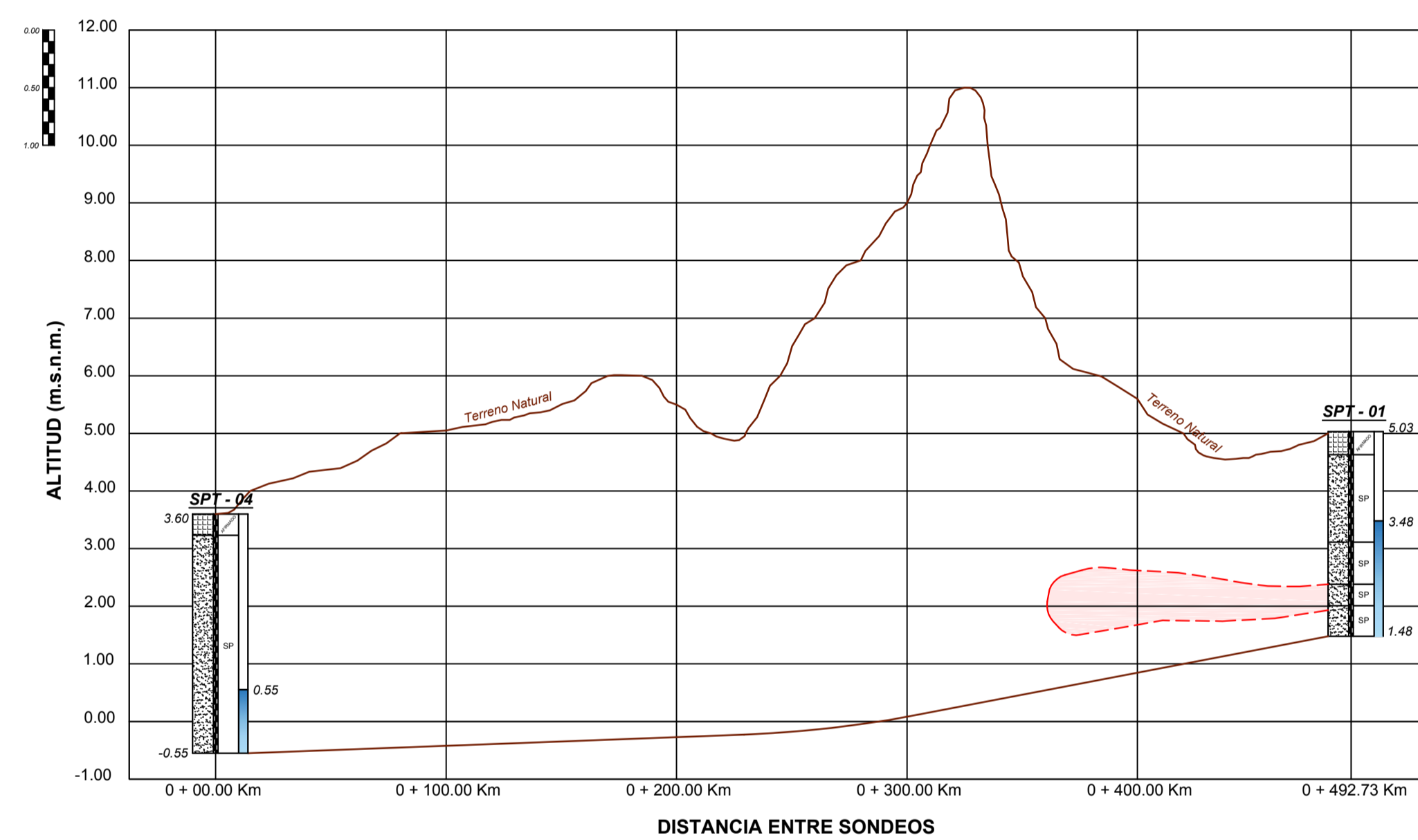
ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 02
 Magnitud Sísmica = Mw = 5.5 - Aceleración = 0.25 g



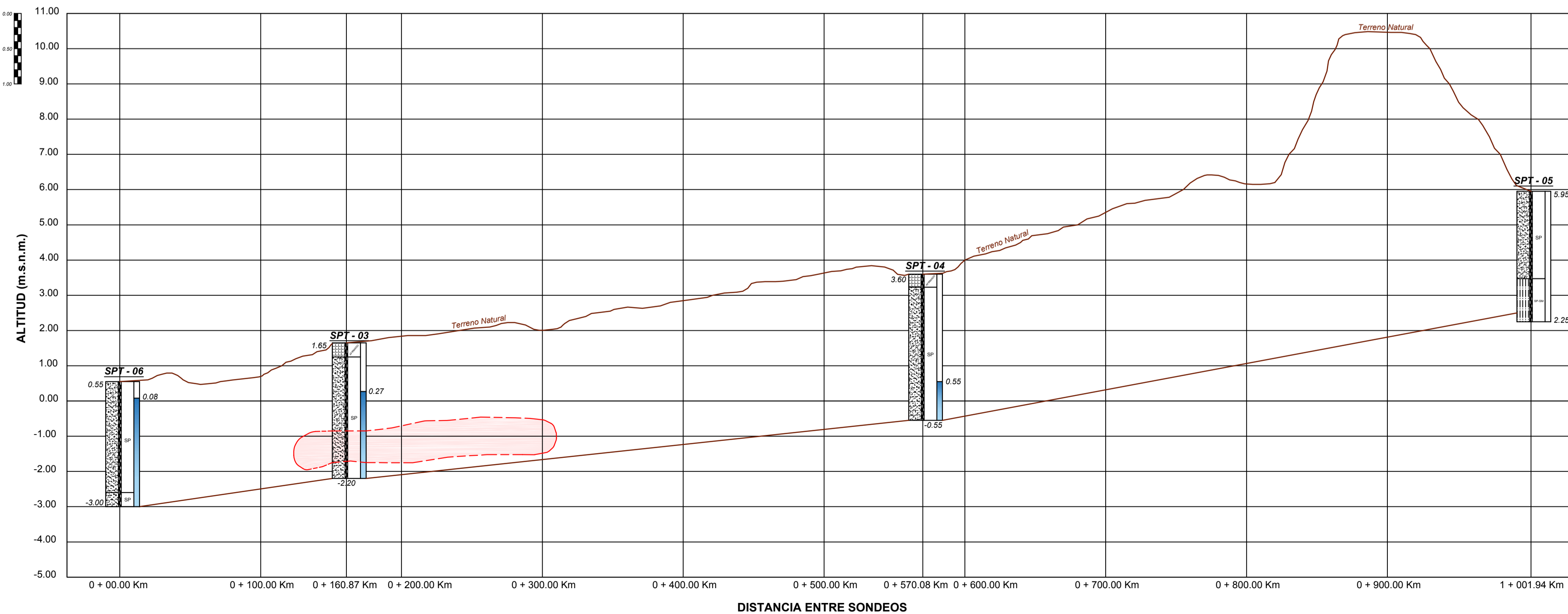
ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 03
 Magnitud Sísmica = Mw = 5.5 - Aceleración = 0.25 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 04
 Magnitud Sísmica = Mw = 5.5 - Aceleración = 0.25 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 05
 Magnitud Sísmica = Mw = 5.5 - Aceleración = 0.25 g



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

LEYENDA

SÍMBOLOS - PERFIL ESTRATIGRÁFICO

	RELLENO O AFIRMADO
	SP
	SP - SM
	NIVEL FREÁTICO
	TERRENO
	LICUEFACCIÓN

SÍMBOLOS

	PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN PLANTA
	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	NÚMERO DE SONDEO - SPT

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:
 JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:
 ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

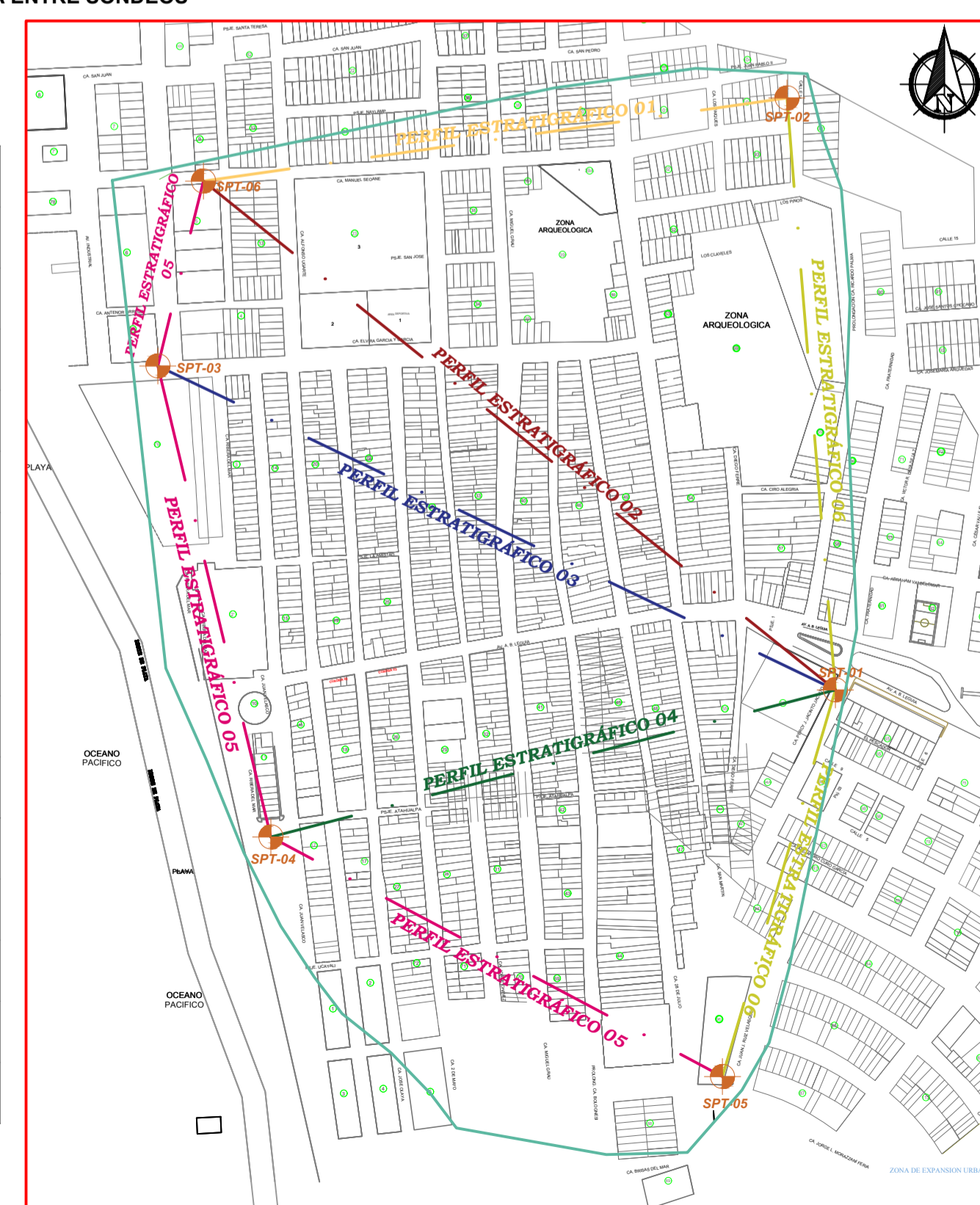
PLANO:
 PLANO DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

ESCALA GRÁFICA:
 S/E

FECHA:
 Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA: **CÓDIGO:**

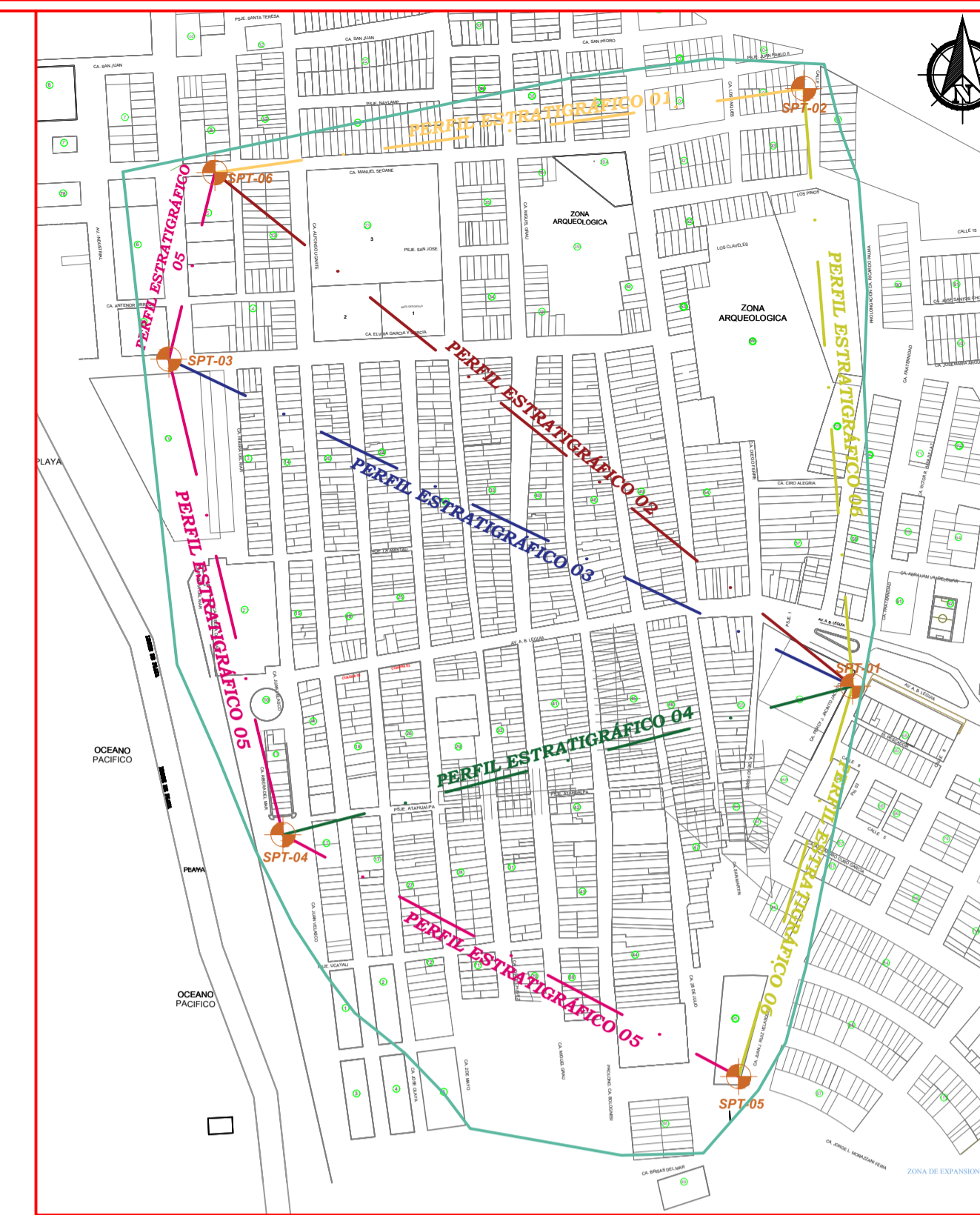
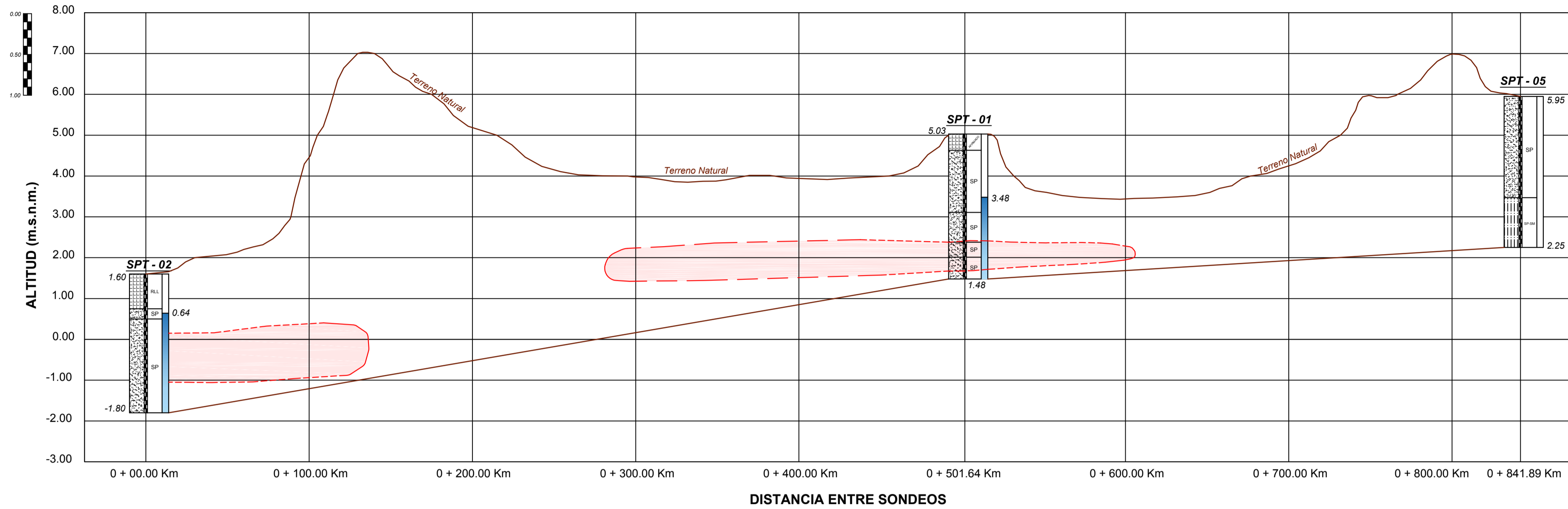
01 / 04 PE-01



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 06

Magnitud Sísmica = Mw = 5.5 - Aceleración = 0.25 g



LEYENDA

SÍMBOLOS - PERFIL ESTRATIGRÁFICO

	RELLENO O AFIRMADO
	SP
	SP - SM
	NIVEL FREÁTICO
	TERRENO
	LICUEFACCIÓN

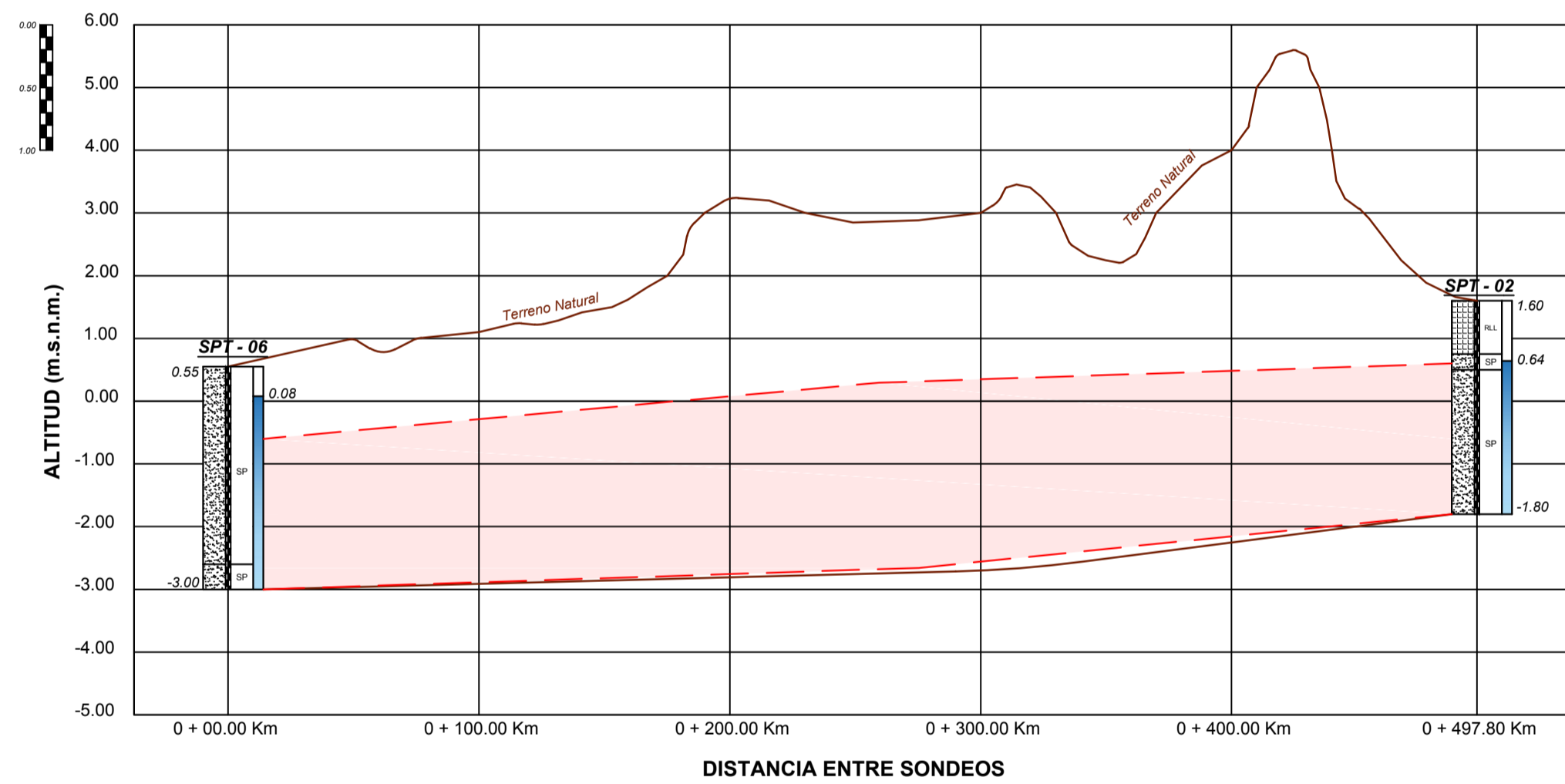
SÍMBOLOS

	PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN PLANTA
	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	NÚMERO DE SONDEO - SPT

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 01

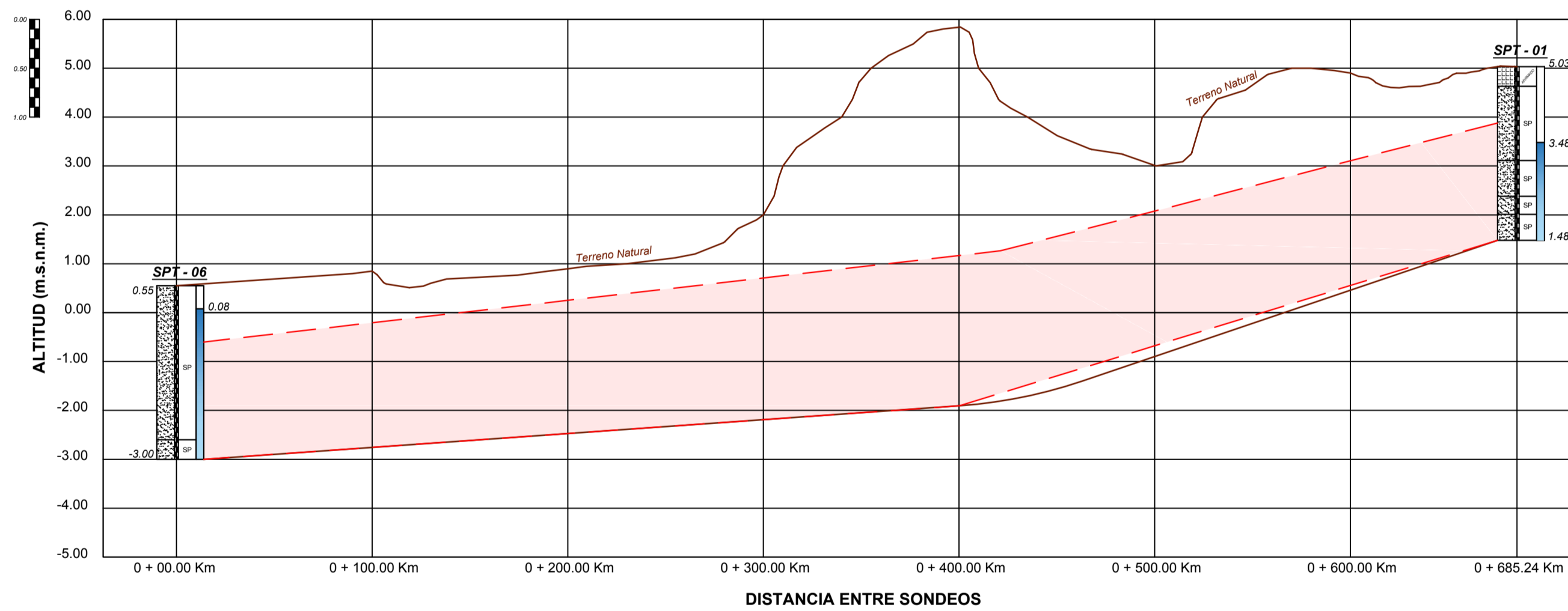
Magnitud Sísmica = Mw = 6.5 - Aceleración = 0.45 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 02

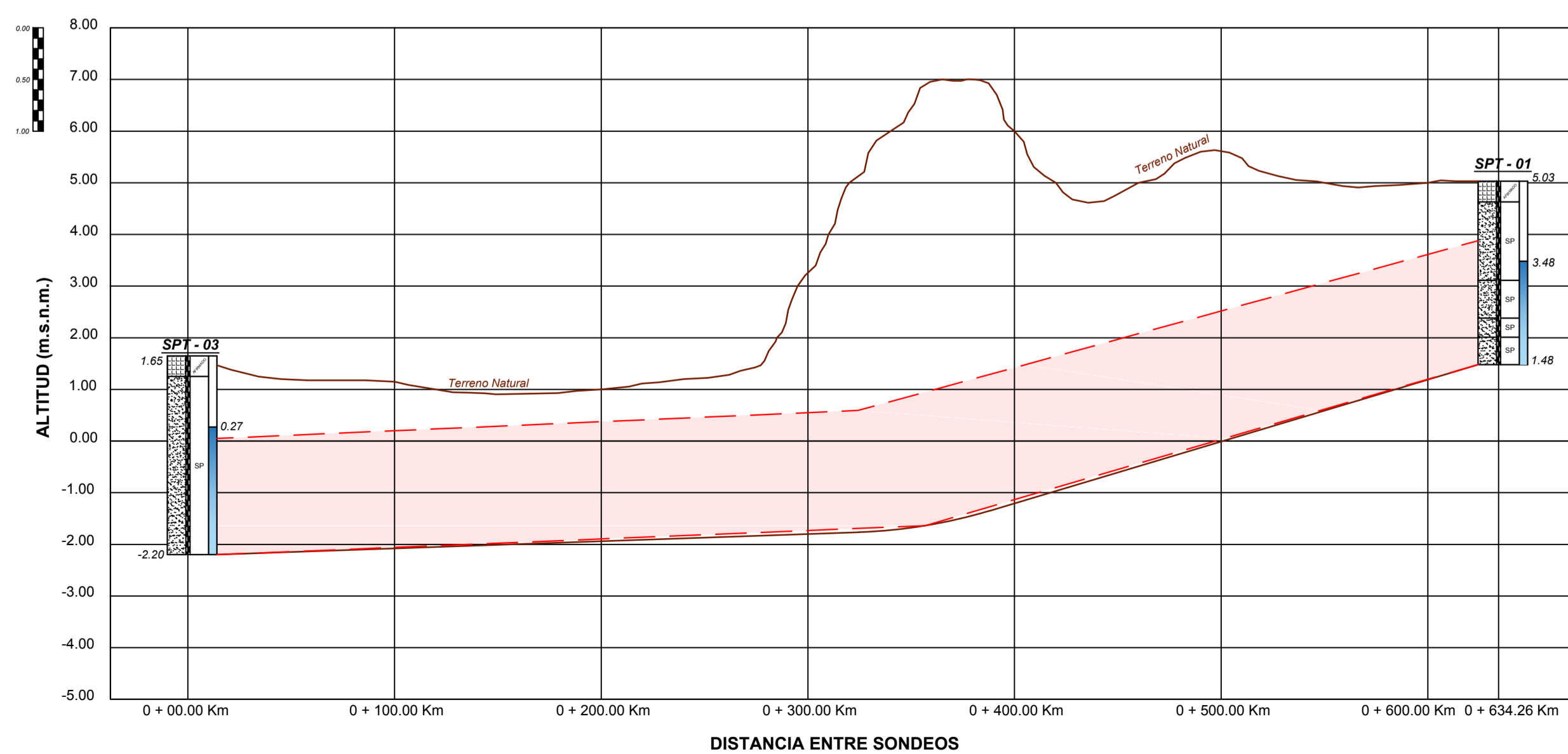
Magnitud Sísmica = Mw = 6.5 - Aceleración = 0.45 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 03

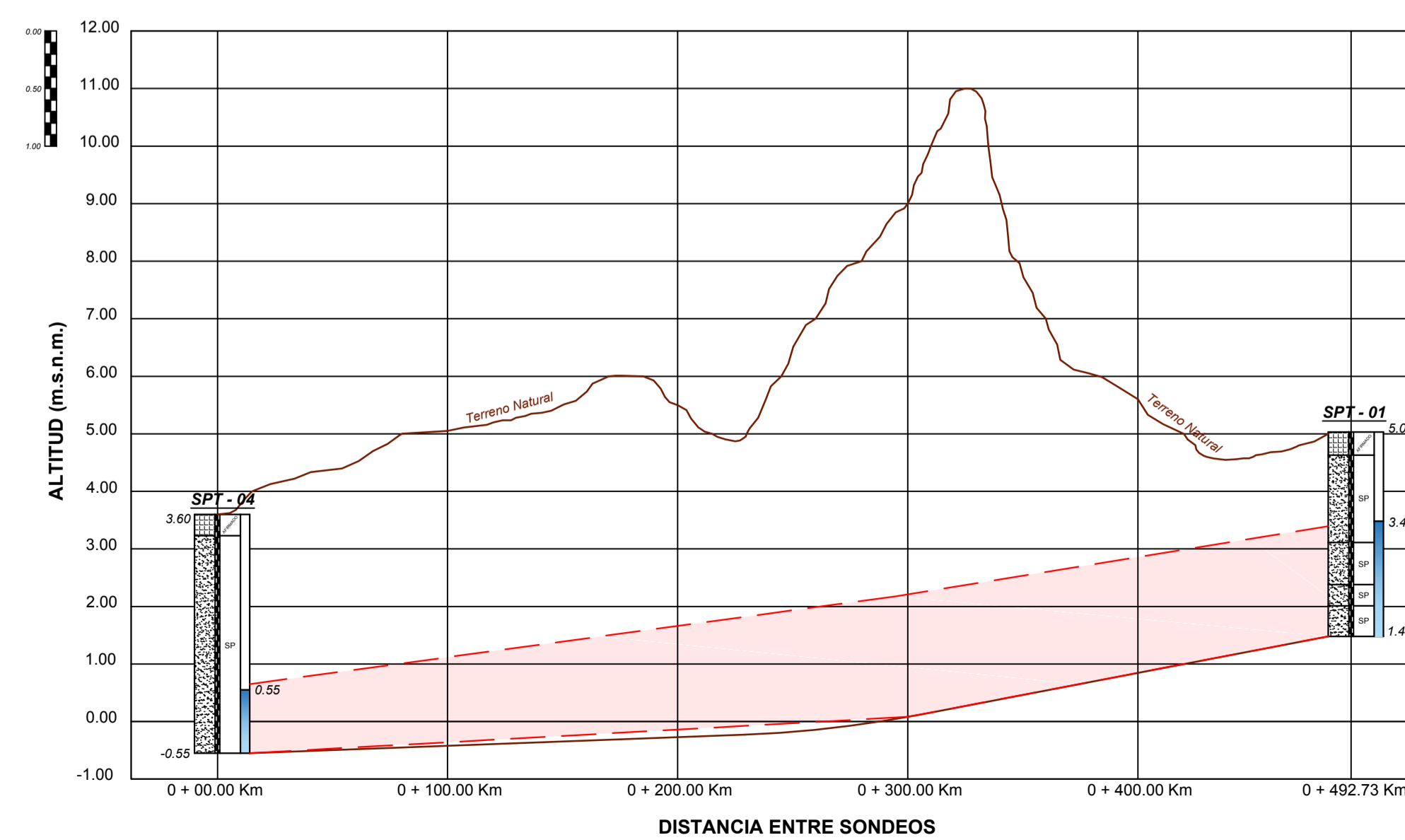
Magnitud Sísmica = Mw = 6.5 - Aceleración = 0.45 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 04

Magnitud Sísmica = Mw = 6.5 - Aceleración = 0.45 g



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA:
 "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:
 JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:
 ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:
 PLANO DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

ESCALA GRÁFICA:
 S/E

FECHA:
 Pimentel, 01 de agosto del 2018

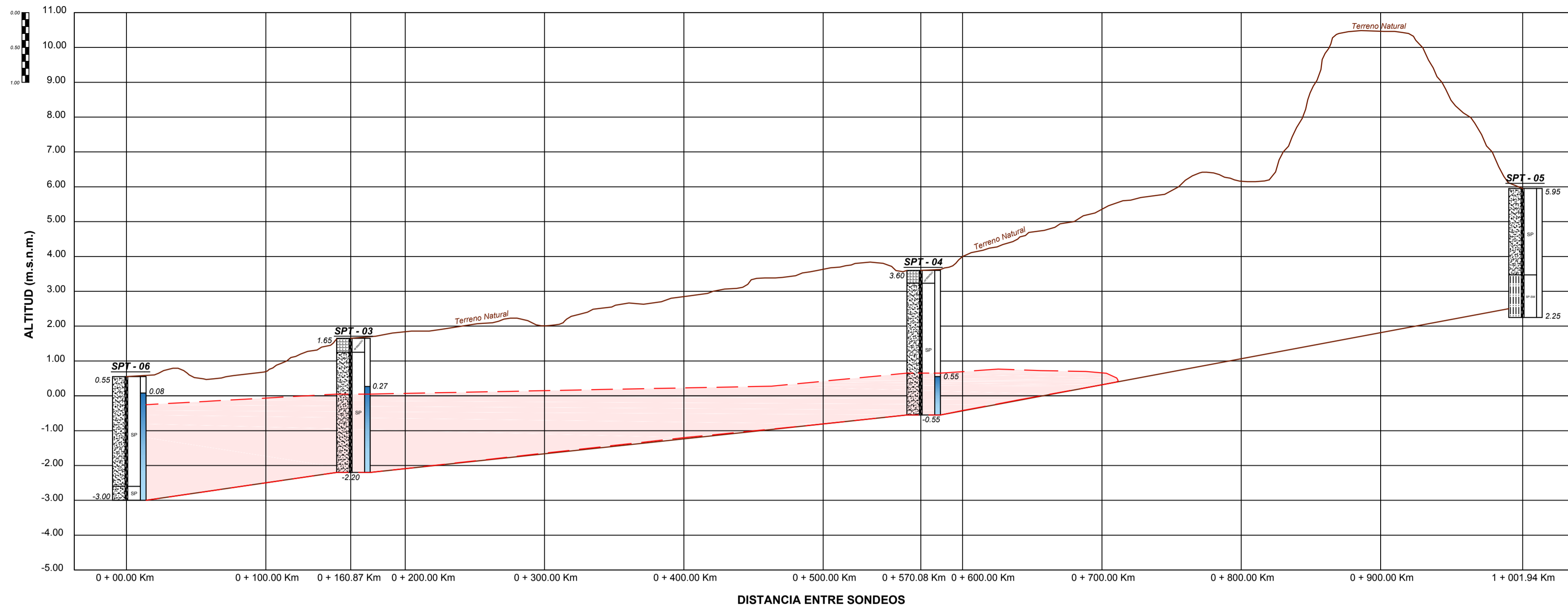
LÁMINA: **CÓDIGO:**

02 / 04 PE-02

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 05

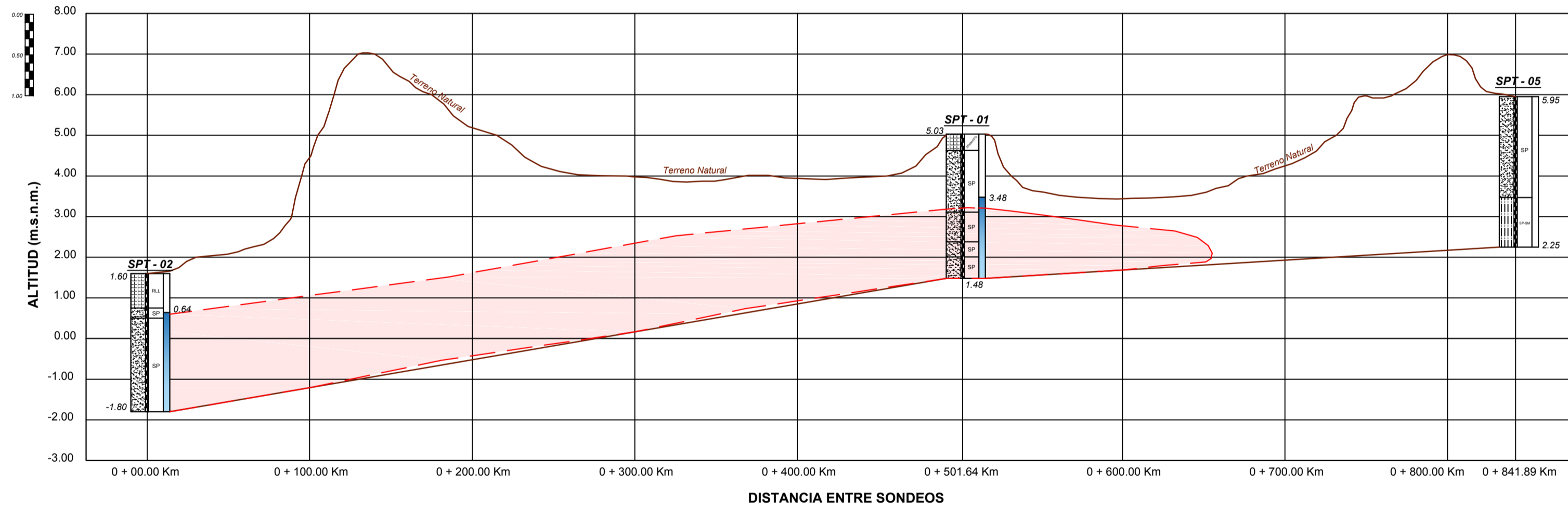
Magnitud Sísmica = Mw = 6.5 - Aceleración = 0.45 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 06

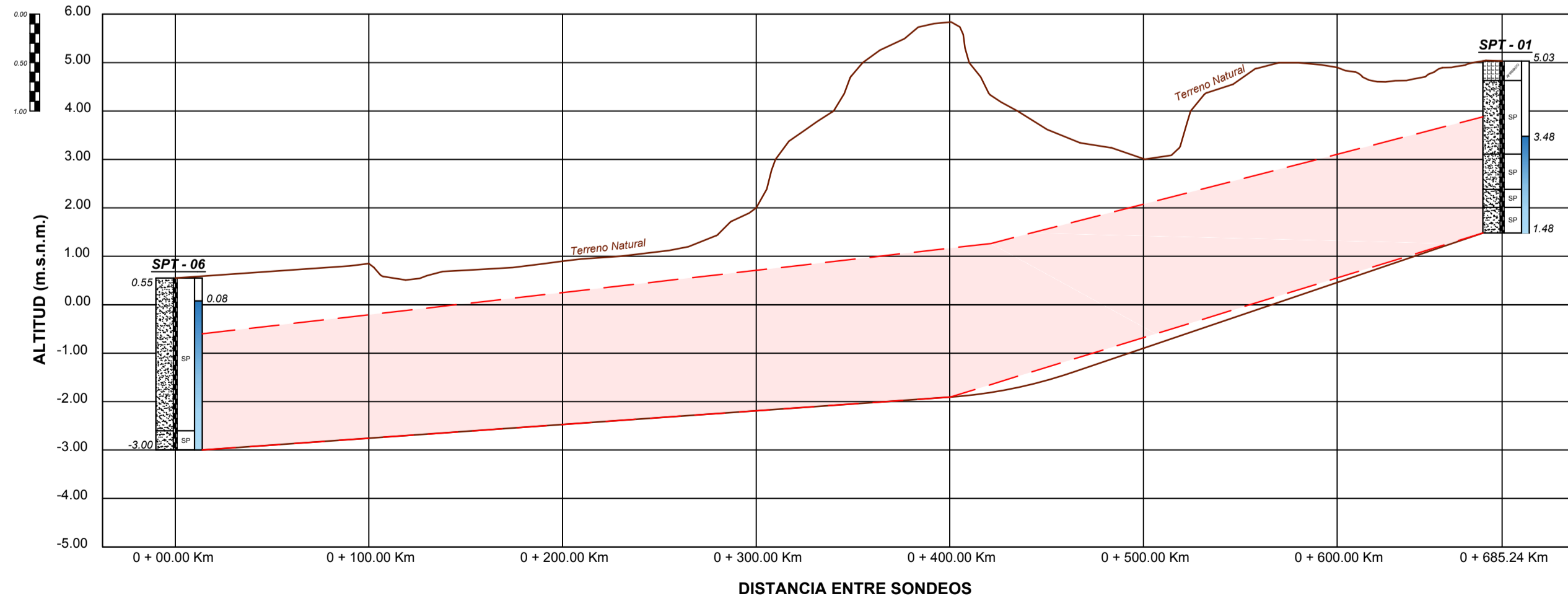
Magnitud Sísmica = Mw = 6.5 - Aceleración = 0.45 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 02

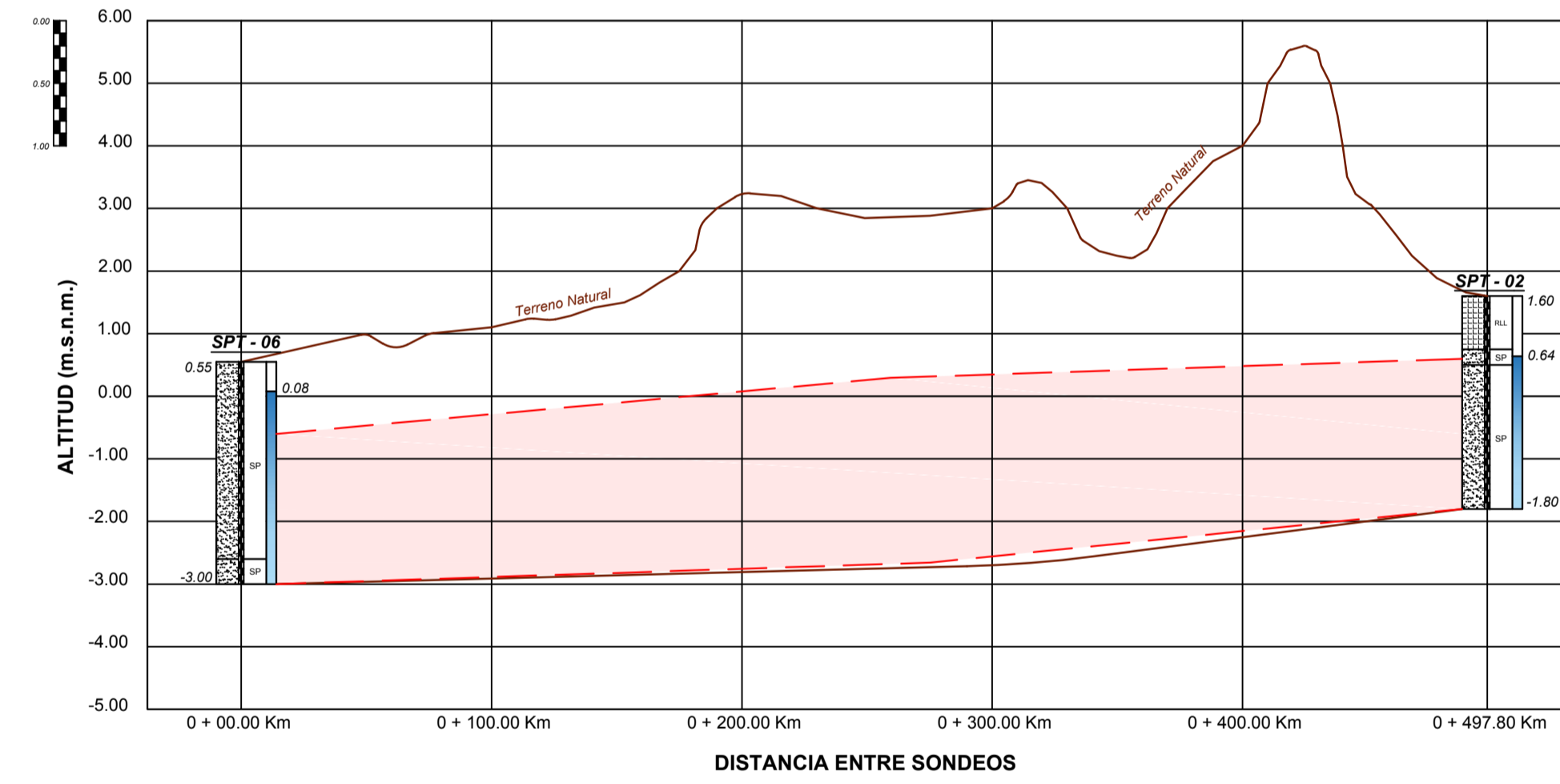
Magnitud Sísmica = Mw = 7.5 - Aceleración = 0.54 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 01

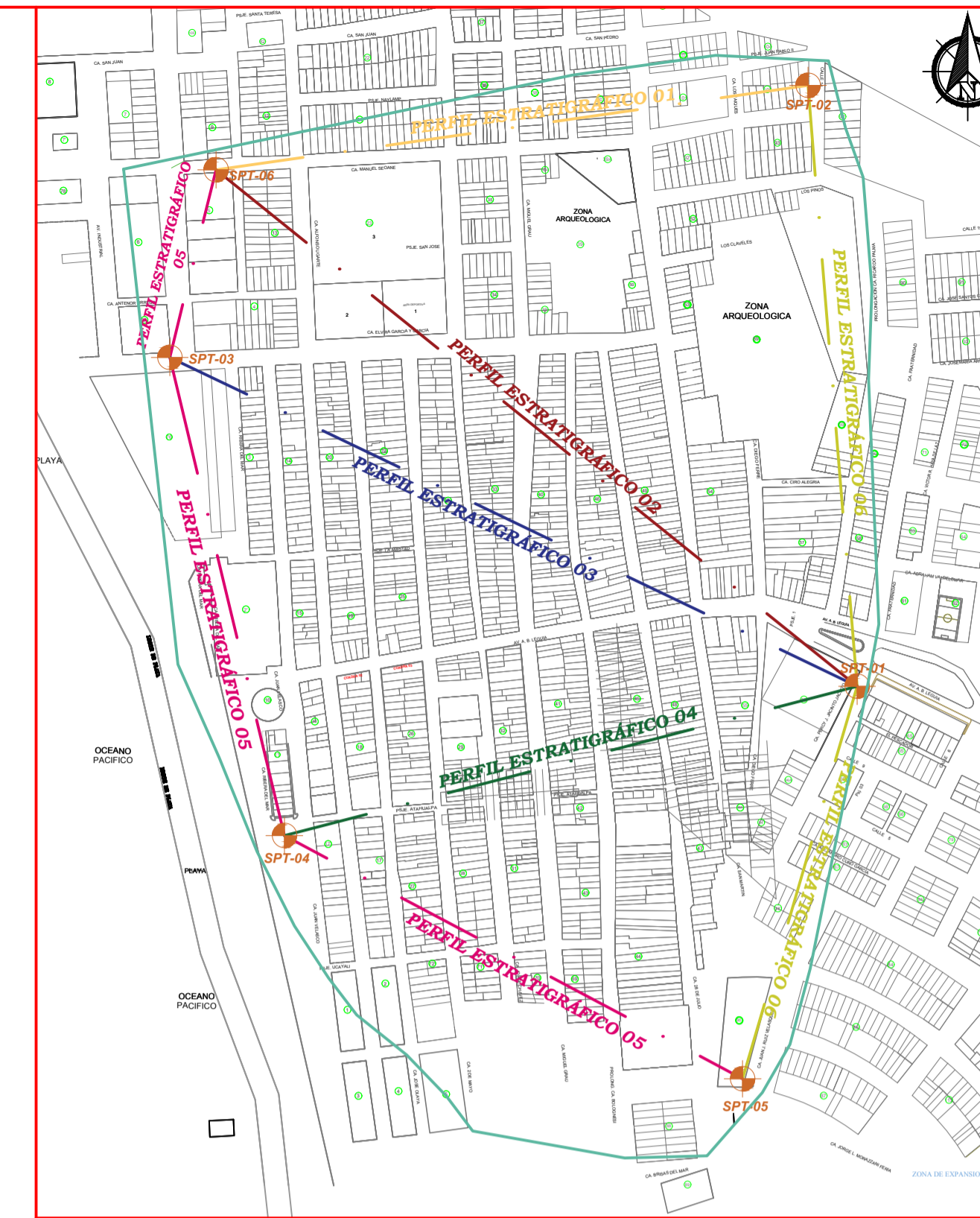
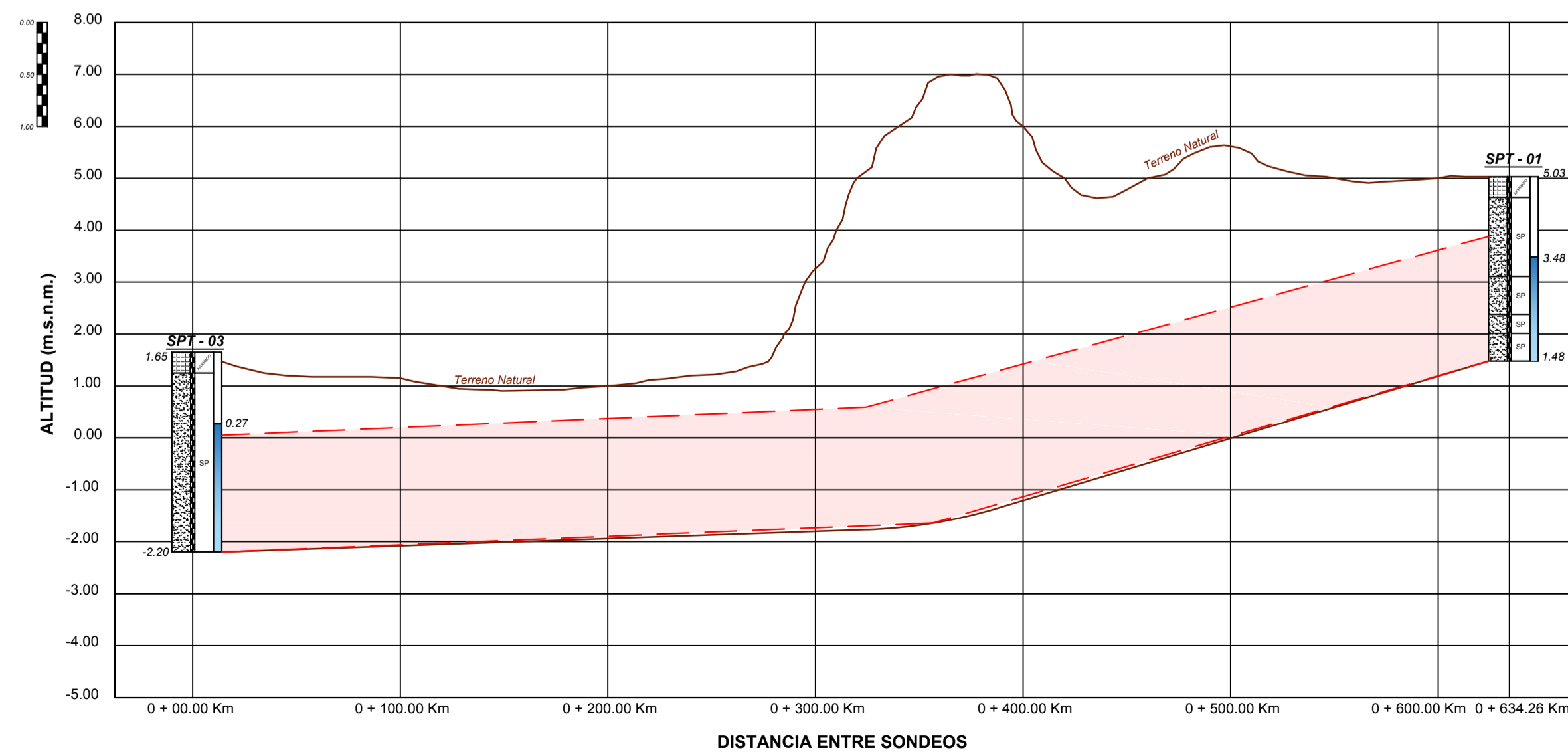
Magnitud Sísmica = Mw = 7.5 - Aceleración = 0.54 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ

PERFIL LONGITUDINAL 03

Magnitud Sísmica = Mw = 7.5 - Aceleración = 0.54 g



LEYENDA

SÍMBOLOS - PERFIL ESTRATIGRÁFICO

	RELLENO O AFIRMADO
	SP
	SP - SM
	NIVEL FREÁTICO
	TERRENO
	LICUEFACCIÓN

SÍMBOLOS

	PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN PLANTA
	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	NÚMERO DE SONDEO - SPT

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA:
 "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:
 JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:
 ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:
 PLANO DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

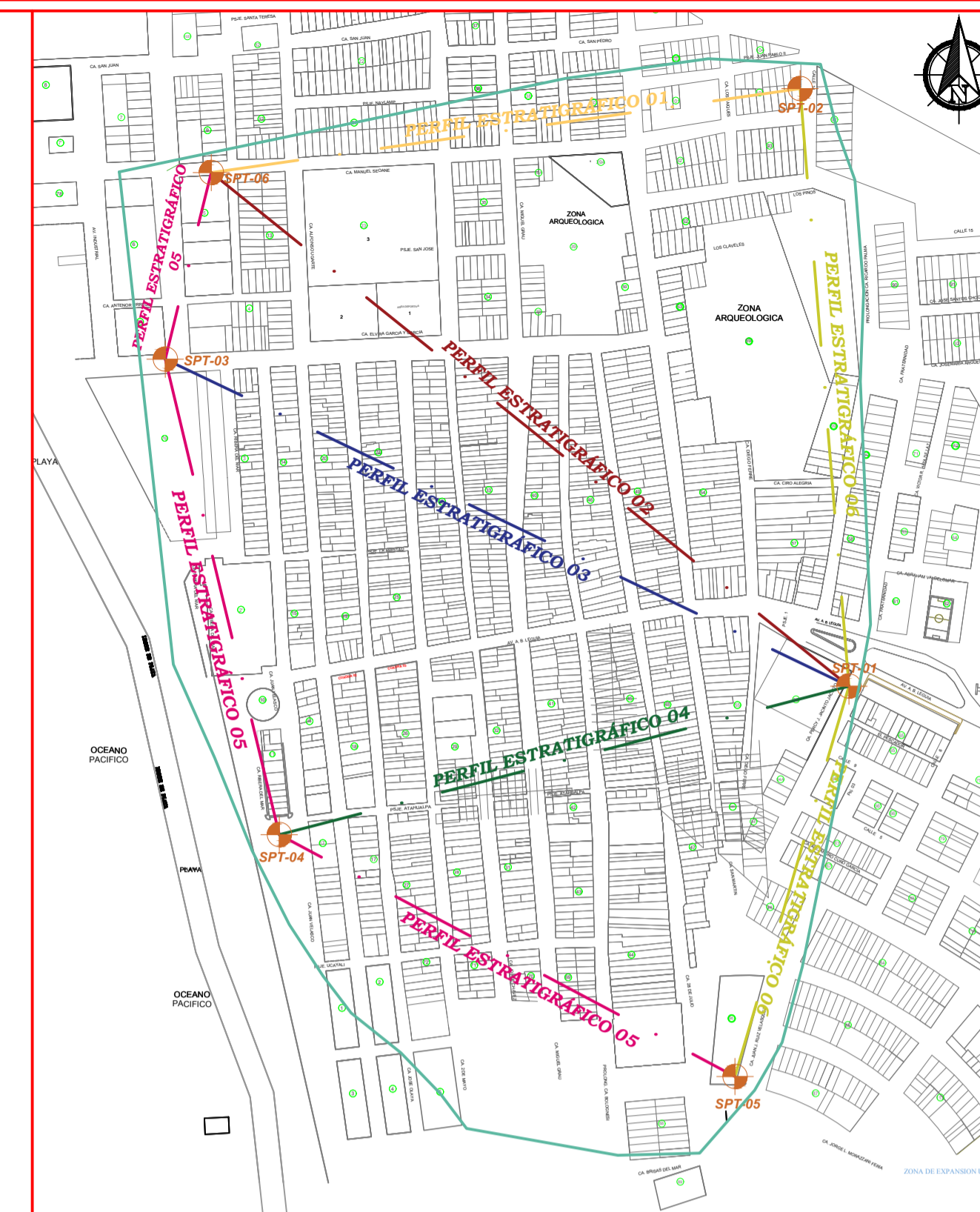
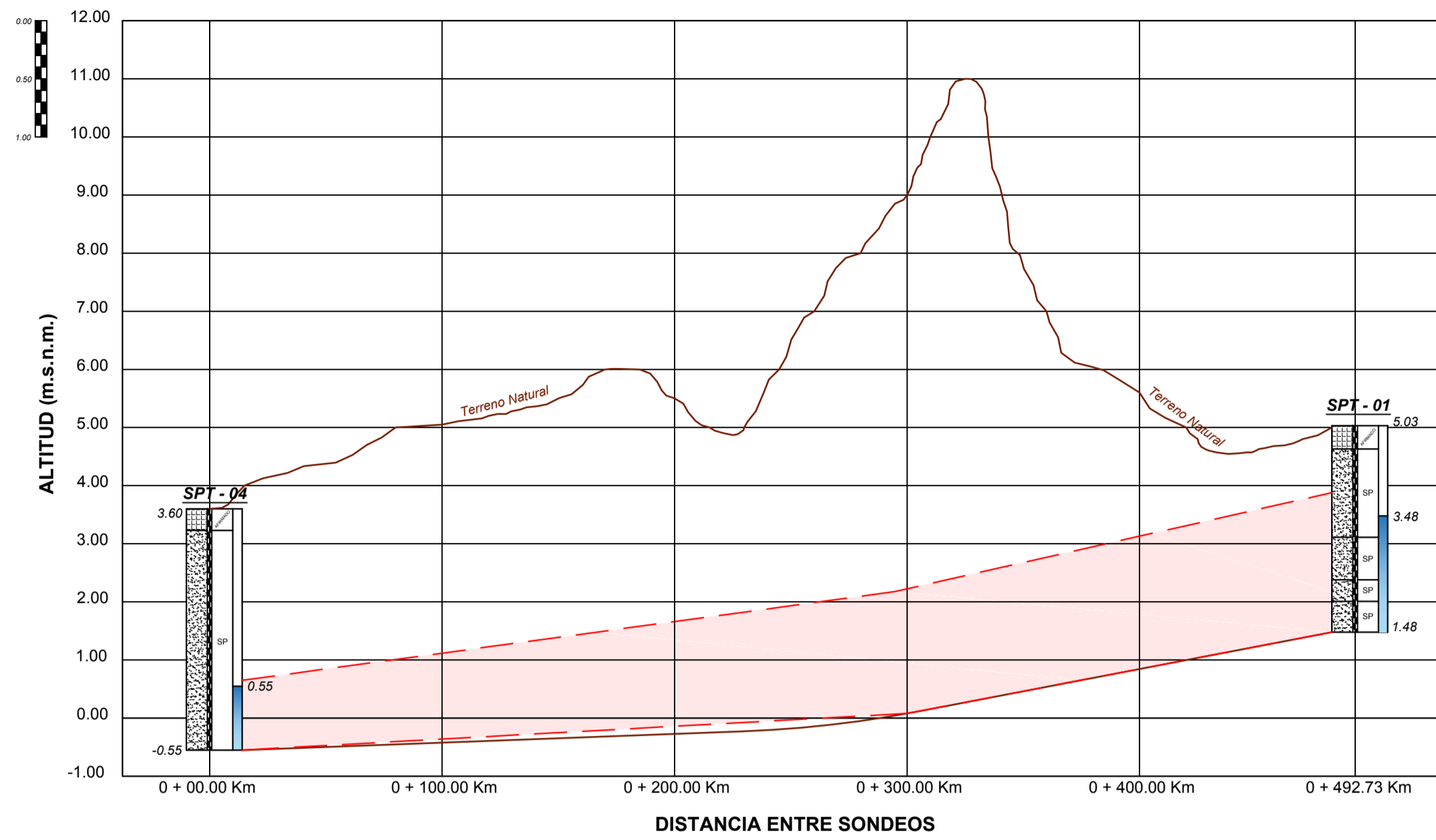
ESCALA GRÁFICA:
 S/E

FECHA:
 Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA: 03 / 04 **CÓDIGO:** PE-03

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 04

Magnitud Sísmica = Mw = 7.5 - Aceleración = 0.54 g



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

LEYENDA

SÍMBOLOS - PERFIL ESTRATIGRÁFICO

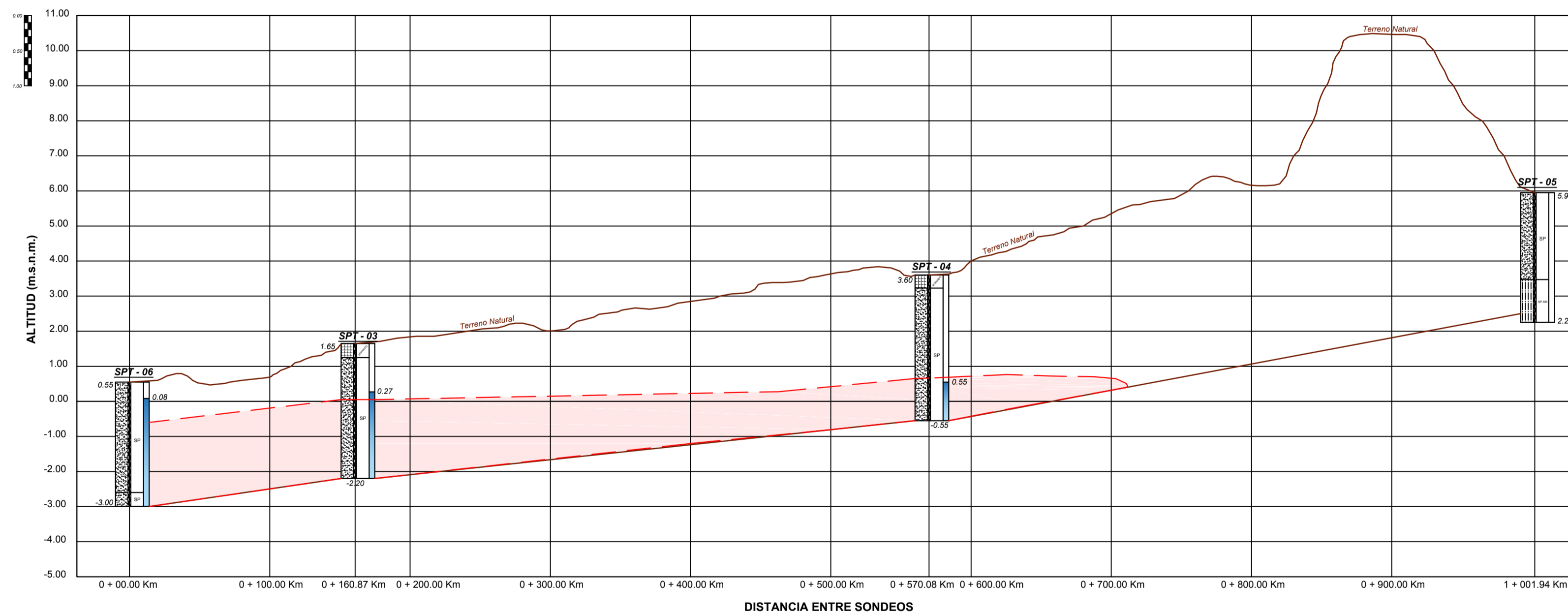
	RELLENO O AFIRMADO
	SP
	SP - SM
	NIVEL FREÁTICO
	TERRENO
	LICUEFACCIÓN

SÍMBOLOS

	PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN PLANTA
	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	NÚMERO DE SONDEO - SPT

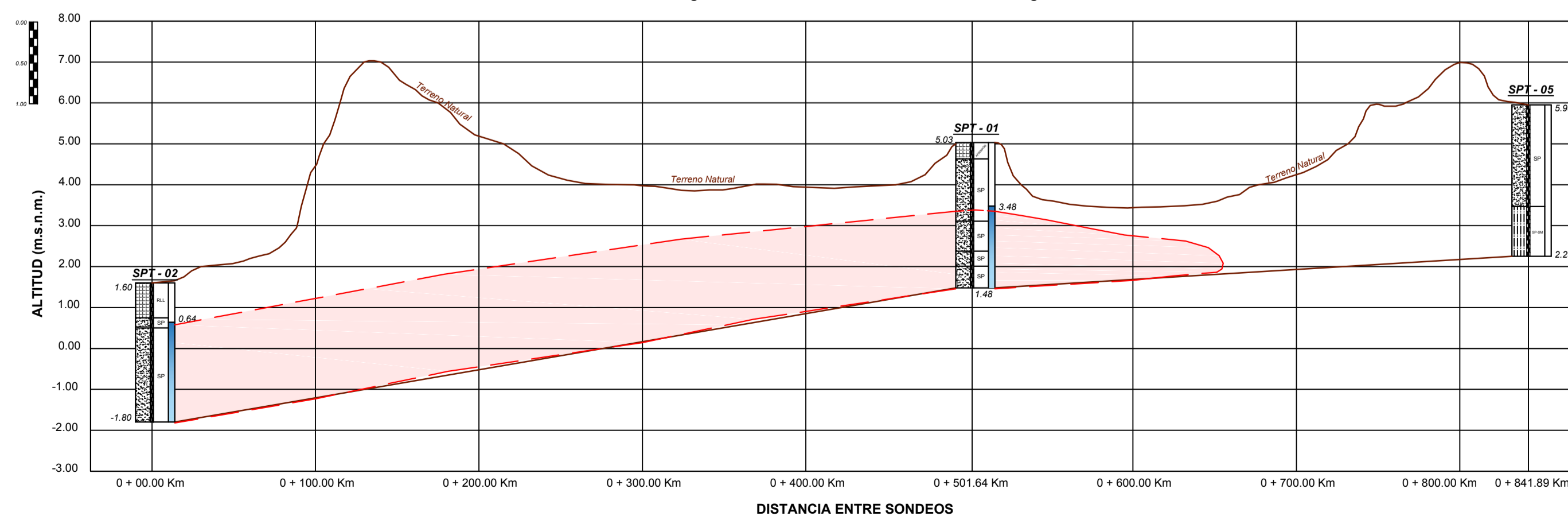
ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 05

Magnitud Sísmica = Mw = 7.5 - Aceleración = 0.54 g



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS - SAN JOSÉ
PERFIL LONGITUDINAL 06

Magnitud Sísmica = Mw = 7.5 - Aceleración = 0.54 g



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

"ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:

JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:

ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:

PLANO DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

ESCALA GRÁFICA:

S/E

FECHA:

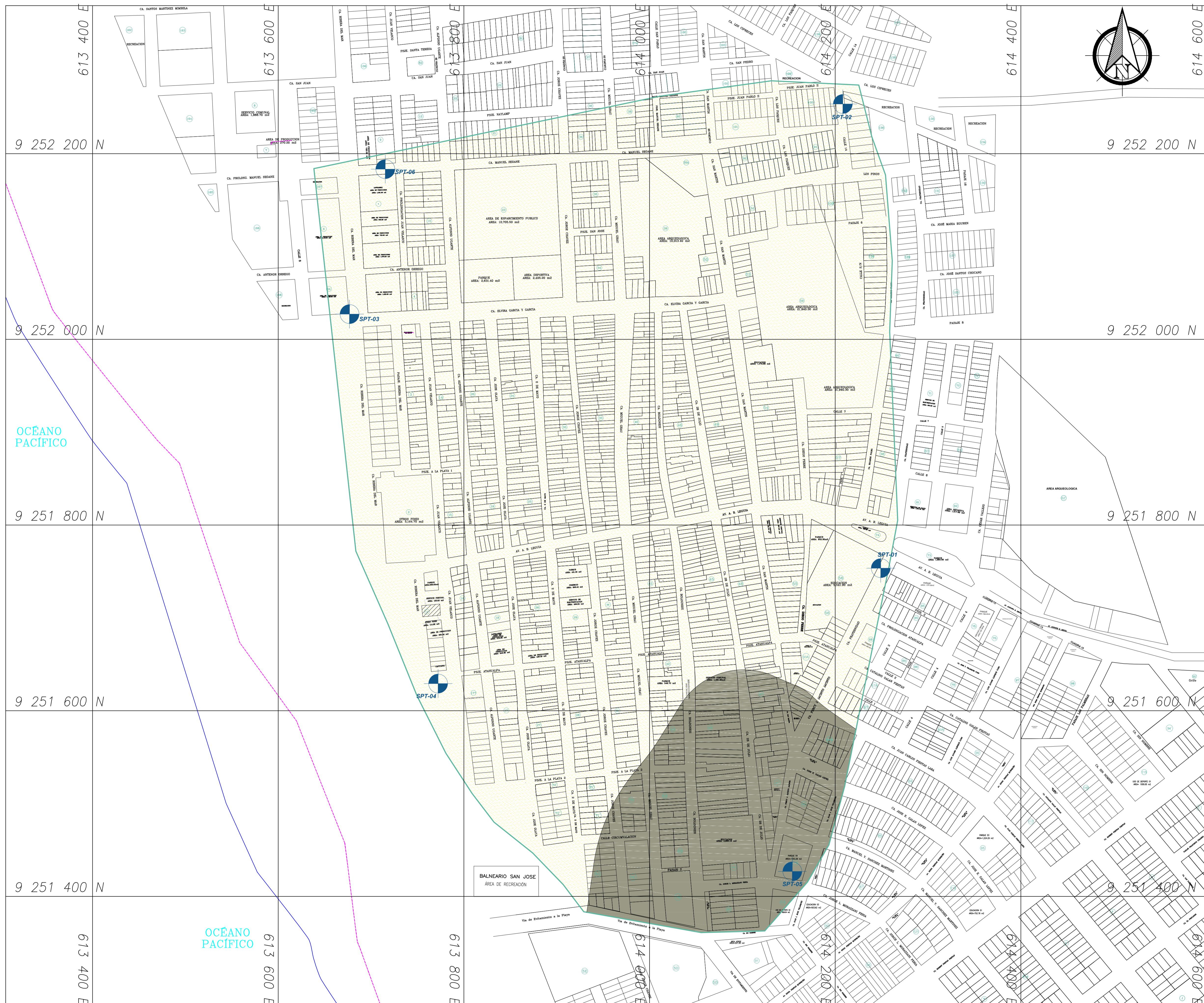
Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA:

04 / 04

CÓDIGO:

PE-04



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

LEYENDA

SIMBOLOGÍA

	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	SONDEOS CON SPT

ZONIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS

	SP
Descripción: Arena Pobremente Gradada.	
	SP - SM
Descripción: Arena pobremente gradada con presencia de limos.	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

TESISTA:
 JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:
 ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:
 PLANO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS

ESCALA GRÁFICA:
 1 / 2000

FECHA:
 Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA:	CÓDIGO:
01 / 01	ZS-01



ZONIFICACIÓN DE ESTRATOS LICUABLES	
Zona con Estrato Licuable hasta 0.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 1.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 1.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 2.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 2.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 3.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 3.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 4.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 4.50 mts.	



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

LEYENDA

SIMBOLOGÍA

	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	ÁREA POR ESTRATOS DE SUELO SUCCEPTIBLE A LICUAR
	SONDEOS CON SPT

DATOS DE ANÁLISIS

MAGNITUD	$M_w = 5.5$
ACELERACIÓN	$a = 0.25g$
FACTOR DE CORRECCIÓN POR MAGNITUD DE SISMO	$MSF = 2.50$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

"ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBEQUE".

TESISTA:

JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:

ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:

PLANO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS SUCCEPTIBLES A LA LICUEFACCIÓN - $M_w = 5.5$

ESCALA GRÁFICA:

1 / 2000

FECHA:

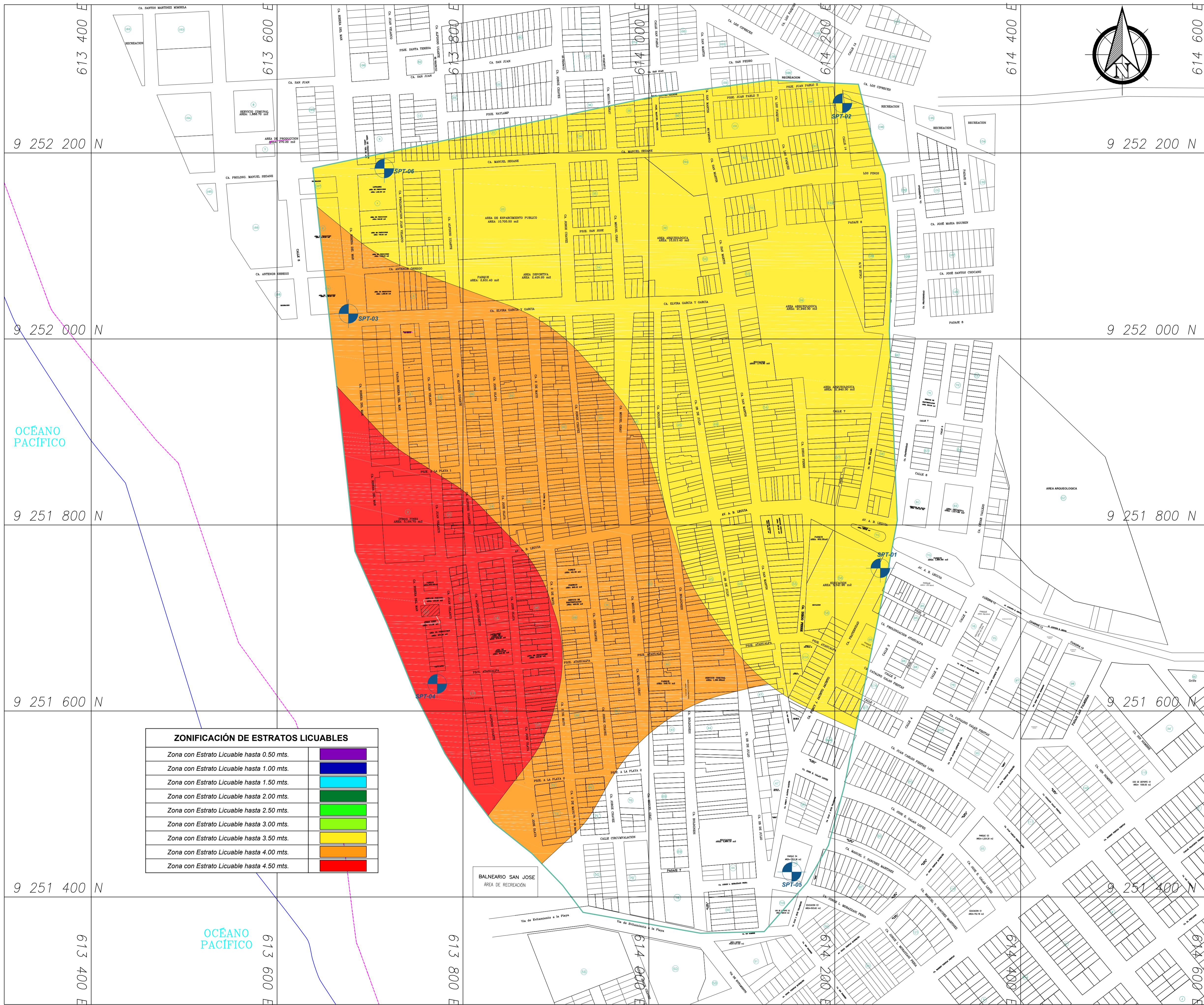
Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA:

01 / 01

CÓDIGO:

ZL-01



ZONIFICACIÓN DE ESTRATOS LICUABLES	
Zona con Estrato Licuable hasta 0.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 1.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 1.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 2.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 2.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 3.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 3.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 4.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 4.50 mts.	



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

LEYENDA

SIMBOLOGÍA

	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	ÁREA POR ESTRATOS DE SUELO SUCCEPTIBLE A LICUAR
	SONDEOS CON SPT

DATOS DE ANÁLISIS

MAGNITUD	$M_w = 6.5$
ACELERACIÓN	$a = 0.45g$
FACTOR DE CORRECCIÓN POR MAGNITUD DE SISMO	$MSF = 1.52$

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAEQUE".

TESISTA:
 JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

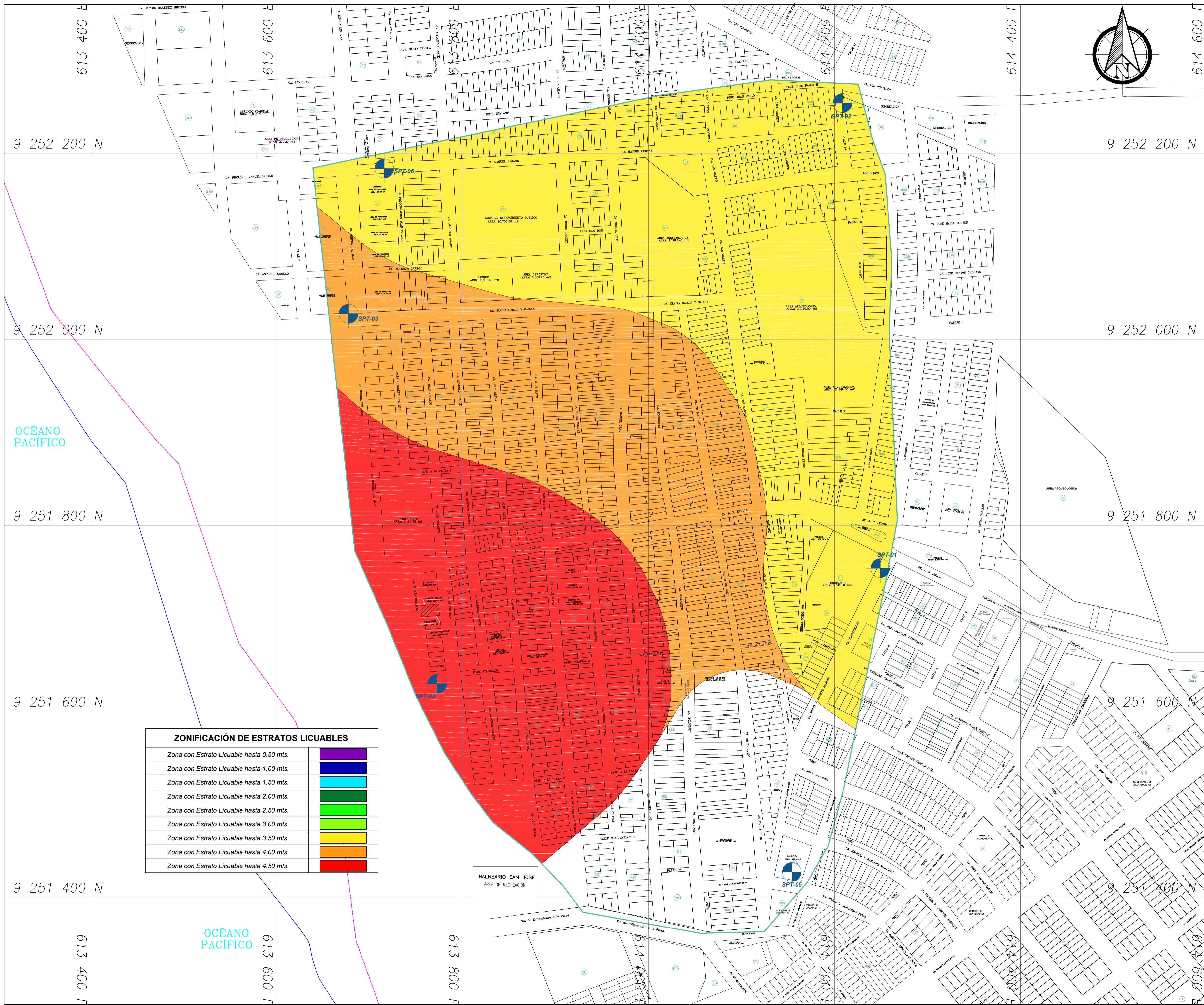
REVISADO POR:
 ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:
 PLANO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS SUCCEPTIBLES A LA LICUEFACCIÓN - $M_w = 6.5$

ESCALA GRÁFICA:
 1 / 2000

FECHA:
 Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA: **CÓDIGO:**
01 / 01 ZL-02



MAPA DE LOCALIZACIÓN - S/E

LEYENDA

SIMBOLOGÍA

	ÁREA DE DESARROLLO DE TESIS
	NÚMERO DE MANZANA - CATASTRO
	ÁREA POR ESTRATOS DE SUELO SUCEPTIBLE A LICUAR
	SONDEOS CON SPT

DATOS DE ANÁLISIS

MAGNITUD	$M_w = 7.5$
ACELERACIÓN	$a = 0.54g$
FACTOR DE CORRECCIÓN POR MAGNITUD DE SISMO	$MSF = 1.00$

ZONIFICACIÓN DE ESTRATOS LICUABLES	
Zona con Estrato Licuable hasta 0.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 1.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 1.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 2.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 2.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 3.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 3.50 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 4.00 mts.	
Zona con Estrato Licuable hasta 4.50 mts.	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAEQUE".

TESISTA:
 JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO

REVISADO POR:
 ING. EITHEL YVÁN MEDRANO LIZARZABURU

PLANO:
 PLANO DE ZONIFICACIÓN DE SUELOS SUCEPTIBLES A LA LICUEFACCIÓN - $M_w = 7.5$

ESCALA GRÁFICA:
 1 / 2000

FECHA:
 Pimentel, 01 de agosto del 2018

LÁMINA: **CÓDIGO:**
01 / 01 **ZL-03**

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

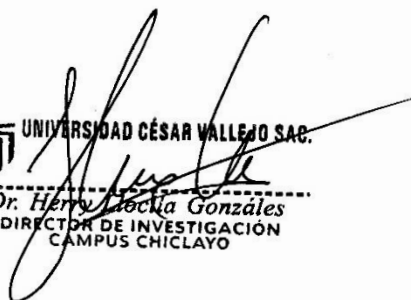
Yo, Dr. Herry Lloclla Gonzales, Director de Investigación, y revisor del trabajo académico titulado: **“ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE”**.

Del Bachiller de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**:

MIRANDA HIGINIO, JHONATAN GUSTAVO


Doy fe que, el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del **12%**, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio; en tanto, cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 17 de septiembre de 2018


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C.

Dr. Herry Lloclla Gonzales
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
CAMPUS CHICLAYO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 01-09-2018 Página : 1 de 1
---	---	---

Yo JHONATAN GUSTAVO MIRANDA HIGINIO, identificado con DNI N° 71069897, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS PARA DETERMINAR ZONAS ALTAMENTE VULNERABLES AL FENÓMENO EN LA LOCALIDAD SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


 FIRMA

DNI: 71069897

FECHA: 21 de septiembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------