UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**“Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos
de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia – Lima”**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Cuya Calderón, José Antonio (ORCID 0000-0002-4798-8453)

Paco Ayuque, Raúl Eduardo (ORCID 0000-0002-3261-0482)

ASESOR

Donayre Córdova, Oscar Eduardo (ORCID 0000-0002-5142-3789)

Lima, 07 de julio de 2021

DEDICATORIA

*A nuestro padre celestial, porque desde el cielo guía cada paso que damos.
A mis padres y hermanos que estuvieron involucrados en todo momento empujándome
para lograr esta gran meta que nunca olvidaré.
A mi novia Fanny Mercado, quien, en todo momento, creyó en mí para lograr este
objetivo.
A nuestro asesor y a nuestra casa de estudios Universidad de Ciencias Aplicadas por el
apoyo y formación en nuestra formación profesional.*

Raúl Paco

*Dedico esta tesis a mi esposa Janet Vilcapoma por haberme apoyado desde el inicio de
mis estudios universitarios.
A mi hija Ariana Nicole quien siempre será mi motivo para lograr las mejores cosas en mi
vida.
A mis padres por estar presente con su apoyo incondicional en cada paso de mi existencia.
A mis hermanos que son mi ejemplo a seguir.
A mis familiares y amigos que estuvieron conmigo apoyándome para conseguir esta meta.*

José Cuya

AGRADECIMIENTOS

Agradecer infinitamente a las personas que creyeron en mí, de manera especial a mi madre Isabel Ayuque y mi novia Fanny Mercado. A mi familia, por la comprensión, el apoyo y por la constante motivación de seguir adelante. A mi asesor por sus consejos de superación y compartir sus acertados conocimientos para el logro de la presente tesis. A mis compañeros y amigos en general que siempre estuvieron ahí, apoyándome y aconsejándome en las adversidades.

Raúl Paco

Agradezco de manera muy especial a mi madre María Calderón, porque gracias a su enseñanza y paciencia me gustan los números y la ciencia. Gracias infinitas a mi familia, porque siempre están dándome ese aliento necesario para poder cumplir mis metas y corrigiéndome cuando es necesario. A la Universidad UPC, a los profesores y asesores que estuvieron brindando enseñanzas y buenos consejos durante esta etapa universitaria. A los amigos y, en general, a todos aquellos que siempre confiaron en mí.

José Cuya

RESUMEN

En el presente trabajo se expone el uso del agua salina y/o agua de mar como sustancia en la mejora de los parámetros geotécnicos del suelo no cohesivo, procedente de los distritos de Villa El Salvador, Chilca y el balneario de Asia al sur de Lima, indicando los efectos del agua salina sobre estos. Además, se presentan los resultados de este suelo sin adición de agua salina, que en adelante se considerará como condiciones iniciales; y el método de aplicación del agua salina, que en adelante se denominará condiciones finales, con el fin de observar cuál es su comportamiento y el efecto que dicha sustancia causa en este suelo. También se analizan algunos aspectos de este proceso, a través de los resultados obtenidos dentro del laboratorio, para, de esta manera, tener no solo una apreciación visual sino también evidencia y registro de lo realizado mediante equipos especializados.

Palabras clave: Agua salina; parámetros geotécnicos; suelo no cohesivo; triaxial consolidado no drenado.

Application of saline water in geotechnical parameters of non-cohesive soils modifications
in villa el salvador, chilca y asia – lima

ABSTRACT

This work presents the use of saline water or seawater as a substance in the geotechnical parameters improvement of the non-cohesive soil from the districts of Villa El Salvador, Chilca and The Asia bay in southern Lima, indicating the effects of saline water on these. In addition, the results of this soil are presented without the addition of saline water, which here in after are considered as final conditions, in order to observe what it's behavior is and the effect that causes this substance on this soil. Also, some aspects of this process are analyzed, through the results obtained in the laboratory, to obtain, in this way, not only a visual appreciation but also the evidence and record of that has been done through specialized equipment.

Keywords: saline water, geotechnical parameters; non-cohesive soil; undrained consolidated triaxial.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
CAPÍTULO I.....	1
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 TEMA Y TÍTULO.....	1
1.1.1 TEMA.....	1
1.1.2 TÍTULO DEL PROYECTO.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN DEL TEMA.....	1
1.3 ORGANIZACIÓN OBJETIVO.....	3
1.4 CAMPO DE ACCIÓN EN LA ORGANIZACIÓN OBJETIVO	4
1.5 SITUACION PROBLEMÁTICA Y PROBLEMAS EN EL CAMPO DE ACCION	
6	
1.5.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	6
1.5.2 PROBLEMAS A RESOLVER.....	7
1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	7
1.6.1 OBJETIVO GENERAL	7
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.7 INDICADORES O MECANISMOS DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS	8
1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	8
CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANTECEDENTES	9
2.2 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	12
2.2.1 DEFINICIÓN DE SUELOS	12
2.2.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS	12

2.2.3	PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS	16
2.2.4	ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS	16
2.3	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN SUELOS	17
2.3.1	DEFINICIÓN DE TALUD	17
2.3.2	ESTABILIZACIÓN DE TALUD	18
2.4	SALINIDAD DEL AGUA DE MAR	25
2.4.1	DEFINICIÓN DE AGUA	25
2.4.2	TIPOS DE AGUA	26
2.4.3	DEFINICIÓN DE AGUA SALINA.....	27
CAPÍTULO III		31
EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....		31
3.1	PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO	31
3.1.1	PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO	32
3.1.2	PROPIEDADES DEL AGUA SALINA	33
3.1.3	ENSAYOS PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LOS SUELOS	34
CAPÍTULO IV		39
ANÁLISIS COMPARATIVO.....		39
4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	39
4.2	PROPIEDADES INICIALES DEL SUELO EN LAS ZONAS DE ESTUDIO...	39
4.3	GRÁFICOS EN LA MODIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUELO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	40
CAPÍTULO V		45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		45
5.1	CONCLUSIONES.....	45
5.2	RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS		48
GLOSARIO.....		51
ANEXOS		52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas de ubicacion de muestras	4
Tabla 2: Comparativo de limos y arcillas	14
Tabla 3: Clasificacion SUCS	15
Tabla 4: Tipologia de suelos.....	15
Tabla 5: Distribucion de agua en el mundo	25
Tabla 6: Propiedades índice de los suelos en estudio	33
Tabla 7: Propiedades químicas de los suelos en estudio	33
Tabla 8: Resumen de ensayos de Proctor Modificado	33
Tabla 9: Resumen de ensayos químicos del agua salina	34
Tabla 10: Resumen de ensayos de Compresion Triaxial CU en condiciones iniciales	35
Tabla 11: Resumen de ensayos de Compresion Triaxial CU en condiciones finales.....	36
Tabla 12: Resumen de ensayos de valor de Soporte de California Bearing Ratio (CBR) en condiciones iniciales.....	39
Tabla 13: Resumen de ensayos de valor de Soporte de California Bearing Ratio (CBR) en condiciones finales	39
Tabla 14: Resumen de variación de ensayos CBR	40
Tabla 15: Resumen de variación de esfuerzos totales y efectivos.....	40
Tabla 16: Ensayos Químicos del suelo y agua salina	57
Tabla 17: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).....	59
Tabla 18: Peso Unitario del Suelo	62
Tabla 19: Gravedad Especifica del Suelo	62
Tabla 20: Proctor Modificado del Suelo	65
Tabla 21: Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR.....	68
Tabla 22: Ensayo de Compresion Triaxial CU.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano con ubicacion de muestras	4
Figura 2: Zona de Lomo de Corvina en Villa El Salvador	5
Figura 3: Zona del distrito de Chilca	5
Figura 4: Zona del distrito de Asia	6
Figura 5: Tratamiento con cloruro de sodio en Punta de Choro – Chile	10
Figura 6: Tratamiento con cloruro de sodio en Chacaya – Chile	10
Figura 7: Carretera Panamericana Norte	11
Figura 8: Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote	11
Figura 9: Excavacion superior	19
Figura 10: Tendido del angulo del talud	20
Figura 11: Banqueta en parte Superior	20
Figura 12: Drenes horizontales de pequeños diametros	21
Figura 13: Zanjias de subdrenaje profundas y continuas	21
Figura 14: Pozos verticales perforados	21
Figura 15: Drenaje en parte superior con cunetas	22
Figura 16: Reemplazo con relleno compactado o roca triturada	22
Figura 17: Bermas de relleno compactado o roca a pie del talud	23
Figura 18: Muro de contencion	23
Figura 19: Pilotes verticales	24
Figura 20: Pernos de anclaje en suelo y roca	24
Figura 21: Gramos de sal por litro	28
Figura 22: Propiedades del agua salina	29
Figura 23: Influencia del NaCl en el valor de soporte de CBR	41
Figura 24: Variacion del valor de soporte CBR al 98%	42
Figura 25: Influencia de NaCl en el valor de cohesión (c) de esfuerzos efectivos	42
Figura 26: Influencia de NaCl en el ángulo de fricción (Φ) de esfuerzos efectivos	42
Figura 27: Variación del valor de cohesión (c) de esfuerzos totales	43
Figura 28: Variación del ángulo de fricción (Φ) de esfuerzos totales	43
Figura 29: Variación del valor de cohesión (c) de esfuerzos efectivos	44
Figura 30: Variación del ángulo de fricción (Φ) de esfuerzos efectivos	44

Figura 31: Plano con ubicacion de muestreo.....	55111
Figura 32: Los tesistas Raul Paco y Jose Cuya realizando la obtención de muestra de agua salina de la playa en Villa María del Triunfo – Km 25 Panamericana Sur.	111
Figura 33: Vista panoramica del punto donde se obtuvo la muestra de agua salina de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.	111
Figura 34: Los tesistas Raul Paco y Jose Cuya realizando la obtención de muestra de agua salina de la playa en Asia – Km 100 Panamericana Sur.	112
Figura 35: Vista panoramica del punto donde se obtuvo la muestra de arena de la playa en Villa María del Triunfo – Km 25 Panamericana Sur.....	112
Figura 36: Vista panoramica del punto donde se obtuvo la muestra de arena de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.....	113
Figura 37: Vista panoramica del punto donde se obtuvo la muestra de arena en el balneario de Asia – Km 100 Panamericana Sur.	113
Figura 38: Vista de la muestra de arena de la playa en Villa Maria del Triunfo -KM 25 Panamericana Sur.....	115
Figura 39: Vista de la muestra de arena de la playa de Chilca -KM 70 Panamericana Sur..	115
Figura 40: Vista de la muestra de arena en el balneario de Asia -KM 100 Panamericana Sur.....	116
Figura 41: Ensayos químicos de las arenas en condiciones iniciales.....	116
Figura 42: Ensayos en Sales de la muestra de agua de la playa de Chilca -KM 70 Panamericana Sur	117
Figura 43: Ensayo en Sales de la muestra de agua del balneario de Asia-KM 100 Panamericana Sur.....	117
Figura 44: Toma del pH de la muestra de agua en la playa en Chilca-KM 70 Panamericana Sur	118
Figura 45: Toma del pH de la muestra de la arena del balneario de Asia-KM 100 Panamericana Sur.....	118
Figura 46: Ensayo Sales Solubles Totales de las muestras de aguas salinas.....	119
Figura 47: Especimen sin sal seca de la muestra de la playa en Chilca -KM 70 Panamericana Sur.....	119
Figura 48: Especimen con sal seca de la muestra de la playa de Chilca -KM 70 Panamericana Sur.....	120
Figura 49: Especimen en cámara de ensayo de Compresión Triaxial.....	120
Figura 50: Especimen sin agua salina después del ensayo de Compresión Triaxial.....	121
Figura 51: Especimen con agua salina después del ensayo de Compresión Triaxial.....	121

Figura 52: Preparación de especímenes para el ensayo de valor de soporte California Bearing Ratio (CBR).....122

Figura 53: Secado de especímenes para el ensayo de valor soporte California Bearing Ratio (CBR).....122

CAPÍTULO I

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA Y TÍTULO

1.1.1 TEMA

El presente trabajo de tesis aborda la investigación de un material o sustancia que permita modificar las propiedades geotécnicas en relación con el comportamiento físico-mecánico de los suelos granulares, específicamente parámetros como la cohesión, el ángulo de fricción y el valor de Soporte California Bering Ratio (CBR) de suelo no cohesivo o arenoso, de la zona costera, en lugares seleccionados en los distritos de Villa El Salvador, Chilca y balneario de Asia en el departamento de Lima. Es por ello que se ha considerado la utilización del agua salina como una alternativa viable para esta investigación, debido a la escasez de recursos hídricos disponibles en dichas zonas, por lo que una alternativa es el aprovechamiento del agua salina. El uso de esta sustancia permitirá demostrar si se mejoran los parámetros de resistencia y soporte, al efectuar la mezcla del suelo con el agua salina (condiciones finales) frente a los resultados obtenidos del suelo, sin adición de agua salina, que se denominará condiciones iniciales.

1.1.2 TÍTULO DEL PROYECTO

Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia, Lima.

1.2 INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN DEL TEMA

Debido al crecimiento de la población en el país, ya que, según el último Censo del 2007, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población en el Perú fue de 27.4 millones¹ y se estima que para el año 2025 la población será de 35.6 millones, y para el año 2050 la cantidad de habitantes será de 45.5 millones.²

1 INEI: Censos Nacionales de Población y Vivienda (2007)

2 INEI: Perú: Estimaciones y Proyecciones de la Población, 1950-2050 (2009)

Además, el crecimiento económico sostenido de PBI que presenta el país en los últimos diez años, en promedio, es mayor al 5 %, según el Banco Central de Reserva del Perú³, y la inflación es menor en promedio al 3.5 % anual⁴, así como otros indicadores macroeconómicos están haciendo posible que el Gobierno Central cuente con mayores recursos presupuestales y destine más fondos para la construcción de nuevas vías de acceso y mejore y mantenga las ya existentes.

Sin embargo, a pesar de ello, las municipalidades no cuentan con los suficientes recursos económicos para ejecutar obras como asfaltado de pistas o mejoras en las ya existentes.

Es por ello que la presente tesis busca encontrar una alternativa en el uso de sustancias como el agua salina que, en combinación con suelo no cohesivo de Villa El Salvador hasta Asia, en el departamento de Lima, pueda alcanzar mayor resistencia y un mejor comportamiento físico-mecánico para la estabilidad de este suelo. Adicionalmente, también puede servir para la construcción y/o mantenimiento de carreteras no asfaltadas, no pavimentadas; o lo que también se denomina como trochas carrozables de bajo volumen de tránsito (BVT); lo que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) denomina como Red Vial Vecinal, ya que el tipo de suelo considerado para este proyecto se presenta en casi todo el litoral peruano. De igual forma, el material a utilizar, como el agua salina, es abundante y también se encuentra presente a lo largo de la costa peruana. Según el Ministerio de Transporte y Comunicación, este tipo de red vial está alrededor de los 1,600 kilómetros, solo en el departamento de Lima.⁵

Esto conllevará a considerar, como alternativa para la estabilización de suelos no cohesivos, así como para el mejoramiento y mantenimiento de carreteras no asfaltadas, el uso de agua salina en otros lugares con características de suelos similares, ya que, además de ser agua de mar abundante en todo el litoral, se sabe, según Sedapal,

3 BCRP: Producto Bruto Interno 1951-2015 (2015)

4 BCRP: Reporte de Inflación (2015)

5 MTC: Red Vial Vecinal (2015)

que en Lima existe más de 500,000 habitantes que no cuentan con acceso al agua potable.

Adicionalmente, se ha pensado en el agua salina como un factor importante a considerar en distintos proyectos a trabajar con este tipo de suelos, convirtiendo el estudio en un proyecto con alta probabilidad de viabilidad, no solo desde la parte técnica sino también desde el punto de vista económico.

1.3 ORGANIZACIÓN OBJETIVO

En la búsqueda por encontrar alternativas para mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo, y que éstas presenten un mejor comportamiento de resistencia, se puede considerar a los siguientes involucrados como beneficiarios del presente trabajo:

- Las empresas constructoras que desarrollen proyectos de obras civiles en el Distrito de Villa El Salvador, Chilca y Asia, teniendo la alternativa del agua salina para mejorar las propiedades geotécnicas del suelo o asegurar una mayor estabilidad del terreno.
- Las Municipalidades distritales que comprenden el presente trabajo como Villa El Salvador, Chilca y Asia, así como los distritos con características de suelos similares al del presente trabajo de investigación, los cuales podrán considerar esta alternativa dentro de sus proyectos de mejoramientos de accesos en carreteras no asfaltadas o trochas carrozables, o utilizarlo como una sustancia que ayude a minimizar la cantidad de polvo con el paso de vehículos, personas o animales.
- Del mismo modo, de manera artesanal, los propios pobladores de las zonas de los Distritos de Villa El Salvador, Chilca y Asia podrían usar este recurso para disminuir el polvo de los caminos o accesos de la carretera.
- Empresas medioambientales o aquellas instituciones que promuevan el uso de productos o sustancias naturales en cambio de agentes químicos.
- Poblaciones o comunidades que busquen preservar su entorno, tratando de minimizar los impactos ambientales que pudieran surgir con sustancias como el asfalto.

- Y, en general, para cualquier persona, ingeniero civil, entidades del Estado y entidades privadas que tengan proyectos similares a las características del suelo y puedan tener como alternativa el uso de agua salina.

1.4 CAMPO DE ACCIÓN EN LA ORGANIZACIÓN OBJETIVO

El campo de acción para el presente trabajo corresponde a los distritos de Villa El Salvador, en el sector de Lomo de Corvina, que se ubica a 25 kilómetros al sur de la ciudad de Lima. También se encuentra el distrito de Chilca, ubicado en el kilómetro 70, al sur de Lima, y Asia, que se encuentra ubicado a 100 kilómetros al sur de la capital del Perú. Se resumen en la tabla N° 01:

Tabla 1: Coordenadas de ubicación de muestras

Ubicación	Nombre	Coordenadas	
		S	W
Asia	Rosario de Asia	12°47'14.98"	76°34'57.73"
Playa Asia	Rosario de Asia	12°48'17.09"	76°34'00.92"
Chilca	Frente a Humedales de Chilca	12°33'38.00"	76°42'21.15"
Playa Chilca	Puerto Viejo	12°35'16.79"	76°42'17.68"
Villa El Salvador	Por los pantanos de Villa	12°14'16.33"	76°56'45.18"
Playa Villa El Salvador	Por los pantanos de Villa	12°14'32.27"	76°57'08.94"

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1: Plano con ubicación de muestras

Fuente: Google Earth

Según el grafico anterior, la zona de estudio de la presente tesis se encuentra identificada por las marcas de posición de color azul, que se encuentran en el litoral, al sur de la capital, puntos en los cuales se tomaron las muestras.

Figura 2: Zona de Lomo de Corvina en Villa El Salvador

Fuente: Google Earth

Figura 3: Zona del distrito de Chilca

Fuente: Google Earth

Figura 4: Zona del distrito de Asia

Fuente: Google Earth

1.5 SITUACION PROBLEMÁTICA Y PROBLEMAS EN EL CAMPO DE ACCION

1.5.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La inestabilidad de los suelos es uno de los principales problemas presentados en el trabajo para los ingenieros civiles, como es la ejecución o construcción de obra. Así, se podría mencionar, por ejemplo, acceso de carreteras, taludes de presas, muros de contención, inestabilidad de tajos mineros, entre otros. Es por ello que se recurre a técnicas para su respectiva estabilización, siendo una de ellas la estabilización mediante el empleo de aditivos como la cal o cemento, o algún material o sustancia que actúe física y/o químicamente para la mejora del suelo, geotécnicamente hablando, ya sea en cuanto a su resistencia y/o cohesión del suelo sobre el que se va a realizar las obras. Adicionalmente, este material o sustancia que cumpla con dichas

características o propiedades deberá también ser económicamente viable o que, al menos, presente una solución con costos no tan elevados, convirtiéndose en una alternativa a tener en cuenta.

1.5.2 PROBLEMAS A RESOLVER

Del punto anterior se puede observar que, para la estabilización del suelo o un mejor comportamiento físico-mecánico, es necesario una mayor resistencia y cohesión para realizar obras de ingeniería civil. Es por ello, que en este trabajo se busca como alternativa de solución la utilización de un material o sustancia como el agua salina y que, además de brindar las propiedades necesarias al suelo para mejorar su comportamiento geotécnico, este pueda ser económicamente viable sin generar mucho impacto al medioambiente.

Para ello, se realizará ensayos de laboratorio para observar las condiciones actuales del suelo de la zona de estudio y ensayos de laboratorio para realizar las pruebas con mezcla de agua salina; y así poder comparar ambos resultados, analizar su incidencia y tener evidencia necesaria sobre la viabilidad de este trabajo.

1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros geotécnicos que incidirán en el mejoramiento de los suelos granulares finos, mediante toma de muestras de campo realizando los ensayos de laboratorio necesarios, existentes en los distritos de Villa El Salvador, Chilca y el balneario de Asia, efectuando la mezcla de estos suelos con agua salina.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Entre los objetivos específicos están los siguientes:

- Verificar las condiciones iniciales *in situ* en las que se encuentra el suelo en sectores específicos de Villa El Salvador, Chilca y balneario de Asia, en lo que se refiere a su compacidad natural.
- Examinar las propiedades físico-mecánicas iniciales de la muestra obtenida de la zona de estudio, mediante ensayos de laboratorio.
- Examinar las propiedades químicas del agua salina obtenida del mar correspondiente a la zona más cercana a los puntos de estudio del suelo.

- Analizar la influencia del mejoramiento de las propiedades físicas y parámetros geotécnicos (valores de cohesión, ángulo de fricción y soporte California Bearing Ratio: CBR) del suelo en Villa El Salvador, Chilca y el balneario de Asia, con mezcla de agua salina, mediante pruebas de laboratorio.

1.7 INDICADORES O MECANISMOS DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS

Para este trabajo de tesis se manejará los siguientes indicadores:

- Ensayos en laboratorio para determinar las propiedades físicas (contenido de humedad, granulometría, límite de consistencia, clasificación SUCS y densidad relativa).
- Ensayo de compresión triaxial para determinar los parámetros geotécnicos del suelo en las condiciones iniciales.
- Obtención de agua salina para la utilización en la mezcla con el suelo.
- Información sobre los componentes químicos que presenta el agua salina correspondiente a los puntos de suelo a estudiar.
- Realización de mezclas de suelo con agua salina.
- California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR).
- Ensayos de laboratorio para determinar los parámetros geotécnicos del suelo con la mezcla de agua salina.

1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de tesis busca encontrar un material o sustancia que pueda mejorar las condiciones físicas y mecánicas del suelo arenoso de Villa El Salvador, Chilca y balneario de Asia, brindándole valores con mayor cohesión y ángulo de fricción, y que a su vez este material o sustancia pueda ser abundante y económicamente viable para la ejecución de proyecto de obras de ingeniería civil y con poca afectación al medioambiente.

Asimismo, este trabajo puede servir como información adicional o complementaria para la utilización, como forma alternativa, de agua salina en futuros proyectos, ya que contará con información real y científica.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Para el estudio, la aplicación de agua salina en suelos para su respectiva estabilización ya ha sido puesto en práctica en muchos casos en otros países, tal es el ejemplo de Estados Unidos y Canadá, que son pioneros en este tipo de proyectos y ya tienen realizados más de 80,000 kilómetros, pudiendo citarse, como muestra de ello, los estados de Lousiana, Ohio, Colorado, California, Montana, Indiana, Oregón, entre otros⁶.

Del mismo modo, sin ir muy lejos, en América del Sur se tiene la experiencia chilena, con más de 3,000 kilómetros estabilizados con Cloruro de Sodio (NaCl), mediante un producto denominado Road Salt, el cual ha sido aplicado en diversos proyectos como Compañías Mineras Punta de Lobos, Quebrada Blanca, Doña Inés de Collahuasi, Cerro Colorado, Cerro Páranla, Lomas Bayas, El Indio y, en la zona central, El Soldado, Andina, Teniente, Disputada de Las Condes, Las Tórtolas, también existen caminos como San Pedro de Atacama y Chiu, en la III Región Paso San Francisco, en la IV Región Camino Los Choros, en la VII Región comuna de Botalcura, en la IX Región en Temuco y Curacautín. Además, se ha utilizado en la estabilización de subrasantes, en las comunas de Melipilla y Quinta Normal, y de carpeta de rodado, en las comunas de Huechuraba, Alhué, Litueche⁷.

De lo anterior, se muestra algunas fotografías del tratamiento de vías con cloruro de sodio en algunas localidades de Chile:

6 NICOLE N. HINRICHSSEN: Estudio de Comportamiento de Suelo Estabilizado con Sal

7 EL MERCURIO: Ediciones Especiales (octubre 2014)

Figura 5: Tratamiento con cloruro de sodio en Punta de Choro – Chile

Fuente: Waldemar Cavieres

Figura 6: Tratamiento con cloruro de sodio en Chacaya – Chile

Fuente: Waldemar Cavieres

También podemos encontrar en Mexico, como lo menciona el Instituto Mexicano del Transporte en su publicación técnica N° 201 del 2002, se ha empleado cloruro de sodio en las terracerías de las Salinas de Guerrero Negro, California, el cual está conformado con arena de mar compactada con agua de mar.

Del mismo modo, se encuentra la investigación que se realizó en Colombia, como se indica en un artículo de la Universidad Militar Nueva Granada del 2006, en la cantera “El Vino” en Bogotá.

De forma similar, en el Perú, a lo largo de todo el litoral, se tiene el océano Pacífico. Las características del suelo, por lo general, son del tipo no cohesivo, con procedencia de arenas eólicas como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 7: Carretera Panamericana Norte

Fuente: Revista Constructivo

A pesar de lo anterior, no se conoce mayor referencia sobre la estabilización de suelos con aplicación directa del agua salina; sin embargo, existe información sobre estudios al respecto, como es el caso de los caminos rurales de los Centros Poblados de Tangay, en el distrito de Nuevo Chimbote, en donde estuvo a cargo de este proyecto el Ing. Julio Rivasplata Díaz y del cual se puede apreciar en la fotografía siguiente la zona de estudio:

Figura 8: Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote

Fuente: Ing. Julio Rivasplata

2.2 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

2.2.1 DEFINICIÓN DE SUELOS

Existen muchas definiciones o acepciones que se podrían dar a un suelo. El suelo, desde un punto de vista agrícola, debe contar con ciertos minerales como nitratos, amonio, fósforo, potasio, sulfato, sodio, hierro, entre otros elementos, que lo conviertan o le den propiedades de suelo fértil y, por tal motivo, esté apto para el crecimiento de cultivos. Otra definición, desde el punto de vista geológico, indica que el suelo es la parte superficial de la corteza terrestre y que, a su vez, resulta de la combinación de cuatro grandes componentes: el material mineral, la materia orgánica, el agua y el aire, los cuales se han ido formando a través de muchos procesos a lo largo de miles y hasta millones de años, como la deposición eólica, meteorización, sedimentaciones, entre otros.

Desde un punto de vista geotécnico, el cual para el presente trabajo es el que más interesa, el suelo es la base de todas las obras civiles, por lo que resulta importante el estudio de su comportamiento ante acciones o efectos que puedan generar alguna perturbación, tales como el propio peso o la carga de la estructura o construcción, respuesta ante sustancias químicas, sismos, saturación del suelo, entre otros.

Es por ello que el suelo se comporta como parte de la edificación u obra de construcción, pero con características físicas propias como densidad, porosidad, granulometría, cohesión, fricción interna de sus partículas que le dan propiedades de resistencia al corte, asentamientos, permeabilidad, entre otros, y que hace que un suelo de un determinado lugar se comporte de manera distinta frente a otro suelo de un lugar distinto o inclusive de una zona similar.

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Teniendo siempre presente el punto de vista geotécnico, el suelo se puede clasificar en base al tamaño de las partículas que la componen, ello debido a que esta clasificación tiene una influencia fundamental para el propósito ingenieril que se requiera. Es por tal motivo que existen instituciones que han tratado de estandarizar dichas clasificaciones y de las cuales se puede mencionar a las dos más importantes: la clasificación SUCS y la clasificación AASHTO.

De manera general se podría hablar de dos tipos de suelos: suelos granulares y suelos cohesivos.

Los suelos granulares están dados por el gran tamaño de sus partículas. Posee propiedades características como buena capacidad portante, debido a la alta presencia de gravas; una buena permeabilidad como resultado de su volumen de vacíos o porosidad del suelo. A su vez, este grupo se puede dividir en dos subgrupos: el de las gravas y el de las arenas. Estas se diferencian por el tamaño de sus partículas, ya que se considera como arena la porción de suelo que tiene un tamaño de partículas entre 4.75 mm y 0.075 mm, y los que tengan tamaños mayores a estos se considera gravas.

Para este caso, que se trabajará con arenas, se puede agregar que estas tienen algunas propiedades como: no son plásticas, son menos compresibles que las arcillas, buena permeabilidad y, al ser sometidas a carga superficial, se comprime de manera rápida debido a los espacios vacíos que contiene.

Los suelos cohesivos, a diferencia de los granulares, poseen partículas mucho más pequeñas o finas, de dimensiones menores a 0.08 mm, según la clasificación SUCS. Este tipo de suelo tiene una propiedad muy importante que es el de cohesión, el cual se genera por la fuerza de interacción de las paredes superficiales de sus partículas. Esta propiedad, desde el punto de vista geotécnico y de estabilidad de taludes, es muy importante ya que brinda una mayor resistencia frente a los esfuerzos cortante.

Así como en el caso de los suelos granulares, los suelos cohesivos también se dividen en dos grupos: los limos y las arcillas.

Los limos tienen granos más finos que las arenas, las cuales están comprendidas entre 0.075 mm y 0.002 mm. Además, presenta algunas propiedades características como poseer partículas redondeadas; en comparación con las arcillas tiene mayor permeabilidad; tiene una cohesión apreciable, pero si se encuentra como terrón, se puede reducir a polvo con los dedos; no son expansivas y, dependiendo de su densidad, podrían ser colapsables.

Las arcillas tienen partículas más finas que los limos y su tamaño es menor a 0.002 mm. Las formas de sus partículas son laminares. Ante el tacto, se presenta de forma suave. Tienen baja permeabilidad, con cierta humedad suelen pegarse en los

dedos, cuando se encuentra en terrones no se puede reducir a polvo con los dedos. No son colapsables y, en algunos casos, pueden ser expansivas.

A continuación, se presenta un cuadro resumen comparativo de las características particulares que presentan los limos y las arcillas:

Tabla 2: Comparativo de limos y arcillas

Limos (entre 0,002 y 0,06 mm.)	Arcillas (<0,002 mm.)
No suelen tener propiedades coloidales	Suelen tener propiedades coloidales
A partir de 0,002 mm. y a medida que aumenta el tamaño de las partículas, se va haciendo cada vez mayor la proporción de minerales no arcillosos	Consisten en su mayor parte en minerales arcillosos
Partículas forma redondeada	Partículas forma laminar
Tacto áspero	Tacto suave
Mayor permeabilidad	Menor permeabilidad
Predominan las características de masa	Predominan las características de superficie
Se secan con relativa rapidez y no se pegan a los dedos	Se secan lentamente y se pegan a los dedos
Los terrones secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos	Los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos
Pueden ser colapsables	No son colapsables
No son expansivas	Pueden ser expansivas

Fuente: J.A Jiménez Salas y J.L de Justos Alpañez: Geotecnia y Cimientos.

Para el presente trabajo de tesis solo se tomará en consideración la clasificación SUCS, el cual, según se sabe, fue el ingeniero civil Arthur Casagrande quien elaboró este sistema genérico de clasificación de suelos que fue aplicado por el cuerpo de ingenieros de los EE. UU., para después haber sido modificado ligeramente por Bureau of Reclamation, naciendo de esta manera el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Así mismo, este sistema fue adoptado por la American Society of Testing Materials (ASTM) como parte integrante de sus métodos normalizados.

La clasificación SUCS presenta grupos los cuales también presentan símbolos o abreviaturas, como lo muestra el siguiente cuadro:

Tabla 3: Clasificación SUCS

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO			SUFIXO
Grava	G	Bien Graduado			W
Arena	S	Pobrementemente Graduado			P
Limo	M	Limoso			M
Arcilla	C	Arcilloso			C
Orgánico	O	Límite	Líquido	alto	H
		(>50)			
Turba	Pt	Límite	Líquido	bajo	L
		(<50)			

Fuente: Luis Bañon Blazquez: Manual de carreteras.

Además, la clasificación SUCS presenta la siguiente tipología de suelos:

Tabla 4: Tipología de suelos

Divisiones mayores			Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos más del 50% retenido en el tamiz nº200 (0.075 mm)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz nº4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz nº200	GW	grava bien gradada, grava fina a gruesa
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	GP	grava pobrementemente gradada
			GM	grava limosa
			GC	grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz nº4	Arena limpia	SW	Arena bien gradada, arena fina a gruesa.
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	SP	Arena pobrementemente gradada
			SM	Arena limosa
Suelos de grano fino más del 50% pasa el tamiz No.200	limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML	limo
			CL	arcilla
		orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
			MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
	limo y arcilla límite líquido ≥ 50	inorgánico	CH	Arcilla de alta plasticidad
		orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos			Pt	turba

Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Unificado_de_Clasificaci%C3%B3n_de_Suelos

2.2.3 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS

El suelo, como ya se ha apreciado, es un material muy complejo y heterogéneo. Es por ello que, además de poseer una cierta tipología según la clasificación SUCS, también presenta propiedades geotécnicas, dentro de las cuales se revisarán las más importantes, enfocado al presente trabajo como la resistencia, deformabilidad, expansividad, colapsabilidad y compactabilidad.

2.2.4 ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS

La estabilización de suelos es un mecanismo o técnica que implica mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos que, dependiendo del proyecto que se realice, no cumplan con las condiciones necesarias. Asimismo, para lograr dicho objetivo, es importante considerar el factor económico y el de impacto ambiental, ya que muchas veces se pretende estabilizar los suelos eliminando las zonas afectadas, trayendo consigo el transporte de gran cantidad de volumen de material y, además, trayendo igual cantidad de volumen de préstamo.

Con la estabilización se pretende aumentar la resistencia mecánica de los suelos. Se entrelazan las partículas de una forma más efectiva y se aseguran de que las condiciones de humedad en las que trabaja el suelo varíen dentro de unos rangos reducidos, para conseguir una adecuada estabilidad a las cargas y una escasa variación volumétrica. Se dice también que es una corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia, capaz de soportar los efectos del tránsito y de las condiciones ambientales que lo rodea.

2.2.4.1 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE MÉTODOS FÍSICOS

Mediante este método, se busca producir cambios físicos a través de alternativas como mezcla de suelos, por ejemplo, un suelo que contenga gravas gruesas o arenas pueden tener buena resistencia; sin embargo, esto no lo hace estable, ya que necesita tener cierta cohesión entre sus partículas para que estas no puedan moverse libremente. Otro ejemplo es la arcilla que, a diferencia de lo anterior, presenta gran cohesión, pero no mucha fricción entre sus partículas. Entonces, en principio, lo que se busca es una combinación de ambos tipos de material cuyas buenas propiedades se puedan aprovechar y reemplazar o mejorar

las condiciones con el otro tipo de suelo, todo esto siempre tiene que ir acompañado de un proceso mecánico que es el de compactación para obtener mejores resultados.

También existen otras alternativas bajo este método como los geotextiles, vibroflotación y consolidación previa, los cuales ayudan a mejorar las condiciones geotécnicas del suelo, según el tipo de obra que se esté ejecutando.

2.2.4.2 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE MÉTODOS QUÍMICOS

Se refiere principalmente al uso de sustancias químicas mediante el cual su uso produce la sustitución de iones metálicos y cambios en la constitución de los materiales involucrados en dicho proceso. De esta manera, según algunas experiencias y estudios, se puede mencionar el uso de sustancias y qué tipo de reacción producen en los suelos según la siguiente información, pero cabe precisar que también se sabe que aún no se han realizado los suficientes estudios como para hacer una generalidad en la aplicación de estas sustancias y su comportamiento frente a distintos tipos de suelo:

- Uso de cal: sirve para disminuir la plasticidad de los suelos arcillosos y se considera económica.
- Uso del cemento: aumenta la resistencia de los suelos y se suele usar principalmente en arenas o gravas finas.
- Uso de productos asfálticos: esta emulsión es muy usada para materiales triturados y que no presenten cohesión.
- Uso del cloruro de sodio: sirve para impermeabilizar y disminuir los polvos en el suelo. Se utiliza principalmente en arcillas y limos.
- Uso de cloruro de calcio: posee propiedades similares al cloruro de sodio.

2.3 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN SUELOS

2.3.1 DEFINICIÓN DE TALUD

El talud está definido como cualquier superficie de suelo que se encuentra inclinada respecto de su horizontal. Asimismo, según la Norma CE.020 Estabilización de suelos y taludes, el talud es un perfil conseguido tras una excavación o terraplenado no necesariamente vertical, que tiene un cierto ángulo al que se le denomina ángulo de talud.

A los taludes de suelo se les puede encontrar en su estado natural, es decir, sin la intervención de la mano del hombre, al que comúnmente se le llama ladera natural o simplemente ladera. También se puede encontrar taludes hechos por el hombre que se denominan cortes o taludes artificiales.

En obras de ingeniería civil es muchas veces requerido el uso del suelo en forma de talud. Así se tiene, por ejemplo, presas de tierra, canales, terraplenes, a lo largo de los caminos viales, entre otros. Para ello es muy importante realizar un buen estudio y cálculo de la estabilidad del talud.

2.3.2 ESTABILIZACIÓN DE TALUD

Como su nombre lo indica, la estabilización de un talud es la búsqueda de alternativas que brinden la seguridad necesaria o una solución desde el punto de vista geotécnico, para que una masa de tierra no se desplace o pueda fallar y logre el equilibrio suficiente y sostenible, indicándose apropiadamente con los estudios o experimentos respectivos la inclinación o el ángulo de corte que haga que esta masa se sostenga el tiempo necesario sin caerse o fallar.

A esta falla o deslizamiento también se le denomina rotura, y se da cuando se produce un movimiento de suelo hacia abajo y hacia fuera del talud. Estos deslizamientos pueden producirse de diversas formas, siendo las más comunes la falla por deslizamiento superficial (creep), la cual se refiere a un proceso lento y continuo en el tiempo que involucra a grandes áreas de movimiento superficial debido a fuerzas naturales. También se tiene la falla por movimiento del cuerpo del talud. A diferencia del anterior, estos son movimientos bruscos que se producen por esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia al corte del material. Normalmente a este efecto se le denomina deslizamiento de tierras, con el que se puede encontrar, a su vez, dos tipos de movimientos de cuerpo de talud: el rotacional, que generalmente ocurre en materiales como la arcilla, y el traslacional, que comúnmente está ligado a arenas finas o limos no plásticos y sueltos. Por último, tenemos el deslizamiento por flujo, que hace referencia al desplazamiento parecido a un líquido viscoso que se puede dar en formaciones no consolidadas como fragmento de rocas, lodos, suelos granulares finos, entre otros.

Para corregir la falla en los taludes, normalmente se sigue los siguientes criterios o acciones:

Evitar las zonas de falla: se refiere a cambios en los lineamientos de la obra que puede ser horizontales o verticales; la eliminación total o parcial de los elementos inestables; o la construcción de estructuras como puentes o viaductos que se apoyen en zonas o suelos firmes.

Reducir las fuerzas motoras: se consigue mediante la remoción del material en la parte afectada o apropiada de la falla; y/o mediante subdrenajes, para disminuir el efecto de presión o empujes hidrostáticos.

Aumentar las fuerzas resistentes, que, por lo general, se obtiene mediante la utilización de elementos químicos para elevar la resistencia del suelo al deslizamiento.

En base a estos lineamientos ya mencionados es que se encuentran los siguientes métodos, entre los más comunes: el método de excavación, de drenaje, de contrafuerte de tierra o roca, de estructuras de retención y de técnicas especiales.

2.3.2.1 MÉTODO DE EXCAVACION

Este método va desde excavaciones superficiales en la cabeza de falla hasta la remoción total del suelo. Es de esta manera que se puede encontrar alternativas como la reducción de la altura del talud con excavaciones en la parte superior, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 9: Excavacion superior

Fuente: Jorge Alva Hurtado.

También, se puede realizar el tendido del ángulo del talud, según gráfico:

Figura 10: Tendido del Angulo del talud

Fuente: Jorge Alva Hurtado.

O excavar banquetas en la parte superior, como se muestra en el gráfico:

Figura 11: Banqueta en parte Superior

Fuente: Jorge Alva Hurtado.

Se debe considerar que, para la utilización de este método, el equipo de construcción a utilizar debe tener el acceso adecuado para llegar al lugar de la excavación. También se debe tener presente el lugar donde se depositará el material sobrante y ver si es posible la utilización de drenajes.

2.3.2.2 MÉTODO DE DRENAJE

Básicamente consiste en colocar drenes horizontales, verticales, pozos o cunetas en la parte superior que permitan disminuir las presiones o empujes hidrostáticos, tal como se muestra en los siguientes gráficos:

Figura 12: Drenes horizontales de pequeños diámetros

Fuente: Jorge Alva Hurtado.

Figura 13: Zanjas de subdrenaje profundas y continuas

Fuente: Jorge Alva Hurtado.

Figura 14: Pozos verticales perforados

Fuente: Jorge Alva Hurtado.

Figura 15: Drenaje en parte superior con cunetas

Fuente: Jorge Alva Hurtado.

2.3.2.3 MÉTODO DE CONTRAFUERTE DE TIERRA O ROCA

Este método busca, en principio, el equilibrio de las fuerzas motoras en la cabeza de la falla y también el incremento de la resistencia al esfuerzo cortante del material. A continuación, se puede apreciar gráficamente:

Figura 16: Reemplazo con relleno compactado o roca triturada

Fuente: Jorge Alva Hurtado

Figura 17: Bermas de relleno compactado o roca a pie del talud

Fuente: Jorge Alva Hurtado

Se debe considerar que para la utilización de este método se requiere suficiente ancho y espesor de las bermas para que la falla no ocurra por debajo o a través de las bermas.

2.3.2.4 MÉTODO DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN

Este método consiste en la construcción de estructuras que servirán de retención a futuras o posibles fallas o deslizamientos de talud, tales como muros de contención, pilotes verticales, pernos de anclaje, entre otros. Asimismo, se puede ver, ilustrativamente, lo ya mencionado en los siguientes gráficos:

Figura 18: Muro de contención

Fuente: Jorge Alva Hurtado

Figura 19: Pilotes verticales

Fuente: Jorge Alva Hurtado

Figura 20: Pernos de anclaje en suelo y roca

Fuente: Jorge Alva Hurtado

2.3.2.5 MÉTODO DE TÉCNICAS ESPECIALES

Esta solución o método consiste en añadir una solución al suelo con alguna sustancia que mejore sus características geotécnicas de resistencia. Las sustancias a emplear normalmente son cementos o asfaltos; sin embargo, continuamente se está en la búsqueda de nuevas sustancias, tales como las sales, que aún no han sido muy estudiadas debido a falta de pruebas, ya que estas normalmente resultan costosas. Existen también otros tratamientos poco difundidos como el térmico, que funciona como una manera de calcinación para evitar deslizamiento de suelos.

Para el presente trabajo de tesis se buscará, en este método de técnicas especiales, utilizar la sal del agua salina como un agente estabilizador que, en

combinación con el suelo arenoso de las zonas de Villa El Salvador, Chilca y Asia, se puede conseguir mejorar las condiciones geotécnicas de resistencia a la cortante.

2.4 SALINIDAD DEL AGUA DE MAR

2.4.1 DEFINICIÓN DE AGUA

Se sabe que el agua es una sustancia compuesta por moléculas que contienen un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Asimismo, esta sustancia es un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color). Además, como otras sustancias, se puede encontrar al agua en estado sólido (hielo), estado gaseoso (vapor) y en su estado natural, líquido.

Adicionalmente, se puede indicar que el agua es el componente más abundante que se encuentra en la superficie de la tierra, ya que abarca cerca del 70 % de la corteza terrestre, formado por los mares, río, lagos, entre otros,⁸ tal como muestra la distribución según el siguiente cuadro:

Tabla 5: Distribución de agua en el mundo

Origen del agua	Volumen del agua en kilómetros cúbicos	Porcentaje de agua total
Océanos	1,321,000,000	97.24%
Capas de hielo, Glaciares	29,200,000	2.14%
Agua subterránea	8,340,000	0.61%
Lagos de agua dulce	125,000	0.009%
Mares tierra adentro	104,000	0.008%
Humedad de la tierra	66,700	0.005%
Atmósfera	12,900	0.001%
Ríos	1,250	0.0001%
Volumen total de agua	1,360,000,000	100%

Fuente: USGS, 1984

Por otra parte, también es importante mencionar que solo el 0.3 % de toda el agua que existe en el planeta es apta para el consumo humano, que corresponde a aguas subterráneas, lagos de agua dulce y ríos; mientras que el 99.7 % que no es apta

8 USGS: La Ciencia del Agua para escuelas

para consumo humano se encuentra distribuido en océanos, mares, hielos y en la atmósfera.⁹

2.4.2 TIPOS DE AGUA

El agua, al ser tan abundante en nuestro medio, se la encuentra con distintas propiedades y nombres. Así, se puede mencionar entre las más conocidas a las siguientes:

- Agua potable: es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar.¹⁰
- Agua dura: agua que contiene cantidades relativamente grandes de sales disueltas, principalmente de calcio y magnesio.
- Agua blanda: es el agua sin la dureza mencionada para el agua dura. Tiene menos de 0,5 partes por mil de sal disuelta.
- Aguas negras: es el agua de la población después de haber sido contaminada por diversos usos y que pueden contener residuos sólidos, líquidos, sustancias químicas e industriales, entre otros.
- Aguas residuales: fluidos residuales en un sistema de alcantarillado, el cual fue usado por una casa, vecindad o industria y que contiene materia orgánica disuelta y suspendida y que son evacuadas como desechos.
- Agua bruta: agua que no ha recibido ningún tratamiento o que entra a una planta para su posterior tratamiento y que generalmente se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas.
- Aguas muertas: son las que están en estado de escasa o nula circulación, generalmente con déficit de oxígeno.
- Agua dulce: agua natural con una baja concentración de sales, considerada adecuada para ser tratada y producir agua potable.
- Agua salobre: tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar. Puede ocurrir de la mezcla de agua de mar con agua dulce como los estuarios o acuíferos fósiles salobres.

9 USGS: La Ciencia del Agua para escuelas

10 OMS: Agua Potable Salubre y Saneamiento Básico en Pro de la Salud

- Agua salada: agua en que la concentración de sales es relativamente alta más de 10 gr/lit y que se puede encontrar en los océanos y mares.¹¹

2.4.3 DEFINICIÓN DE AGUA SALINA

Como ya se ha mencionado, el agua salina es un tipo de agua que se encuentra en los océanos, en su mayoría, y que contiene cloruro de sodio (sal), que es lo que le da ese sabor.

Para esta investigación se utilizará este tipo de agua, para lo cual se verá algunas características a continuación. USGS (U.S. Geological Survey) menciona al respecto lo siguiente:

“USGS clasifica el agua salina en tres categorías de salinidad. La concentración de sal en el agua ligeramente salina es de alrededor de 1.000 a 3.000 ppm (0,1-0,3%), en forma moderada el agua salina de 3.000 a 10.000 ppm (0,3-1%) y en agua de alta salinidad de 10.000 a 35.000 ppm (1-3,5%). El agua de mar tiene una salinidad de aproximadamente 35 000 ppm, equivalente a 35 gramos de sal por litro (o kilogramo) de agua” (USGS).

2.4.3.1 SALINIDAD DEL AGUA DE MAR

La salinidad es el contenido de sales minerales que se encuentran diluidas en un cuerpo de agua o también de suelo. Por otra parte, el sabor característico del agua de mar se debe a que contiene cloruro de sodio (NaCl). Según National Oceanographic Data Center (NODC), la cantidad de sal en los mares a nivel mundial varía entre los 30 y 40 gr/lit. Es por ello que se considera, en algunos casos de manera general, 35 gramos por litros de agua.

La salinidad varía entre el Ecuador y los polos, por dos factores principales: la temperatura y la lluvia. Entre más alta es la temperatura, hay mayor evaporación, con lo que aumenta la concentración de sales; por el contrario, las lluvias aportan agua dulce ya sea directamente o por medio de los ríos, ayudando a disminuir la salinidad.¹²

¹¹ Centro Virtual de Información del Agua (2016)

¹² Fundación Mar de Chile (2005)

Figura 21: Gramos de sal por litro

Fuente: Atlas Oceánico Mundial 2001

2.4.3.2 PROPIEDADES DEL AGUA DE MAR

Dentro de las características más importantes que se puede mencionar sobre el agua de mar, se encuentra las propiedades físicas y propiedades químicas.

Sobre las propiedades físicas del agua salina o agua de mar se indica las más importantes como las propiedades térmicas y mecánicas:

- Propiedad térmica del agua salina: una de las características más importantes de esta propiedad es que intervienen directamente sobre la distribución de las masas de agua en el océano, en donde las menos densas y calientes se encuentran en la parte superior y las más densas y frías se encuentran en la parte de abajo. Otra de sus características es que las sales que contienen hacen descender el punto de congelamiento por debajo de los 0° C.¹³
- Propiedades mecánicas del agua salina: la característica más importante es la densidad, la cual se debe a la salinidad, compuesta, principalmente, por cloruros, sulfatos y carbonatos que a su vez varían horizontal y

¹³ Universidad de Oviedo España: Características Fisicoquímicas del agua de mar

verticalmente en el cuerpo de agua, e inclusive varía en un mismo punto durante el transcurso del tiempo. Esta densidad consiste en su peso derivado de la cantidad de masa de sales que se encuentra en el cuerpo de agua, por lo que se puede decir que es directamente proporcional a su salinidad. La densidad del agua de mar va a depender de la salinidad, temperatura y presión; sin embargo, se considera en promedio la densidad de agua de mar en 1.025 gr/cm^3 .¹⁴

Figura 22: Propiedades del agua salina

Fuente: Modificada de Webber y Thurman (1991)

Asimismo, dentro de las propiedades químicas más importantes se puede mencionar a las siguientes:

- **Salinidad:** como ya se había mencionado, la salinidad es una propiedad que también es de importancia dentro de las propiedades químicas. Representa el total de sales disueltas en un volumen determinado de agua. Para el agua de mar, la sal más importante es el cloruro de sodio (NaCl), conocido

¹⁴ CSIC: Propiedades del agua de mar

también como sal común, ya que conforma aproximadamente el 80 % del total de las sales que se encuentran en el océano. Analizando minuciosamente, se tendría que si, se evapora un litro de agua de mar, se obtendría aproximadamente 35 gr. de residuos salinos. Además, si estos fueran 100 gr., la composición sería de 80 gr. de cloruro de sodio (NaCl), 17 gr. de azufre, potasio, calcio y magnesio y los restantes 3 gr. de Bromo, Iodo, Nitrógeno, Boro, Carbono, Silicio, Flúor, Fosforo, Litio, entre otros.

¹⁵

- Clorinidad: es la cantidad de cloro en un kilogramo de agua de mar. El cálculo solo del elemento cloro en el agua de mar permite calcular con mayor precisión la cantidad de salinidad en el agua.¹⁶
- pH: el agua de mar es ligeramente alcalina, ya que el valor de su pH fluctúa entre 7.5 y 8.4 y esta a su vez varía debido a la temperatura, la salinidad, entre otros factores.¹⁷

¹⁵ SOG: Composición Química del Agua de Mar

¹⁶ Cuba Educa: Propiedades Químicas del Agua de Mar

¹⁷ Cuba Educa: Propiedades Químicas del Agua de Mar

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

3.1 PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO

El procedimiento que se desarrollará para la presente investigación es a través de la combinación directa del agua salina con el suelo, se precisa esto, ya que existen antecedentes de investigación en los que la aplicación es mediante granos de cloruro de sodio; es decir, el proceso para este caso es secar previamente el agua de mar y, una vez que se obtiene la sal, se mezcla con el suelo. Es por ello que el procedimiento que se realizará es también conocido como salmuera, el cual viene a ser la solución de agua con el cloruro de sodio, o lo que, en otras palabras, vendría a ser la aplicación directa del agua salina al suelo.

Para proceder a realizar los ensayos, se ha considerado los siguientes detalles:

- Las propiedades índices del suelo de los sectores específicos de los distritos de Villa El Salvador, Chilca y Asia han sido obtenidas según las condiciones *in situ* del terreno sin realizar mezcla alguna con agua salina. El procedimiento para cada ensayo ha sido ejecutado tomando en consideración las normas ASTM D-2216 (contenido de humedad), ASTM D-6913 (análisis granulométrico por tamizado), ASTM D-4318 (límite líquido y plástico), ASTM D-2487 (Clasificación de suelos SUCS) y ASTM D-854 (Peso específico de sólidos). Adicionalmente, se ha realizado un ensayo de proctor modificado ASTM D-1557 para poder compactar la muestra y realizar el ensayo de compresión Triaxial ASTM D-4767. El tipo de ensayos de compresión triaxial a utilizar será Consolidado No Drenado; ello ha sido tomado en consideración debido a que los efectos de carga serán de manera temporal y no soportarán cargas permanentes como construcción de edificaciones, y el ensayo ASTM D-1883 California Bearing Ratio (valor de soporte CBR).
- Para el análisis químico del agua salina, se procedió similarmente al utilizado con el suelo en sus condiciones naturales, obtenidos de los puntos más cercanos en la playa cerca a la toma de muestras de suelo, en los mismos distritos de Villa El Salvador, Chilca y Asia. Estos ensayos fueron realizados sin mezcla alguna con el suelo en consideración, y se llevaron a cabo los ensayos de Sales Solubles Totales (Norma MTC-219), Porcentaje de Cloruro de Sodio y determinación del pH

(Norma ASTM D-4792). La recolección de las muestras de agua se realizó según la recomendación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante su Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, donde menciona que para obtener los parámetros fisicoquímicos las muestras pueden ser tomadas en frascos o envases de plástico directamente del cuerpo de agua (para este caso el agua de mar). Así mismo, se indica que para la toma de muestra simple representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancia particular en la que se realiza su captación¹⁸.

A continuación, se describirá las propiedades índices de las tres muestras de suelo objeto de estudio, los resultados obtenidos del agua salina y, finalmente, los resultados de los ensayos de Compresión Triaxial CU, que servirá para verificar el efecto que tuvo la mezcla de suelo con agua salina frente a las condiciones iniciales en las que se encontró.

3.1.1 PROPIEDADES ÍNDICES DEL SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las muestras de suelo con las que se realizó el presente trabajo se obtuvieron de un muestreo alterado y superficial, el cual fue tomado de: Primer punto, zona de Asia en el Kilómetro 100 de la Panamericana Sur en Cañete – Lima; Segundo punto, zona de Chilca en el Kilómetro 65 de la Panamericana Sur en Cañete – Lima; y el tercer punto, en la zona de Lomo de Corvina en el Kilómetro 30 de la Panamericana Sur en Villa El Salvador – Lima.

La clasificación de suelos, según el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS, porcentaje granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, peso unitario natural y gravedad específica que se determinaron fueron los siguientes, según se muestra en la Tabla N° 6:

18 ANA: Protocolo de Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos

Tabla 6: Propiedades índice de los suelos en estudio

Item	Ubicación	Muestra	Prof.	SUCS	Granulometría			Límites de Consistencia		Humedad	Peso Unitario Natural	Peso Unitario Seco	Gravedad Específica
					Grava	Arena	Finos						
			(m)		(%)	(%)	(%)	LL	LP	(%)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	
1	Asia	A-1	Superf.	SP	-	98.0	2.0	NP	NP	1.2	1.436	1.419	2.731
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	-	99.0	1.0	NP	NP	1.1	1.387	1.372	2.756
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	-	97.0	3.0	NP	NP	1.9	1.402	1.376	2.728

Fuente: Elaboración propia.

También se realizaron ensayos químicos en los suelos para poder conocer sus propiedades químicamente, tal como se muestra en la Tabla N° 7:

Tabla 7: Propiedades químicas de los suelos en estudio

Item	Ubicación	Muestra	Prof. (m)	SUCS	Ensayos Químicos del Suelo		
					S.S.T.	NaCl	pH
					ppm	%	
1	Asia	A-1	Superf.	SP	5,472.20	0.46	7.28
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	5,622.40	0.47	7.19
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	5,558.60	0.43	7.14

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, para poder conocer los valores de su máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad, se realizó el ensayo de proctor modificado, obteniéndose los siguientes resultados, como se muestra en la Tabla N° 8:

Tabla 8: Resumen de ensayos de Proctor Modificado

Item	Ubicación	Muestra	Prof. (m)	SUCS	Proctor Modificado	
					M.D.S.	O.C.H.
					(g/cm ³)	(%)
1	Asia	A-1	Superf.	SP	1.637	16.8
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	1.644	15.1
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	1.629	15.7

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 PROPIEDADES DEL AGUA SALINA

Así como se ha realizado ensayos para determinar las propiedades del suelo objeto de estudio, también se ha ejecutado ensayos en el agua salina, los cuales fueron muestreados en los puntos más próximos a la zona donde fue extraído el suelo

y en los mismos distritos de Asia, Chilca y Villa El Salvador, respectivamente. Básicamente, estos ensayos se han realizado para determinar sus propiedades químicas y conocer sobre todo el porcentaje de cloruro de sodio que se emplearía en la mezcla con el suelo de las zonas de muestreo. Es de esta manera que se obtuvieron los siguientes resultados, según Tabla N° 9:

Tabla 9: Resumen de ensayos químicos del agua salina

Item	Ubicación	Muestra	Prof.	SUCS	Ensayos Químicos del Agua de Mar		
					S.S.T.	NaCl	pH
			(m)		ppm	%	
1	Asia	A-1	Superf.	SP	42,401.88	3.56	7.94
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	41,441.67	3.48	7.85
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	41,973.49	3.36	7.76

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 ENSAYOS PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LOS SUELOS

Para determinar los parámetros de resistencia y soporte del suelo objeto de estudio (cohesión, fricción y valor de soporte CBR), se hicieron ensayos de esfuerzo de compresión triaxial y valor de soporte de CBR, los cuales fueron ejecutados en equipos automáticos fabricados por la empresa Geocomp, de procedencia americana. Y con el apoyo de la empresa Ingeotest Ingenieros S.A.C. se pudo realizar estas pruebas que servirán para comparar los valores de las condiciones iniciales del suelo frente a la mezcla de este mismo suelo con agua salina.

3.1.3.1 ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) DEL SUELO EN CONDICIONES INICIALES

Los valores de densidad o compactación de los especímenes ensayados a compresión triaxial en su condición inicial, se considera según el valor del peso unitario y el contenido de humedad obtenido en el laboratorio.

De lo anterior, el procedimiento seguido en el ensayo de compresión triaxial en sus condiciones iniciales, es el siguiente:

- Separar la masa necesaria del material arenoso para los 3 especímenes (para nuestro caso al ser material granular fino o arena, se consideró diámetros de 50 mm).

- Luego se separó la cantidad de agua desaireada necesaria para los 3 especímenes coincidiendo esta cantidad con el contenido de humedad óptimo del ensayo proctor modificado.
- A continuación, al material granular fino seco se le agrega progresivamente el agua desaireada en la cantidad establecida, hasta homogenizar bien la mezcla, luego densificarlas o compactarlas, según el valor de peso unitario obtenido, en las probetas cuya relación altura/diámetro es mínimo 2.00 y máximo 2.50.
- Culminado la preparación del espécimen en los moldes, se procede a retirarlo y al secado de la muestra en un horno durante 24 horas, de esta manera el espécimen queda listo para ensamblarlo en la cámara de triaxial.
- Finalmente, se somete al ensayo de compresión triaxial siguiendo la metodología de la prueba consolidada no drenada según lo describe la norma ASTM D4767 (las cargas de confinamiento o presión de cámara fueron de 100, 200 y 400 kPa, según lo establecido en nuestra investigación).

Luego de la ejecución de los ensayos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10: Resumen de ensayos de Compresión Triaxial CU en condiciones iniciales

Item	Ubicación	Muestra	Prof.	SUCS	γ	w	Esfuerzos Totales en condiciones iniciales		Esfuerzos Efectivos en condiciones iniciales	
			(m)		(gr/cm ³)	(%)	C	ϕ	C'	ϕ'
							(kPa)	(°)	(kPa)	(°)
1	Asia	A-1	Superf.	SP	1.419	1.2	196.3	35.0	0.0	35.4
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	1.372	1.1	178.0	34.6	0.0	35.1
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	1.376	1.9	183.8	34.4	0.0	35.2

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) DEL SUELO EN CONDICIONES FINALES

Los valores de densidad o peso unitario de los especímenes ensayados a compresión triaxial, se sustentan mediante ensayos de compactación proctor modificado (ASTM D1557) realizado a las muestras de suelos, debido a que se considera que los futuros Proyectos de vías o mejoramiento de las mismas, se tienen que densificar o compactar los suelos hasta alcanzar valores del 95%, 98% o 100%; para nuestro caso hemos establecido que el valor llegue al 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado de laboratorio.

De lo anterior, el procedimiento seguido en el ensayo de compresión triaxial en sus condiciones finales, es el siguiente:

- Separar la masa necesaria del material arenoso para los 3 especímenes (para nuestro caso al ser material granular fino o arena, se consideró diámetros de 50 mm).
- Luego se separó la cantidad de agua salina necesaria para los 3 especímenes coincidiendo esta cantidad con el contenido de humedad óptimo del ensayo proctor modificado.
- A continuación, al material granular fino seco se le agrega progresivamente el agua salina en la cantidad establecida, hasta homogenizar bien la mezcla, luego densificarlas o compactarlas en las probetas cuya relación altura/diámetro es mínimo 2.00 y máximo 2.50.
- Culminado la preparación del espécimen en los moldes, se procede a retirarlo y al secado de la muestra en un horno durante 24 horas, de esta manera el espécimen queda listo para ensamblarlo en la cámara de triaxial.
- Finalmente, se somete al ensayo de compresión triaxial siguiendo la metodología de la prueba consolidada no drenada según lo describe la norma ASTM D4767 (las cargas de confinamiento o presión de cámara fueron de 100, 200 y 400 kPa, según lo establecido en nuestra investigación).

Luego de la ejecución de los ensayos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11: Resumen de ensayos de Compresión Triaxial CU en condiciones finales

Item	Ubicación	Muestra	Prof.	SUCS	γ	w	Esfuerzos Totales en condiciones finales		Esfuerzos Efectivos en condiciones finales	
			(m)		(gr/cm ³)	(%)	C	ϕ	C'	ϕ'
							(kPa)	(°)	(kPa)	(°)
1	Asia	A-1	Superf.	SP	1.555	16.0	362.3	37.4	21.1	37.9
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	1.562	14.3	344.7	36.1	26.4	37.6
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	1.548	14.9	349.5	36.9	25.2	37.5

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.3 ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DEL SUELO EN CONDICIONES INICIALES

Para realizar este ensayo, se compactó la muestra según las condiciones iniciales del ensayo de proctor modificado (ASTM D1557), teniendo en cuenta que la granulometría cumple el Método A, para el cual seguimos el procedimiento descrito a continuación:

- Preparar el material arenoso necesario para los 3 especímenes, cuya masa en cada una de ellas es aproximadamente 6kg, esta masa será colocada en los moldes de 6" de diámetro, compactándolos de manera diferenciada en el número de golpes: 10, 25 y 56 golpes, según lo indicado en la Norma ASTM D1883.
- Considerando que en el primer caso se ha preparado el material arenoso mezclándolo con agua dulce (agua potable), hasta alcanzar la homogenización de la muestra cuya cantidad de agua coincida con el óptimo contenido de humedad del proctor modificado para cada zona de estudio.
- Una vez obtenido los 3 moldes se procede a realizar el secado de la muestra incluyendo el molde CBR, en un horno durante 24 horas, luego se procede a seguir las pautas de la Norma ASTM D1883, en lo que concierne a la medición de la expansión y penetración correspondiente.

Finalmente, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 12: Resumen de ensayos de Valor de Soporte de California Bearing Ratio (CBR) en condiciones iniciales

Item	Ubicación	Muestra	Prof.	SUCS	Proctor Modificado		CBR sin adición de agua de mar	
			(m)		M.D.S.	O.C.H.	98%	95%
					(g/cm ³)	(%)		
1	Asia	A-1	Superf.	SP	1.637	16.8	16.8	10.0
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	1.644	15.1	18.2	11.6
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	1.629	15.7	16.3	9.9

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.4 ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DEL SUELO EN CONDICIONES FINALES

Para realizar este ensayo, se compactó la muestra según las condiciones finales del ensayo de proctor modificado (ASTM D1557), teniendo en cuenta que la granulometría cumple el Método A, para el cual seguimos el procedimiento descrito a continuación:

- Preparar el material arenoso necesario para los 3 especímenes, cuya masa en cada una de ellas es aproximadamente 6kg, esta masa será colocada en los moldes de 6" de diámetro, compactándolos de manera diferenciada en el número de golpes: 10, 25 y 56 golpes, según lo indicado en la Norma ASTM D1883.
- Considerando que en el primer caso se ha preparado el material arenoso mezclándolo con agua salina, hasta alcanzar la homogenización de la muestra cuya cantidad de agua coincida con el óptimo contenido de humedad del proctor modificado para cada zona de estudio.
- Una vez obtenido los 3 moldes se procede a realizar el secado de la muestra incluyendo el molde CBR, en un horno durante 24 horas, luego se procede a seguir las pautas de la Norma ASTM D1883, en lo que concierne a la medición de la expansión y penetración correspondiente.
- Finalmente, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 13: Resumen de ensayos de Valor de Soporte de California Bearing Ratio (CBR) en condiciones finales

Item	Ubicación	Muestra	Prof. (m)	SUCS	Proctor Modificado		CBR con adición de agua de mar	
					M.D.S. (g/cm ³)	O.C.H. (%)	98%	95%
1	Asia	A-1	Superf.	SP	1.637	16.8	21.6	15.5
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	1.644	15.1	22.7	17.2
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	1.629	15.7	21.2	14.4

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS COMPARATIVO

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para determinar los parámetros geotécnicos del suelo objeto de estudio (cohesión y fricción), se hicieron ensayos de esfuerzo de compresión triaxial, los cuales fueron ejecutados en equipos automáticos fabricados por la empresa Geocomp, de procedencia americana. Con el apoyo de la empresa Ingeotest Ingenieros S.A.C. se pudo realizar estas pruebas que servirán para comparar los valores de las condiciones iniciales del suelo frente a la mezcla de este mismo suelo con agua salina.

Tabla 14: Resumen de variación de ensayos CBR

Item	Ubicación	Muestra	Prof.	SUCS	CBR en condiciones iniciales		CBR en condiciones finales		Variación	
			(m)		98%	95%	98%	95%	98%	95%
1	Asia	A-1	Superf.	SP	16.8	10.0	21.6	15.5	28.6	55.0
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	18.2	11.6	22.7	17.2	24.7	48.3
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	16.3	9.9	21.2	14.4	30.1	45.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125: Resumen de variación de esfuerzos totales y efectivos

Item	Ubicación	Muestra	Prof.	SUCS	Variación			
					Esfuerzos Totales		Esfuerzos Efectivos	
			C		ϕ	C'	ϕ'	
			(m)		%	%	%	%
1	Asia	A-1	Superf.	SP	84.6	6.9	21.1	7.1
2	Chilca	C-1	Superf.	SP	93.7	4.3	26.4	7.1
3	Villa El Salvador	V-1	Superf.	SP	90.2	7.3	25.2	6.5

Fuente: Elaboración propia.

4.2 PROPIEDADES INICIALES DEL SUELO EN LAS ZONAS DE ESTUDIO

De los resultados obtenidos se puede apreciar lo siguiente:

- Las muestras de suelo analizadas de las zonas de Villa El Salvador, Chilca y Asia, según su granulometría y clasificación SUCS, son muy similares, siendo clasificadas como arena pobremente graduada (SP).

- El peso unitario y gravedad específica de estas arenas también presentan valores similares entre 1.38 g/cm³ y 1.42 g/cm³ y de 2.73 y 2.76 para las muestras de Villa El Salvador, Asia y Chilca, respectivamente.
- Para los ensayos químicos realizados a los suelos se puede resaltar que estas muestras presentan sales como cloruro de sodio, en muy poco porcentaje, ya que están en poco menos de 0.5 %; sin embargo, esto podría influir al momento de combinar con el agua salina para la realización de los ensayos de compresión triaxial.
- En cuanto a los ensayos realizados a las muestras de agua captadas en los distritos de Villa El Salvador, Chilca y Asia, se puede indicar que el contenido de NaCl está en promedio del 3.5 %, lo que refleja que, efectivamente, es un valor cercano a la información obtenida de otras fuentes. Así mismo, el pH para estas muestras es superior a 7.0 y muy cerca de 8.0, lo que indica que son sustancias medianamente alcalinas.
- Para los ensayos de triaxial CU en condiciones iniciales, las muestras presentan comportamiento según su cohesión igual a 0 Kpa y su ángulo de fricción valores entre los 34° y 35°.
- Con respecto al ensayo de valor de soporte los valores en condiciones iniciales al 98% del CBR se encontraron entre 21.2% y 22.7% y al 95% del CBR sus valores estuvieron entre 14.4% y 17.2%

4.3 GRÁFICOS EN LA MODIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUELO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

De acuerdo a los resultados obtenidos, se procesó la información, obteniéndose los siguientes gráficos:

Figura 23: Influencia del NaCl en el valor de soporte de CBR

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que el valor de soporte de CBR se incrementa hasta llegar al porcentaje de NaCl del 3.50 %, y de ahí comienza a disminuir ligeramente; sin embargo, se requiere de mayor estudio para determinar una mejor curva de tendencia.

Figura 24: Variación del valor de soporte CBR al 98%

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que el valor de soporte de CBR al 98 % se ve incrementado al adicionarse agua salina en un 28.6 % para el material de Asia, en 24.7 % para Chilca y para Villa El Salvador en 30.1 %, con respecto a las condiciones iniciales.

Figura 25: Influencia de NaCl en el valor de cohesión (c) de esfuerzos efectivos

Fuente: Elaboración propia.

Según se puede apreciar en el gráfico, el valor de cohesión para los esfuerzos efectivos decrece conforme se aumenta el porcentaje de NaCl. La curva de tendencia que se expresa mejor en la exponencial; sin embargo, se sugiere que se realice mayores ensayos para determinar mejor la curva de tendencia.

Figura 26: Influencia de NaCl en el ángulo de fricción (Φ) de esfuerzos efectivos

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de lo que sucede con la cohesión para los valores del ángulo de fricción, se ven incrementados conforme aumenta el porcentaje de NaCl. La mejor curva de tendencia para estos resultados es exponencial y como en el gráfico anterior se sugiere mayores ensayos para determinar una mejor curva de tendencia.

Figura 27: Variación del valor de cohesión (c) de esfuerzos totales

Fuente: Elaboración propia.

Las variaciones de los valores de cohesión para los esfuerzos totales en condiciones finales se ven incrementados en un 84.6 % en la zona de Asia, 93.7 % en Chilca y 90.2 % en Villa El Salvador, con respecto a las condiciones iniciales.

Figura 28: Variación del ángulo de fricción (Φ) de esfuerzos totales

Fuente: Elaboración propia.

Este gráfico nos muestra que el valor del ángulo de fricción para los esfuerzos totales aumenta al realizarse los ensayos en condiciones finales; en Asia se aprecia un incremento del 6.9 %, en Chilca 4.3 % y Villa El Salvador 7.3 %, con respecto a las condiciones iniciales.

Figura 29: Variación del valor de cohesión (c) de esfuerzos efectivos

Fuente: Elaboración propia.

Al realizarse los ensayos de compresión triaxial, el valor de cohesión para los esfuerzos efectivos en las condiciones iniciales presenta un valor de 0.0 kPa en los tres casos; sin embargo, en las condiciones finales sus valores se incrementan llegando en la muestra de Asia a 21.1 kPa, en la de Chilca a 26.4 kPa y en la de Villa El Salvador a 25.2 kPa.

Figura 30: Variación del ángulo de fricción (Φ) de esfuerzos efectivos

Fuente: Elaboración propia.

Este gráfico muestra que el valor del ángulo de fricción para los esfuerzos efectivos aumenta al realizarse los ensayos en las condiciones finales; en Asia se aprecia un incremento del 7.1 %, en Chilca 7.1 % y Villa El Salvador 6.5 %, con respecto a las condiciones iniciales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Dentro de las conclusiones que se han obtenido en la investigación, aplicando e interpretando los ensayos respectivos, se puede mencionar las siguientes:

- En cuanto al objetivo general podemos concluir que de acuerdo a la evaluación realizada con los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras tomadas en campo más la adición de agua salina, en lo referente a los valores obtenidos para la cohesión, ángulo de fricción y soporte California Bearing Ratio: CBR, así como para el ensayo de compresión Triaxial CU, los resultados muestran que estas propiedades de los suelos granulares finos se incrementan en un orden del 48% en el valor de CBR y 7% para el caso de los parámetros de resistencia, en comparación de las condiciones iniciales de estos suelos para las zonas de estudios.
- Al realizar los ensayos de las muestras de suelo obtenidas de los distritos de Villa El Salvador, Chilca y balneario de Asia, se evidencia que estas arenas son de características similares, ya que en los tres casos clasifican como arenas pobremente gradadas (SP), no presentan cohesión, las densidades naturales varían alrededor de 1.40 gr/cm^3 (valor promedio), sus gravedades específicas tienen en promedio de 2.75 y que, en los ensayos químicos, las muestras presentan contenido de ión cloruro de sodio en un valor promedio de 0.5%.
- Al realizar el ensayo de compresión Triaxial CU en condiciones iniciales, se puede observar que, en los tres (03) casos, la cohesión resulta nula y su parámetro de resistencia predominante es el ángulo de fricción (Φ), obteniéndose, para el caso de esfuerzos efectivos, un valor promedio 35° , resultado que identifica el comportamiento de las arenas. En el caso del Valor de Soporte CBR, se puede mencionar que el comportamiento del suelo en condiciones iniciales, para las tres (03) muestras investigadas, tiene

un valor promedio de 20 %, resultado típico de materiales granulares finos similares.

- Para el análisis de las muestras de agua salina, obtenidas en puntos cercanos al muestreo de suelo en los mismos distritos de Villa El Salvador, Chilca y balneario de Asia, se obtuvieron valores para el contenido de NaCl (Ión Cloruro de sodio), cuyos resultados en promedio es 3.50 %, interpretándose que dichos valores están dentro de lo esperado según la descripción de la National Oceanographic Data Center (NODC). Asimismo, se identifica en los valores del potencial de Hidrógeno (pH), la presencia de la adición de aguas Salinas como sustancia ligeramente alcalina, ya que el potencial de Hidrógeno (pH) en promedio es 8.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en condiciones finales, para los parámetros geotécnicos planteados, se obtuvieron incrementos en los valores obtenidos para la cohesión, ángulo de fricción y soporte California Bearing Ratio: CBR, debido a que el agua salina le aporta al suelo iones de cloruro (NaCl), generando estos cristales la cementación entre partículas, y por ende se produce mayor resistencia al cortante en el suelo granular. Así como, para el ensayo de compresión Triaxial CU a nivel de esfuerzos totales, el valor de la cohesión se incrementó en promedio 90%; en el caso del ángulo de fricción el incremento alcanzó en promedio 6%. Y para el nivel de esfuerzos efectivos, el valor de la cohesión se incrementó en promedio 25%; en el caso del Angulo de fricción se incrementó el valor medio en 7%, en relación a las condiciones iniciales. Además, para los resultados del valor de soporte CBR, se tiene que para una Máxima Densidad Seca (MDS) al 98% este incremento en promedio alcanzó el 28% y, para una MDS al 95%, se obtuvo un incremento en promedio de 50%, para lograr estos recultados, se tuvo que someter al secado a los especímenes del CBR, utilizándose un horno a la temperatura de $110^{\circ}\pm 5^{\circ}$ C por un periodo de 24 horas.

5.2 RECOMENDACIONES

- La recolección de agua de mar no deberá realizarse cerca de las desembocaduras de los ríos, de desagües y/o vertederos municipales o domiciliarios, ya que esto podría afectar los valores de pH y contenido de sales que se han determinado para este estudio.
- Según el procedimiento realizado para aumentar los valores de cohesión y fricción de la mezcla de agua salina con el suelo no cohesivo, se sugiere realizar estos procedimientos en tiempos propicios para hacer perder humedad al suelo, ya que esto permitirá la cristalización del cloruro de sodio y, con ello, el aumento de sus parámetros geotécnicos.
- Se recomienda continuar esta investigación, efectuando un mayor número de muestras para diversos lugares similares a los estudiados, ya que, con ello, los parámetros geotécnicos del suelo tendrían una mejor apreciación de los resultados obtenidos en la presente investigación.
- Se recomienda que este concepto de mejoramiento de suelos granulares finos con adición de agua salina sea específicamente para obras lineales tales como: vías, accesos rurales, trochas carrozables entre otros similares, ya que no se recomienda emplearlas en obras de edificación, por el efecto de presentar agresividad a causa del contenido de sulfatos y cloruros que producirían la carbonatación del concreto.
- El aumento o la disminución del Ión Cloruro de Sodio (NaCl) se observa que influye en la cohesión obtenida de los ensayos; sin embargo, para arribar a una conclusión válida, se recomienda una mayor investigación.

REFERENCIAS

- ARMANDO OROBIO, LUZ MERY PORTOCARRERO, LILIANA SERNA, Evaluación del cloruro de calcio como agente mitigador de polvo en vías en afirmado (2007).
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Protocolo de Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos (Enero 2016) (Consulta: Noviembre 2016)
(http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf).
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU, Producto Bruto Interno 1951-2015 (Consulta: Noviembre 2016)
(<http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/cuadros-anuales-historicos.html>).
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU, Reporte de Inflación: Panorama Actual y Proyecciones Macroeconómicas 2014-2016 (Consulta: Noviembre 2016) (<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2016/junio/reporte-de-inflacion-junio-2016.pdf>).
- CENTRO VIRTUAL DE INFORMACION DEL AGUA, Agua: Tipos de Agua (Consulta: Noviembre 2016) (<http://www.agua.org.mx/el-agua/ques/tiposdeagua>).
- CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, Propiedades del agua de mar (Consulta: Noviembre 2016)
(<http://www.physocean.icm.csic.es/IntroOc/lecture03-es.html>).
- EL MERCURIO S.A.P, Ediciones Especiales (Octubre 2014) (Consulta: Noviembre 2016)
(<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=201410161724493#>).
- FUNDACION MAR DE CHILE, Salinidad: Océanos y Fondos 2005 (Consulta: Noviembre 2016)
(http://www.mardechile.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=46:salinidad&catid=19:ocos-y-fondos&Itemid=66).

- JUAN MIGUEL SILVESTRE SUÁREZ, Análisis Comparativo de los efectos del Agua de Mar y de Cal en la Estabilización de Suelos Arcillosos en Calles que conforman el Barrio 2 de Noviembre de la Comuna Engabao perteneciente al Cantón Playas Provincia del Guayas (2018).
- JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ, Estabilización de Subrasantes y Afirmados en Caminos Rurales Empleando Agua de Mar en el C.P. Tangay (2011) (Consulta: Noviembre 2016) (<https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/83.pdf>).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, Censos Nacionales de Población y Vivienda (2007) (Consulta: Noviembre 2016) (<http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, Estimaciones y Proyecciones de la Población 1950-2050, Boletín N° 36 (Consulta: Noviembre 2016) (<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0845/>).
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, Inventario Vial Básico (Consulta: Noviembre 2016) (<http://sijv.mtc.gob.pe/infoCrr.aspx>).
- NICOLE NATALIA HINRICHSSEN TRIVIÑOS, Estudio de Comportamiento de Suelo Estabilizado con Sal: Frente a la acción del agua, para las distintas mezclas (2005).
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Agua Potable Salubre y Saneamiento Básico en Pro de la Salud (Consulta: Noviembre 2016) (http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/).
- OSCAR REYES, JAVIER CAMACHO, JUAN TRONCOSO, Uso de cloruro de sodio en bases granulares (2006).
- PAUL GARNICA, ALFONSO PEREZ, JOSE ANTONIO GOMEZ, EDDA OBIL, Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres (2002).
- Revista Constructivo, Construcción Tramo de la vía de Evitamiento en Chimbote (Consulta: Febrero 2021) (<https://constructivo.com/noticia/construiran-tramo-de-la-via-de-evitamiento-en-chimbote-1613051495>).

- SOCIEDAD DE OCEANOGRAFIA DE GUIPUZCOA, Composición Química del Agua de Mar (Consulta: Noviembre 2016) (http://meta.gipuzkoakultura.net/bitstream/10690/71758/1/AM_317467.pdf).
- UNESCO, Technical Papers in Marine Science: Tenth Report of the Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards (1980) (Consulta: Noviembre 2016) (<http://unesdoc.unesco.org/images/0004/000461/046148eb.pdf>).
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY, La ciencia del agua para escuelas (Consulta: Noviembre 2016) (<http://water.usgs.gov/gotita/earthhowmuch.html>).
- WALDEMAR PABLO CAVIERES ACEVEDO, Comportamiento de las Soluciones básicas de carpetas de rodadura aplicadas a caminos de bajo tránsito (2008).
- ASTM D-2216 (contenido de humedad).
- ASTM D-422 (análisis granulométrico por tamizado).
- ASTM D-4318 (límite líquido y plástico).
- ASTM D-2487 (Clasificación de suelos SUCS).
- ASTM D-854 (Peso específico de sólidos).
- ASTM D-1557 (Proctor modificado).
- ASTM D-4767 (Ensayo de compresión Triaxial).
- Norma MTC-219 (Ensayos de Sales Solubles Totales).
- Norma ASTM D-516 (Contenido de Sulfatos Solubles).
- Norma ASTM D-512 (Contenido de Cloruros Solubles).
- Norma ASTM D-4792 (Determinación del pH).

GLOSARIO

- **Cohesión (suelo).** - Fuerza de unión entre las partículas de un suelo, cuya magnitud depende de la naturaleza y estructura del mismo. En los suelos cohesivos la estructura depende del contenido de minerales arcillosos presentes y de las fuerzas que actúan entre ellos.
- **Clasificación S.U.C.S:** Sistema de clasificación de los suelos cuya sigla significan Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos.
- **Estabilización de Suelos:** Mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo mediante procedimientos mecánicos y/o físico – químicos.
- **Estabilizador de Suelos:** Producto químico, natural o sintético que, por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de desempeño.
- **Estabilización química de los suelos:** Mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo mediante la incorporación de un compuesto químico.
- **Material Granular:** Tipo de suelo cuyas partículas son más gruesas que el material cohesivo y no se pegan entre sí.
- **Tensión superficial:** Las moléculas de la capa superficial de un líquido no están sujetas a una atracción molecular igual por encima y por debajo de la superficie. Como resultado de esto, se apegan al cuerpo líquido para formar una “piel” muy tirante pero elástica sobre él. Este fenómeno se llama “Tensión superficial”.

ANEXOS

ANEXOS N°01

PLANO CON UBICACIÓN DE MUESTREO

Figura 331: Plano con ubicación de muestreo

Fuente: Google Earth

ANEXOS N°02

ENSAYOS DE LABORATORIO

Tabla 16: Ensayos químicos del suelo y agua salina

Informe de Ensayo Ensayos Químicos en Suelos (NTP 339.178)		SGC-LG-D00516
			Fecha 2018-04-20
			Versión 00
			Página 1 de 1
Informe	20EQUIMI-A05-001		Fecha 2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo		
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima		

Resultados de los Ensayos Químicos - Suelos

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Sales Solubles Totales S.S.T. ppm	Cloruro de Sodio NaCl %	pH
A-1	M-1	Superf.	5472.20	0.46	7.28
C-1	M-1	Superf.	5622.40	0.47	7.19
V-1	M-1	Superf.	5558.60	0.43	7.14

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Observaciones:

Informe de Ensayo Ensayos Químicos en Suelos (NTP 339.178)		SGC-LG-D00516
			Fecha 2018-04-20
			Versión 00
			Página 1 de 1
Informe	20EQUIMI-A05-002		Fecha 2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo		
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima		

Resultados de los Ensayos Químicos - Agua

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Sales Solubles Totales S.S.T. ppm	Cloruro de Sodio NaCl %	pH
A-1	M-1	Superf.	42401.88	3.56	7.94
C-1	M-1	Superf.	41441.67	3.48	7.85
V-1	M-1	Superf.	41973.49	3.36	7.76

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Observaciones:

Tabla 17: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis (ASTM D6913/D6913M - 17)		SGC-LG-D06913 Fecha: 2019-11-07 Versión: 02
	Informe : 20D06913-A05-001 Cliente : Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo Contacto : José Cuya / Raúl Paco Proyecto* : Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima Fecha de emisión del informe : 2020-02-07 Fecha de ejecución del ensayo : 2020-01-20 / 2020-01-22 Fecha de recepción de la muestra : 2020-01-17 Ubicación* : Asia Km 100, Panamericana Sur Lugar de ejecución del ensayo : Laboratorio Ingeotest Motivo de modificación del informe : - - -		
Datos de la Muestra y Ensayo			
Muestreado por* : José Cuya / Raúl Paco Cod. de muestra ingeotest : 20M0122 Condición de la muestra : Alterada Descripción de la muestra : Arena mal graduada Procedimiento utilizado para obtención de muestras : secado en horno		Calicata* : A-1 Muestra* : M-1 Profundidad (m)* : Superf. Método de ensayo : A	
*Información proporcionada por el cliente			
Granulometría por Tamizado - D6913/D6913M - 17		Límites de Consistencia - ASTM D4318 - 17⁵¹	
Tamiz	Abertura mm	% Acum. que Pasa	
3 in.	75.000	100	Límite Líquido % NP
2 in.	50.000	100	Límite Plástico % NP
1-1/2 in.	37.500	100	Índice de Plasticidad % NP
1 in.	25.000	100	
3/4 in.	19.000	100	
3/8 in.	9.500	100	
No. 4	4.750	100	
No. 10	2.000	100	
No. 20	0.850	100	
No. 40	0.425	100	
No. 60	0.250	98	
No. 100	0.150	39	
No. 140	0.106	7	
No. 200	0.075	2	
			Contenido de Humedad - ASTM D2216 - 19 Humedad % 1
			Clasificación SUCS / AASHTO ASTM D2487 - 17 SUCS SP AASHTO - Coeficiente de Uniformidad C_u 1.7 Coeficiente de Curvatura C_c 0.9 Grava % - Arena % 98 Finos % 2
Curva Granulométrica

Observaciones:
ROGER VILCAPOMA MATOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 106960			
Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce. Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron. El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis (ASTM D6913/D6913M - 17)		SGC-LG-D06913
			Fecha: 2019-11-07
			Versión: 02

Informe	: 20D06913-A05-002	Fecha de emisión del informe	: 2020-02-07
Cliente	: Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Fecha de ejecución del ensayo	: 2020-01-20 / 2020-01-22
Contacto	: José Cuya / Raúl Paco	Fecha de recepción de la muestra	: 2020-01-17
Proyecto*	: Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima		

Ubicación*	: Chilca Km 70, Panamericana Sur	Lugar de ejecución del ensayo	: Laboratorio Ingeotest
------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------

Motivo de modificación del informe : ---

Datos de la Muestra y Ensayo

Muestreado por*	: José Cuya / Raúl Paco	Calicata*	: C-1
Cod. de muestra ingeotest	: 20M0123	Muestra*	: M-1
Condición de la muestra	: Alterada	Profundidad (m)*	: Superf.
Descripción de la muestra	: Arena mal graduada	Método de ensayo	: A
Procedimiento utilizado para obtención de muestras	: secado en horno		

*Información proporcionada por el cliente

Granulometría por Tamizado - D6913/D6913M - 17

Tamiz	Abertura mm	% Acum. que Pasa
3 in.	75.000	100
2 in.	50.000	100
1-1/2 in.	37.500	100
1 in.	25.000	100
3/4 in.	19.000	100
3/8 in.	9.500	100
No. 4	4.750	100
No. 10	2.000	100
No. 20	0.850	100
No. 40	0.425	98
No. 60	0.250	95
No. 100	0.150	35
No. 140	0.106	4
No. 200	0.075	1

Límites de Consistencia - ASTM D4318 - 17⁶¹

Límite Líquido	%	NP
Límite Plástico	%	NP
Índice de Plasticidad	%	NP

Contenido de Humedad - ASTM D2216 - 19

Humedad	%	1
---------	---	---

Clasificación SUCS / AASHTO ASTM D2487 - 17

SUCS	SP
AASHTO	-

Coefficiente de Uniformidad	C_u	1.7
Coefficiente de Curvatura	C_c	0.9
Grava	%	-
Arena	%	99
Finos	%	1

Curva Granulométrica

Observaciones:

Roger Vilcapoma
ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron.

El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis (ASTM D6913/D6913M - 17)		SGC-LG-D06913
			Fecha: 2019-11-07
			Versión: 02

Informe : 20D06913-A05-003
 Cliente : Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Contacto : José Cuya / Raúl Paco
 Proyecto* : Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima

Fecha de emisión del informe : 2020-02-07
 Fecha de ejecución del ensayo : 2020-01-20 / 2020-01-22
 Fecha de recepción de la muestra : 2020-01-17

Ubicación* : Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur
 Lugar de ejecución del ensayo : Laboratorio Ingeotest

Motivo de modificación del informe : - - -

Datos de la Muestra y Ensayo

Muestreado por* : José Cuya / Raúl Paco
 Cod. de muestra ingeotest : 20M0124
 Condición de la muestra : Alterada
 Descripción de la muestra : Arena mal graduada
 Procedimiento utilizado para obtención de muestras : secado en horno

Calicata* : V-1
 Muestra* : M-1
 Profundidad (m)* : Superf.
 Método de ensayo : A

*Información proporcionada por el cliente

Granulometría por Tamizado - D6913/D6913M - 17

Tamiz	Abertura mm	% Acum. que Pasa
3 in.	75.000	100
2 in.	50.000	100
1-1/2 in.	37.500	100
1 in.	25.000	100
3/4 in.	19.000	100
3/8 in.	9.500	100
No. 4	4.750	100
No. 10	2.000	100
No. 20	0.850	100
No. 40	0.425	97
No. 60	0.250	93
No. 100	0.150	41
No. 140	0.106	11
No. 200	0.075	3

Límites de Consistencia - ASTM D4318 - 17^{et}

Límite Líquido	%	NP
Límite Plástico	%	NP
Índice de Plasticidad	%	NP

Contenido de Humedad - ASTM D2216 - 19

Humedad	%	2
---------	---	---

Clasificación SUCS / AASHTO ASTM D2487 - 17

SUCS	SP
AASHTO	-

Coefficiente de Uniformidad	C_u	1.8
Coefficiente de Curvatura	C_c	0.9
Grava	%	-
Arena	%	97
Finos	%	3

Curva Granulométrica

Observaciones:

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron.

El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

Tabla 18: Peso Unitario del Suelo

Informe de Ensayo					SGC-LG-D07263		
	Ensayo de Densidad (Peso Unitario) del Suelo					Fecha	2018-04-20	
						Versión	00	
						Página	1 de 1	
Informe	20D07263-A05-001					Fecha	2020-02-07	
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo							
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima							
Detalle del Ensayo								
Probeta cilíndrica	2,112.3 cm ³							
Resultados del Ensayo								
Item	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	SUCS	Ubicación	Densidad Aparente gr/cm ³	Contenido de Humedad %	Densidad Seca gr/cm ³
1	A-1	M-1	Superf.	SP	Asia Km 100 Panamericana Sur	1.436	1.2	1.419
2	C-1	M-1	Superf.	SP	Chilca Km 70 Panamericana Sur	1.387	1.1	1.372
3	V-1	M-1	Superf.	SP	Villa El Salvador Km 25 Panam. Sur	1.402	1.9	1.376
ROGER VILCAPOMA MATOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 106950								
Observaciones:								

Tabla 19: Gravedad Específica del Suelo

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer (ASTM D854 - 14)		SGC-LG-D00854 Fecha: 2019-11-07 Versión: 02
	Informe : 20D00854-A05-001 Cliente : Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo Contacto : José Cuya / Raúl Paco Proyecto* : Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima Fecha de emisión del informe : 2020-02-07 Fecha de ejecución del ensayo : 2020-01-23 Fecha de recepción de la muestra : 2020-01-17 Ubicación* : Asia Km 100, Panamericana Sur Lugar de ejecución del ensayos : Laboratorio Ingeotest Motivo de modificación del informe : ---		
Datos de la muestra y Ensayo			
Muestreado por* : José Cuya / Raúl Paco Cod. de muestra ingeotest : 20M0122 Condición de la muestra : Alterada Clasificación SUCS : SP		Calicata* : A-1 Muestra* : M-1 Profundidad (m)* : Superf.	
Descripción de la muestra : Arena mal graduada Volumen de la fiola : 500 ml Método de remoción del aire : Placa caliente Tiempo de aplicación de la Placa caliente : 2 Horas		Método de ensayo : A Pasa Tamiz No. 4 : 100 %	
*Información proporcionada por el cliente			
Mediciones y Cálculos			
Ensayo N°		01	02
Fiola N°		FIO-0001	FIO-0004
Masa de la Fiola	g	216.80	182.80
Masa de la Fiola + Agua	g	715.60	681.80
Masa del la Fiola + Suelo Seco	g	318.40	284.50
Masa del la Fiola + Suelo Seco + Agua	g	780.10	746.20
Masa del Suelo Seco	g	101.60	101.70
Peso específico		2.739	2.727
Temperatura del agua	°C	23.2	23.2
Factor de corrección K		0.9993	0.9993
Peso específico G _{s20}		2.737	2.725
Promedio Peso específico G_{s20}		2.731	
Observaciones: ---			
Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce. Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron. El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.			
FIN DE INFORME DE ENSAYO			
Jr. Los Lirios N° 530, Urb. San José, Lima 10, Perú Telf. 719-6296 informes@ingeotest.com www.ingeotest.com		Página 1 de 1

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer (ASTM D854 - 14)		SGC-LG-D00854
			Fecha: 2019-11-07
			Versión: 02

Informe	: 20D00854-A05-002	Fecha de emisión del informe	: 2020-02-07
Cliente	: Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Fecha de ejecución del ensayo	: 2020-01-23
Contacto	: José Cuya / Raúl Paco	Fecha de recepción de la muestra	: 2020-01-17
Proyecto*	: Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima		
Ubicación*	: Chilca Km 70, Panamericana Sur	Lugar de ejecución del ensayos	: Laboratorio Ingeotest
Motivo de modificación del informe	: ---		

Datos de la muestra y Ensayo			
Muestreado por*	: José Cuya / Raúl Paco	Calicata*	: C-1
Cod. de muestra ingeotest	: 20M0123	Muestra*	: M-1
Condición de la muestra	: Alterada	Profundidad (m)*	: Superf.
Clasificación SUCS	: SP		
Descripción de la muestra	: Arena mal graduada	Método de ensayo	: A
Volumen de la fiola	: 500 ml	Pasa Tamiz No. 4	: 100 %
Método de remoción del aire	: Placa caliente		
Tiempo de aplicación de la Placa caliente	: 2 Horas		

*Información proporcionada por el cliente

Mediciones y Cálculos			
Ensayo N°		01	02
Fiola N°		FIO-0003	FIO-0006
Masa de la Fiola	g	170.60	168.40
Masa de la Fiola + Agua	g	669.40	667.10
Masa del la Fiola + Suelo Seco	g	272.30	270.00
Masa del la Fiola + Suelo Seco + Agua	g	734.20	731.90
Masa del Suelo Seco	g	101.70	101.60
Peso específico		2.756	2.761
Temperatura del agua	°C	23.4	23.4
Factor de corrección K		0.9992	0.9992
Peso específico G_{s20}		2.754	2.759
Promedio Peso específico G_{s20}		2.756

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Observaciones:

Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
 Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.
 Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron.
 El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

FIN DE INFORME DE ENSAYO

Jr. Los Lirios N° 530, Urb. San José, Lima 10, Perú
 Telf. 719-6296
 informes@ingeotest.com www.ingeotest.com

Página 1 de 1

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer (ASTM D854 - 14)		SGC-LG-D00854
			Fecha: 2019-11-07
			Versión: 02

Informe : 20D00854-A05-003
 Cliente : Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Contacto : José Cuya / Raúl Paco
 Proyecto* : Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Fecha de emisión del informe : 2020-02-07
 Fecha de ejecución del ensayo : 2020-01-23
 Fecha de recepción de la muestra : 2020-01-17
 Ubicación* : Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur
 Lugar de ejecución del ensayos : Laboratorio Ingeotest
 Motivo de modificación del informe : ---

Datos de la muestra y Ensayo

Muestreado por* : José Cuya / Raúl Paco
 Cod. de muestra ingeotest : 20M0124
 Condición de la muestra : Alterada
 Clasificación SUCS : SP
 Calicata* : V-1
 Muestra* : M-1
 Profundidad (m)* : Superf.
 Descripción de la muestra : Arena mal graduada
 Volumen de la fiola : 500 ml
 Método de remoción del aire : Placa caliente
 Tiempo de aplicación de la Placa caliente : 2 Horas
 Método de ensayo : A
 Pasa Tamiz No. 4 : 100 %

*Información proporcionada por el cliente

Mediciones y Cálculos

Ensayo N°		01	02
Fiola N°		FIO-0007	FIO-0009
Masa de la Fiola	g	207.80	203.60
Masa de la Fiola + Agua	g	704.10	699.09
Masa del la Fiola + Suelo Seco	g	308.10	303.90
Masa del la Fiola + Suelo Seco + Agua	g	767.60	762.70
Masa del Suelo Seco	g	100.30	100.30
Peso específico		2.726	2.734
Temperatura del agua	°C	23.1	23.1
Factor de corrección K		0.9993	0.9993
Peso específico G_{s20}		2.724	2.732
Promedio Peso específico G_{s20}		2.728

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Observaciones:

Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
 Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.
 Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron.
 El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

FIN DE INFORME DE ENSAYO

Jr. Los Lirios N° 530, Urb. San José, Lima 10, Perú
 Telf. 719-6296
 informes@ingeotest.com www.ingeotest.com

Página 1 de 1

Tabla 20: Proctor Modificado del Suelo

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)) (ASTM D1557 - Método A)		SGC-LG-D01557 Fecha: 2019-11-07 Versión: 02
	Informe : 20D01557-A05-001 Cliente : Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo Contacto : José Cuya / Raúl Paco Proyecto* : Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima		Fecha de emisión del informe : 2020-02-07 Fecha de ejecución del ensayo : 2020-01-23 Fecha de recepción de la muestra : 2020-01-17
	Ubicación* : Asia Km 100, Panamericana Sur Motivo de modificación del informe : - - -		Lugar de ejecución de ensayos : Laboratorio Ingeotest

Datos de la Muestra y Ensayo			
Muestreado por*	: José Cuya / Raúl Paco	Calicata*	: A-1
Cod. de muestra ingeotest	: 20M0122	Muestra*	: M-1
Condición de la muestra	: Alterada	Profundidad*	: Superf.
Clasificación SUCS	: SP		
Color de la muestra	: Gris		
Descripción de la muestra	: Arena mal graduada	Tamiz utilizado	: No. 4
Método de preparación	: Seca	Fracción gruesa	: 0 %
Descripción del pisón	: Manual	Fracción más fina	: 100 %
Gs estimado por laboratorio	: 2.731	Gs de la fracción gruesa	: -
		Cont. Hum. fracción gruesa	: -

*Información proporcionada por el cliente

Datos de Compactación						
N° de Muestra		1	2	3	4	
Peso Unitario	kN/m^3	15.68	15.77	15.99	16.05	
Peso Unitario	g/cm^3	1.599	1.608	1.631	1.637	
Contenido de Humedad	%	19.7	13.5	15.4	17.1	

Relación Humedad - Densidad

--- 100% de saturación

Resultados del Ensayo de Compactación				Resultados del Ensayo de Compactación Corregido			
Máxima Densidad Seca (M.D.S.) :	16.06	kN/m^3		Máxima Densidad Seca Corregida (M.D.S.C.) :	-	kN/m^3	
Máxima Densidad Seca (M.D.S.) :	1.637	g/cm^3		Máxima Densidad Seca Corregida (M.D.S.C.) :	-	g/cm^3	
Óptimo Contenido de Humedad (O.C.H.) :	16.8	%		Opt. Conten. de Humed. Corregido (O.C.H.C.) :		%	

Observaciones:
- - -

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
 Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.
 Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron.
 El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

FIN DE INFORME DE ENSAYO

Informe : 20D01557-A05-002 Fecha de emisión del informe : 2020-02-07
 Cliente : Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo Fecha de ejecución del ensayo : 2020-01-24
 Contacto : José Cuya / Raúl Paco Fecha de recepción de la muestra : 2020-01-17
 Proyecto* : Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación* : Chilca Km 70, Panamericana Sur Lugar de ejecución de ensayos : Laboratorio Ingeotest
 Motivo de modificación del informe : - - -

Datos de la Muestra y Ensayo

Muestreado por*	: José Cuya / Raúl Paco	Calicata*	: C-1
Cod. de muestra ingeotest	: 20M0123	Muestra*	: M-1
Condición de la muestra	: Alterada	Profundidad*	: Superf.
Clasificación SUCS	: SP		
Color de la muestra	: Gris		
Descripción de la muestra	: Arena mal graduada	Tamiz utilizado	: No.4
Método de preparación	: Seca	Fracción gruesa	: 0 %
Descripción del pisón	: Manual	Fracción más fina	: 100 %
Gs estimado por laboratorio	: 2.756	Gs de la fracción gruesa	: -
		Cont. Hum. fracción gruesa	: -

*Información proporcionada por el cliente

Datos de Compactación

N° de Muestra		1	2	3	4		
Peso Unitario	kN/m^3	15.59	15.93	16.12	15.84		
Peso Unitario	g/cm^3	1.590	1.625	1.643	1.616		
Contenido de Humedad	%	8.8	11.8	15.7	18.4		

Relación Humedad - Densidad

--- 100% de saturación

Resultados del Ensayo de Compactación			Resultados del Ensayo de Compactación Corregido		
Máxima Densidad Seca	(M.D.S.):	16.12 kN/m^3	Máxima Densidad Seca Corregida	(M.D.S.C.):	- kN/m^3
Máxima Densidad Seca	(M.D.S.):	1.644 g/cm^3	Máxima Densidad Seca Corregida	(M.D.S.C.):	- g/cm^3
Óptimo Contenido de Humedad	(O.C.H.):	15.1 %	Ópt. Conten. de Humed. Corregido	(O.C.H.C.):	- %

Observaciones:

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron.

El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

FIN DE INFORME DE ENSAYO

Jr. Los Lirios N° 530, Urb. San José, Lima 10, Perú

Telf. 719-6296

informes@ingeotest.com www.ingeotest.com

Página 1 de 1

Informe de Ensayo Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)) (ASTM D1557 - Método A)	SGC-LG-D01557 Fecha: 2019-11-07 Versión: 02
---	--	---

Informe	: 20D01557-A05-003	Fecha de emisión del informe	: 2020-02-07
Cliente	: Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Fecha de ejecución del ensayo	: 2020-01-24
Contacto	: José Cuya / Raúl Paco	Fecha de recepción de la muestra	: 2020-01-17
Proyecto*	: Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima		
Ubicación*	: Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Lugar de ejecución de ensayos	: Laboratorio Ingeotest
Motivo de modificación del informe	: - - -		

Datos de la Muestra y Ensayo			
Muestreado por*	: José Cuya / Raúl Paco	Calicata*	: V-1
Cod. de muestra ingeotest	: 20M0124	Muestra*	: M-1
Condición de la muestra	: Alterada	Profundidad*	: Superf.
Clasificación SUCS	: SP		
Color de la muestra	: Gris		
Descripción de la muestra	: Arena mal graduada	Tamiz utilizado	: No.4
Método de preparación	: Seca	Fracción gruesa	: 0 %
Descripción del pisón	: Manual	Fracción más fina	: 100 %
Gs estimado por laboratorio	: 2.728	Gs de la fracción gruesa	: -
		Cont. Hum. fracción gruesa	: -

*Información proporcionada por el cliente

Datos de Compactación						
N° de Muestra		1	2	3	4	
Peso Unitario	kN/m^3	15.67	15.91	15.96	15.75	
Peso Unitario	g/cm^3	1.598	1.623	1.628	1.606	
Contenido de Humedad	%	11.1	13.9	16.3	18.6

Resultados del Ensayo de Compactación				Resultados del Ensayo de Compactación Corregido			
Máxima Densidad Seca	(M.D.S.):	15.97	kN/m^3	Máxima Densidad Seca Corregida	(M.D.S.C.):	-	kN/m^3
Máxima Densidad Seca	(M.D.S.):	1.629	g/cm^3	Máxima Densidad Seca Corregida	(M.D.S.C.):	-	g/cm^3
Óptimo Contenido de Humedad	(O.C.H.):	15.7	%	Ópt. Conten. de Humed. Corregido	(O.C.H.C.):	-	%

Observaciones:

ROGER VILCAPOMA MATOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 106960

Este informe de ensayo no debe reproducirse parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. Para realizar el ensayo se utiliza una muestra común.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas según las condiciones como se recibieron.

El laboratorio no asume responsabilidad de la información suministrada por el cliente.

Tabla 21: Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR

<div>Ingeotest</div> <div>INGENIEROS</div>		Informe de Ensayo				SGC-LG-D01883	
		Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR				Fecha 2018-04-20	
		(ASTM D1883)				Versión 00	
						Página 1 de 2	
Informe	20D01883-A05-001					Fecha	2020-11-14
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo					Calicata	A-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima					Muestra	M-1-I
Ubicación	Asia Km 100, Panamericana Sur					Prof. (m)	Superf.
Datos del Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557)							
Datos							
Densidad Seca		gr/cm ³	1.599	1.608	1.631	1.637	
Contenido de Humedad		%	19.7	13.5	15.4	17.1	
Máxima Densidad Seca				(M.D.S.) :		1.637 gr/cm ³	
Óptimo Contenido de Humedad				(O.C.H.) :		16.8 %	
Ensayo CBR							
Molde N°		Molde - 01		Molde - 02		Molde - 03	
N° de Capas		5		5		5	
Golpes por Capas		10		25		56	
C. Humedad Inicial		%	16.8	16.8		16.8	
C. Humedad Final		%	17.8	17.5		17.1	
Densidad Seca		gr/cm ³	1.534	1.589		1.635	
Tiempo de Saturación		min	5700	5700		5700	
Expansión		%	0.00	0.00		0.00	
Penetración		pulg	0.1	0.1		0.1	
Presión		lb/pulg ²	82.8	136.8		253.2	
CBR		%	8.3	13.7		25.3	
CBR corregido		%	8.3	13.7		25.3	
Aplicación de la Carga							
Penetración		Molde - 01		Molde - 02		Molde - 03	
mm	pulg	lb/pulg ²		lb/pulg ²		lb/pulg ²	
0.00	0.000	1.78		1.40		0.47	
0.64	0.025	15.98		23.89		51.19	
1.27	0.050	33.96		50.70		118.46	
1.91	0.075	55.16		87.46		189.26	
2.54	0.100	82.80		136.79		253.20	
3.81	0.150	127.86		224.83		343.20	
5.08	0.200	160.69		284.23		386.25	
6.35	0.250	176.98		318.00		396.01	
7.62	0.300	178.65		292.45		376.86	
8.89	0.350	168.53		226.58		348.57	
10.16	0.400	152.22		178.29		327.05	
11.43	0.450	145.34		165.94		314.95	
12.70	0.500	151.34		168.29		323.55	
<div><div></div><div>ROGER VILCAPOMA MATOS</div><div>INGENIERO CIVIL</div><div>Reg. CIP N° 106950</div></div>							
Observaciones:							

Informe 20D01883-A05-001
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Asia Km 100, Panamericana Sur

Fecha 2020-11-14
 Calicata A-1
 Muestra M-1-I
 Prof. (m) Superf.

Curva Esfuerzo - Penetración

Curva CBR

Resultados		
CBR _{98%}	=	16.8%
CBR _{95%}	=	10.0%

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR (ASTM D1883)				SGC-LG-D01883 Fecha 2018-04-20 Versión 00 Página 1 de 2	
	Informe 20D01883-A05-002				Fecha 2020-11-14	
	Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo				Calicata A-1	
	Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima				Muestra M-1-F Prof. (m) Superf.	
Ubicación Asia Km 100, Panamericana Sur						

Datos del Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557)					
Datos					
Densidad Seca	gr/cm ³	1.599	1.608	1.631	1.637
Contenido de Humedad	%	19.7	13.5	15.4	17.1
Máxima Densidad Seca		(M.D.S.) :		1.637 gr/cm ³	
Óptimo Contenido de Humedad		(O.C.H.) :		16.8 %	

Ensayo CBR				
Molde N°		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
N° de Capas		5	5	5
Golpes por Capas		10	25	56
C. Humedad Inicial	%	16.8	16.8	16.8
C. Humedad Final	%	18.1	17.6	17.3
Densidad Seca	gr/cm ³	1.542	1.594	1.636
Tiempo de Saturación	min	5700	5700	5700
Expansión	%	0.00	0.00	0.00
Penetración	pulg	0.1	0.1	0.1
Presión	lb/pulg ²	143.5	196.4	303.1
CBR	%	14.4	19.6	30.3
CBR corregido	%	14.4	19.6	30.3

Aplicación de la Carga				
Penetración		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
mm	pulg	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²
0.00	0.000	0.38	0.15	2.93
0.64	0.025	28.85	37.06	52.23
1.27	0.050	69.08	84.80	116.83
1.91	0.075	104.63	138.45	197.19
2.54	0.100	143.51	196.37	303.11
3.81	0.150	196.53	296.45	533.39
5.08	0.200	208.72	387.49	630.10
6.35	0.250	214.48	396.69	466.85
7.62	0.300	216.82	297.99	353.95
8.89	0.350	217.37	286.72	321.63
10.16	0.400	218.93	264.90	330.84
11.43	0.450	216.52	263.55	368.51
12.70	0.500	207.21	269.90	392.41

ROGER VILCAPOMA MATOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 106960

Observaciones:

Informe 20D01883-A05-002
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Asia Km 100, Panamericana Sur

Fecha 2020-11-14
 Calicata A-1
 Muestra M-1-F
 Prof. (m) Superf.

Curva Esfuerzo - Penetración

Curva CBR

Resultados		
CBR _{98%}	=	21.6%
CBR _{95%}	=	15.5%

Roger Vilcapoma Matos
ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo		SGC-LG-D01883
	Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR		Fecha 2018-04-20
	(ASTM D1883)		Versión 00
			Página 1 de 2

Informe	20D01883-A05-003	Fecha	2020-11-14
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

Datos del Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557)

Datos					
Densidad Seca	gr/cm ³	1.590	1.625	1.643	1.616
Contenido de Humedad	%	8.8	11.8	15.7	18.4

Máxima Densidad Seca	(M.D.S.):	1.644 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	(O.C.H.):	15.1 %

Ensayo CBR

Molde N°		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
N° de Capas		5	5	5
Golpes por Capas		10	25	56
C. Humedad Inicial	%	15.1	15.1	15.1
C. Humedad Final	%	17.3	16.6	16.2
Densidad Seca	gr/cm ³	1.533	1.595	1.641
Tiempo de Saturación	min	5700	5700	5700
Expansión	%	0.00	0.00	0.00
Penetración	pulg	0.1	0.1	0.1
Presión	lb/pulg ²	98.7	147.7	267.3
CBR	%	9.9	14.8	26.7
CBR corregido	%	9.9	14.8	26.7

Aplicación de la Carga

Penetración		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
mm	pulg	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²
0.00	0.000	0.14	0.20	0.14
0.64	0.025	18.03	25.24	41.22
1.27	0.050	40.50	58.37	102.49
1.91	0.075	68.14	97.70	179.62
2.54	0.100	98.66	147.65	267.30
3.81	0.150	146.33	224.52	390.69
5.08	0.200	174.12	225.08	314.04
6.35	0.250	86.00	150.40	198.91
7.62	0.300	62.28	86.68	107.94
8.89	0.350	57.15	74.13	84.88
10.16	0.400	59.22	77.00	82.44
11.43	0.450	67.09	85.01	93.27
12.70	0.500	77.03	96.37	109.20

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 108960

Observaciones:

Informe 20D01883-A05-003
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Chilca Km 70, Panamericana Sur

Fecha 2020-11-14
 Calicata C-1
 Muestra M-1-I
 Prof. (m) Superf.

Curva Esfuerzo - Penetración

Curva CBR

Resultados		
CBR _{98%}	=	18.2%
CBR _{95%}	=	11.6%

R. Vilcapoma
 ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo		SGC-LG-D01883
	Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR		Fecha 2018-04-20
	(ASTM D1883)		Versión 00
			Página 1 de 2

Informe	20D01883-A05-004	Fecha	2020-11-14
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

Datos del Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557)

Datos					
Densidad Seca	gr/cm ³	1.590	1.625	1.643	1.616
Contenido de Humedad	%	8.8	11.8	15.7	18.4

Máxima Densidad Seca	(M.D.S.) :	1.644 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	(O.C.H.) :	15.1 %

Ensayo CBR

Molde N°		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
N° de Capas		5	5	5
Golpes por Capas		10	25	56
C. Humedad Inicial	%	15.1	15.1	15.1
C. Humedad Final	%	17.6	16.8	16.4
Densidad Seca	gr/cm ³	1.542	1.601	1.643
Tiempo de Saturación	min	5700	5700	5700
Expansión	%	0.00	0.00	0.00
Penetración	pulg	0.1	0.1	0.1
Presión	lb/pulg ²	157.2	210.1	317.0
CBR	%	15.7	21.0	31.7
CBR corregido	%	15.7	21.0	31.7

Aplicación de la Carga

Penetración		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
mm	pulg	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²
0.00	0.000	0.31	0.21	0.41
0.64	0.025	23.73	34.01	49.23
1.27	0.050	57.33	78.70	115.25
1.91	0.075	101.00	141.34	211.20
2.54	0.100	157.20	210.11	317.05
3.81	0.150	250.79	324.87	494.53
5.08	0.200	337.82	416.31	635.41
6.35	0.250	368.85	440.77	560.35
7.62	0.300	331.24	416.52	515.70
8.89	0.350	300.21	379.94	502.64
10.16	0.400	286.24	380.76	497.19
11.43	0.450	285.73	368.23	487.19
12.70	0.500	298.88	326.82	477.35

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 108960

Observaciones:

Informe 20D01883-A05-004

Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo

Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima

Ubicación Chilca Km 70, Panamericana Sur

Fecha 2020-11-14

Calicata C-1

Muestra M-1-F

Prof. (m) Superf.

Curva Esfuerzo - Penetración

Curva CBR

Resultados		
CBR _{98%}	=	22.7%
CBR _{95%}	=	17.2%

Roger Vilcapoma
ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR (ASTM D1883)				SGC-LG-D01883 Fecha 2018-04-20 Versión 00 Página 1 de 2	
	Informe	20D01883-A05-005			Fecha	2020-11-14
	Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo			Calicata	V-1
	Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima			Muestra	M-1-I
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur			Prof. (m)	Superf.	

Datos del Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557)					
Datos					
Densidad Seca	gr/cm ³	1.598	1.623	1.628	1.606
Contenido de Humedad	%	11.1	13.9	16.3	18.6

Máxima Densidad Seca	(M.D.S.) :	1.629 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	(O.C.H.) :	15.7 %

Ensayo CBR				
Molde N°		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
N° de Capas		5	5	5
Golpes por Capas		10	25	56
C. Humedad Inicial	%	15.7	15.7	15.7
C. Humedad Final	%	18.0	16.9	16.1
Densidad Seca	gr/cm ³	1.519	1.580	1.627
Tiempo de Saturación	min	5700	5700	5700
Expansión	%	0.00	0.00	0.00
Penetración	pulg	0.1	0.1	0.1
Presión	lb/pulg ²	79.6	130.8	241.6
CBR	%	8.0	13.1	24.2
CBR corregido	%	8.0	13.1	24.2

Aplicación de la Carga				
Penetración		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
mm	pulg	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²
0.00	0.000	0.13	0.19	0.13
0.64	0.025	16.43	24.08	38.80
1.27	0.050	36.90	55.67	96.46
1.91	0.075	56.35	93.19	169.06
2.54	0.100	79.59	130.84	241.58
3.81	0.150	138.32	234.16	367.71
5.08	0.200	188.64	317.38	385.57
6.35	0.250	178.35	253.46	317.21
7.62	0.300	116.74	172.68	239.59
8.89	0.350	72.07	120.70	199.89
10.16	0.400	48.96	103.45	177.59
11.43	0.450	51.12	101.09	167.78
12.70	0.500	70.18	111.92	162.78

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Observaciones:

Informe 20D01883-A05-005
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur

Fecha 2020-11-14
 Calicata V-1
 Muestra M-1-I
 Prof. (m) Superf.

Curva Esfuerzo - Penetración

Curva CBR

Resultados		
CBR _{98%}	=	16.3%
CBR _{95%}	=	9.9%

Roger Vilcapoma
 ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo		SGC-LG-D01883
	Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR		Fecha 2018-04-20
	(ASTM D1883)		Versión 00
			Página 1 de 2

Informe	20D01883-A05-006	Fecha	2020-11-14
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	V-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

Datos del Ensayo Proctor Modificado (ASTM D1557)

Datos					
Densidad Seca	gr/cm ³	1.598	1.623	1.628	1.606
Contenido de Humedad	%	11.1	13.9	16.3	18.6

Máxima Densidad Seca	(M.D.S.):	1.629 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	(O.C.H.):	15.7 %

Ensayo CBR

Molde N°		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
N° de Capas		5	5	5
Golpes por Capas		10	25	56
C. Humedad Inicial	%	15.7	15.7	15.7
C. Humedad Final	%	18.3	17.1	16.3
Densidad Seca	gr/cm ³	1.537	1.587	1.628
Tiempo de Saturación	min	5700	5700	5700
Expansión	%	0.00	0.00	0.00
Penetración	pulg	0.1	0.1	0.1
Presión	lb/pulg ²	132.2	192.2	296.6
CBR	%	13.2	19.2	29.7
CBR corregido	%	13.2	19.2	29.7

Aplicación de la Carga

Penetración		Molde - 01	Molde - 02	Molde - 03
mm	pulg	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²
0.00	0.000	0.20	0.27	0.16
0.64	0.025	26.05	34.56	47.28
1.27	0.050	58.50	79.92	117.56
1.91	0.075	91.09	133.78	206.04
2.54	0.100	132.21	192.17	296.61
3.81	0.150	216.37	307.42	478.14
5.08	0.200	251.50	386.65	620.23
6.35	0.250	224.22	315.93	538.16
7.62	0.300	189.95	258.69	411.82
8.89	0.350	162.54	221.50	337.37
10.16	0.400	155.55	215.43	294.57
11.43	0.450	156.90	216.40	316.98
12.70	0.500	161.26	231.95	335.26

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Observaciones:

Informe 20D01883-A05-006
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur

Fecha 2020-11-14
 Calicata V-1
 Muestra M-1-F
 Prof. (m) Superf.

Curva Esfuerzo - Penetración

Curva CBR

Resultados		
CBR _{98%}	=	21.2%
CBR _{95%}	=	14.4%

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Tabla 22: Ensayo de Compresión Triaxial CU

Informe: 20D04767-A05-001
Solicitante: Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
Proyecto: Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
Ubicación: Asia Km 100, Panamericana Sur

Fecha: 2020-02-07
Calicata: A-1
Muestra: M-1-I
Prof. (m): Superf.

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2018-04-20
			Versión: 00
			Página 3 de 5

Informe	20D04767-A05-001	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	A-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Asia Km 100, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 01 - 100 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.1	615.00	715.1	715.0	100.1	100.0	0.0	100.1	0.1
0.5	113.6	671.19	828.6	715.0	157.5	43.8	56.2	100.6	56.8
1.0	175.0	654.41	890.0	715.0	235.6	60.6	39.4	148.1	87.5
1.5	235.3	636.53	950.4	715.1	313.9	78.5	21.5	196.2	117.7
2.0	297.6	615.74	1012.6	715.0	396.9	99.3	0.7	248.1	148.8
2.5	358.0	593.92	1073.0	715.1	479.1	121.1	-21.1	300.1	179.0
3.0	418.4	571.09	1133.4	715.0	562.3	143.9	-43.9	353.1	209.2
3.5	479.2	547.94	1194.2	715.0	646.3	167.1	-67.1	406.7	239.6
4.0	536.7	526.97	1251.8	715.1	724.8	188.1	-88.0	456.4	268.4
4.5	594.2	506.84	1309.3	715.1	802.4	208.2	-108.2	505.3	297.1
5.0	647.5	487.35	1362.5	715.0	875.1	227.7	-127.7	551.4	323.7
5.5	696.9	469.26	1411.9	715.0	942.6	245.8	-145.7	594.2	348.4
6.0	745.3	452.24	1460.3	715.0	1008.1	262.8	-162.8	635.4	372.6
6.5	790.9	436.53	1505.9	715.0	1069.4	278.5	-178.5	673.9	395.4
7.0	830.8	422.70	1545.8	715.1	1123.1	292.4	-192.3	707.8	415.4
7.5	868.7	407.69	1583.7	715.0	1176.0	307.3	-207.3	741.7	434.4
8.0	902.9	393.80	1617.9	715.0	1224.1	321.2	-221.2	772.7	451.4
8.5	934.6	381.27	1649.7	715.2	1268.5	333.9	-233.7	801.2	467.3
9.0	965.0	369.28	1680.0	715.0	1310.7	345.7	-245.7	828.2	482.5
9.5	992.4	358.17	1707.4	715.0	1349.2	356.9	-256.8	853.1	496.2
10.0	1015.1	347.73	1730.1	715.0	1382.4	367.3	-267.3	874.8	507.5
10.5	1033.0	338.35	1748.0	715.0	1409.7	376.7	-276.7	893.2	516.5
11.0	1044.7	329.49	1759.7	715.0	1430.2	385.5	-285.5	907.9	522.3
11.5	1043.6	327.37	1758.6	715.0	1431.2	387.7	-287.6	909.4	521.8
12.0	1030.0	330.76	1745.0	715.0	1414.2	384.2	-284.2	899.2	515.0
12.5	1019.3	332.97	1734.3	715.0	1401.3	382.0	-282.0	891.7	509.6
13.0	1017.7	333.15	1732.7	715.0	1399.5	381.9	-281.9	890.7	508.8
13.5	1028.0	329.31	1743.0	715.0	1413.7	385.7	-285.7	899.7	514.0
14.0	1043.0	322.91	1758.0	715.0	1435.1	392.1	-292.1	913.6	521.5
14.5	1053.8	318.19	1768.8	715.0	1450.6	396.8	-296.8	923.7	526.9
15.0	1064.1	314.23	1779.1	715.0	1464.9	400.8	-300.8	932.8	532.0

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 4 de 5

Informe	20D04767-A05-001	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	A-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Asia Km 100, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 02 - 200 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.5	705.0	905.5	905.0	200.5	200.0	0.0	200.2	0.2
0.5	229.8	804.4	1134.8	905.0	330.4	100.5	99.4	215.5	114.9
1.0	341.5	792.5	1246.5	905.0	454.0	112.5	87.5	283.2	170.7
1.5	435.5	768.6	1340.6	905.0	572.0	136.4	63.6	354.2	217.8
2.0	520.3	742.4	1425.3	905.0	682.9	162.6	37.4	422.8	260.1
2.5	606.0	714.3	1511.1	905.0	796.7	190.7	9.3	493.7	303.0
3.0	683.0	688.2	1588.0	905.0	899.7	216.7	-16.8	558.2	341.5
3.5	757.9	662.7	1662.9	905.0	1000.2	242.3	-42.3	621.3	378.9
4.0	826.1	638.8	1731.0	905.0	1092.2	266.2	-66.2	679.2	413.0
4.5	890.6	616.0	1795.6	905.0	1179.7	289.1	-89.0	734.4	445.3
5.0	951.5	594.5	1856.5	905.0	1262.0	310.6	-110.5	786.3	475.7
5.5	1010.9	573.5	1915.9	905.0	1342.4	331.5	-131.5	836.9	505.4
6.0	1066.0	554.1	1971.0	905.0	1416.9	351.0	-150.9	883.9	533.0
6.5	1115.5	535.8	2020.5	905.0	1484.8	369.3	-169.2	927.0	557.7
7.0	1163.5	518.2	2068.5	905.0	1550.2	386.7	-186.8	968.5	581.7
7.5	1206.3	502.0	2111.3	905.0	1609.3	403.1	-203.0	1006.2	603.1
8.0	1243.9	487.5	2148.9	905.0	1661.3	417.5	-217.5	1039.4	621.9
8.5	1279.4	473.9	2184.4	905.0	1710.5	431.1	-231.1	1070.8	639.7
9.0	1309.2	461.2	2214.2	905.0	1753.0	443.8	-243.8	1098.4	654.6
9.5	1336.4	449.8	2241.4	905.0	1791.6	455.2	-255.2	1123.4	668.2
10.0	1356.4	439.4	2261.5	905.0	1822.1	465.7	-265.6	1143.9	678.2
10.5	1366.1	429.9	2271.1	905.0	1841.2	475.2	-275.1	1158.2	683.0
11.0	1364.7	421.9	2269.7	905.0	1847.8	483.1	-283.1	1165.5	682.4
11.5	1349.0	415.0	2254.0	905.0	1839.1	490.0	-290.0	1164.5	674.5
12.0	1315.1	410.9	2220.1	905.0	1809.2	494.1	-294.1	1151.6	657.5
12.5	1301.5	410.2	2206.4	905.0	1796.3	494.8	-294.8	1145.5	650.7
13.0	1298.6	411.7	2203.6	905.0	1791.8	493.2	-293.3	1142.5	649.3
13.5	1304.1	414.3	2209.1	905.0	1794.7	490.7	-290.7	1142.7	652.0
14.0	1314.2	416.5	2219.2	905.0	1802.7	488.5	-288.5	1145.6	657.1
14.5	1320.2	418.6	2225.3	905.0	1806.7	486.5	-286.4	1146.6	660.1
15.0	1326.2	420.8	2231.2	905.0	1810.5	484.2	-284.2	1147.3	663.1

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 5 de 5

Informe	20D04767-A05-001	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	A-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Asia Km 100, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 03 - 400 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.2	705.0	1105.2	1105.0	400.2	400.0	0.0	400.1	0.1
0.5	220.6	773.6	1325.6	1105.0	552.0	331.4	68.6	441.7	110.3
1.0	323.6	813.8	1428.6	1105.0	614.8	291.2	108.8	453.0	161.8
1.5	394.4	830.6	1499.5	1105.1	669.0	274.5	125.6	471.7	197.2
2.0	463.3	833.2	1568.4	1105.1	735.3	271.9	128.2	503.6	231.7
2.5	543.9	826.4	1649.0	1105.1	822.6	278.7	121.5	550.6	271.9
3.0	624.5	814.0	1729.6	1105.1	915.6	291.1	109.0	603.4	312.2
3.5	713.8	797.0	1818.8	1105.0	1021.8	308.0	92.0	664.9	356.9
4.0	808.0	776.7	1913.1	1105.1	1136.4	328.4	71.7	732.4	404.0
4.5	902.2	755.0	2007.3	1105.1	1252.3	350.1	50.0	801.2	451.1
5.0	996.4	731.7	2101.4	1105.0	1369.7	373.3	26.8	871.5	498.2
5.5	1085.8	708.1	2190.9	1105.1	1482.8	397.0	3.2	939.9	542.9
6.0	1173.1	684.7	2278.2	1105.1	1593.6	420.4	-20.3	1007.0	586.6
6.5	1257.6	660.8	2362.7	1105.1	1701.9	444.3	-44.2	1073.1	628.8
7.0	1335.3	638.1	2440.4	1105.1	1802.3	467.0	-66.9	1134.7	667.7
7.5	1405.2	616.8	2510.2	1105.0	1893.4	488.2	-88.1	1190.8	702.6
8.0	1473.1	595.2	2578.0	1104.9	1982.8	509.7	-109.8	1246.3	736.5
8.5	1536.1	573.8	2641.1	1105.0	2067.3	531.2	-131.1	1299.2	768.0
9.0	1590.4	553.9	2695.5	1105.1	2141.6	551.2	-151.1	1346.4	795.2
9.5	1632.0	535.0	2737.1	1105.1	2202.1	570.1	-169.9	1386.1	816.0
10.0	1665.9	518.4	2770.9	1105.0	2252.5	586.6	-186.6	1419.6	832.9
10.5	1703.6	503.3	2808.7	1105.1	2305.4	601.8	-201.7	1453.6	851.8
11.0	1741.3	489.8	2846.3	1105.0	2356.6	615.2	-215.2	1485.9	870.7
11.5	1775.2	477.8	2880.3	1105.1	2402.5	627.3	-227.1	1514.9	887.6
12.0	1810.0	466.5	2915.1	1105.1	2448.6	638.6	-238.5	1543.6	905.0
12.5	1839.9	455.9	2945.0	1105.1	2489.1	649.2	-249.0	1569.1	920.0
13.0	1866.9	446.3	2971.8	1104.9	2525.5	658.6	-258.7	1592.1	933.5
13.5	1885.2	437.0	2990.2	1105.0	2553.2	668.0	-267.9	1610.6	942.6
14.0	1888.8	429.1	2993.8	1105.0	2564.7	675.9	-275.9	1620.3	944.4
14.5	1879.9	423.1	2984.9	1105.0	2561.8	681.9	-281.9	1621.8	939.9
15.0	1864.0	419.8	2969.0	1105.0	2549.3	685.2	-285.2	1617.3	932.0

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe 20D04767-A05-002
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesionados en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Chilca Km 70, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
 Calicata C-1
 Muestra M-1-I
 Prof. (m) Superf.

Símbolo			●	▲	■
Ensayo N°			01	02	03
Muestra			Remoldeado		
Inicio	Diámetro	mm	51.1	51.1	51.1
	Altura	mm	105.0	105.0	105.0
	Contenido de humedad	%	1.1	1.1	1.1
	Densidad Seca	N/m ³	13,454	13,454	13,454
	Saturación	%	3.0	3.0	3.0
	Relación de vacíos		1.012	1.012	1.012
Antes del Corte	Contenido de humedad	%	35.8	34.9	34.3
	Densidad Seca	N/m ³	13,606	13,780	13,903
	Saturación	%	100.0	100.0	100.0
	Relación de vacíos		0.990	0.960	0.940
Esfuerzo Efectivo Vertical Consolid.		kPa	99.8	198.7	401.0
Esfuerzo Cortante		kPa	496.6	608.1	885.4
Deformación en la Falla		%	15.0	15.0	15.0
Velocidad de Deformación		mm/min	0.075		
Gravedad Especifica Estimada			2.76		
Límite Líquido		%	NP		
Límite Plástico		%	NP		
Valor B			0.95	0.95	0.95

Observaciones:

Los parámetros de resistencia del suelo del presente informe, podrán ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnia.

R. Vilcapoma
ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106950

Fotos

Densidad Seca = 1.37 gr/cm³ y Contenido de Humedad = 1.1 %, datos obtenidos del ensayo de peso volumétrico.

Informe: 20D04767-A05-002
 Solicitante: Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto: Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesionados en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación: Chilca Km 70, Panamericana Sur

Fecha: 2020-02-07
 Calicata: C-1
 Muestra: M-1-I
 Prof. (m): Superf.

Informe de Ensayo
Ensayo de Compresión Triaxial
Consolidado - No Drenado (CU)
(ASTM D4767)

SGC-LG-D04767
 Fecha 2018-04-20
 Versión: 00
 Página 3 de 5

Informe	20D04767-A05-002	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 01 - 100 kPa

Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.2	615.02	715.2	715.1	100.2	100.0	0.0	100.1	0.1
0.5	57.2	654.49	772.2	715.0	117.7	60.5	39.5	89.1	28.6
1.0	103.6	661.63	818.6	715.0	157.0	53.3	46.6	105.2	51.8
1.5	133.6	663.51	848.6	715.0	185.1	51.5	48.5	118.3	66.8
2.0	175.6	652.33	890.6	715.0	238.2	62.6	37.3	150.4	87.8
2.5	231.3	634.94	946.3	715.0	311.4	80.1	19.9	195.7	115.7
3.0	299.1	612.62	1014.2	715.0	401.5	102.4	-2.4	252.0	149.6
3.5	378.5	586.03	1093.5	715.0	507.5	129.0	-29.0	318.2	189.2
4.0	464.4	556.48	1179.4	715.0	622.9	158.5	-58.5	390.7	232.2
4.5	549.7	526.40	1264.8	715.0	738.4	188.6	-88.6	463.5	274.9
5.0	629.1	498.15	1344.2	715.1	846.0	216.9	-116.9	531.5	314.5
5.5	702.9	471.06	1417.9	715.0	946.9	244.0	-144.0	595.4	351.5
6.0	769.6	446.72	1484.7	715.1	1037.9	268.3	-168.3	653.1	384.8
6.5	827.0	425.06	1542.1	715.1	1117.1	290.1	-190.0	703.6	413.5
7.0	873.4	406.89	1588.5	715.1	1181.6	308.2	-208.1	744.9	436.7
7.5	910.5	392.11	1625.7	715.1	1233.5	323.0	-222.9	778.3	455.3
8.0	941.0	380.67	1655.9	715.0	1275.3	334.3	-234.3	804.8	470.5
8.5	968.2	370.48	1683.3	715.1	1312.8	344.6	-244.5	828.7	484.1
9.0	989.9	362.56	1704.9	715.0	1342.4	352.5	-252.5	847.4	495.0
9.5	1005.6	355.80	1720.5	714.9	1364.7	359.1	-259.2	861.9	502.8
10.0	1016.3	350.06	1731.3	715.0	1381.3	365.0	-265.0	873.1	508.2
10.5	1012.3	345.32	1727.3	715.0	1382.0	369.7	-269.7	875.8	506.1
11.0	971.4	342.64	1686.5	715.0	1343.8	372.4	-272.4	858.1	485.7
11.5	957.5	342.52	1672.5	715.0	1330.0	372.5	-272.5	851.3	478.8
12.0	963.3	342.70	1678.3	715.0	1335.6	372.3	-272.3	853.9	481.6
12.5	969.7	342.52	1684.7	715.0	1342.1	372.5	-272.5	857.3	484.8
13.0	976.0	342.18	1691.0	715.0	1348.8	372.8	-272.8	860.8	488.0
13.5	977.9	342.00	1692.9	715.0	1350.9	373.0	-273.0	862.0	489.0
14.0	985.4	341.81	1700.4	715.0	1358.6	373.2	-273.2	865.9	492.7
14.5	992.3	341.52	1707.3	715.0	1365.8	373.5	-273.5	869.6	496.1
15.0	993.1	341.14	1708.0	714.9	1366.9	373.7	-273.9	870.3	496.6

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 4 de 5

Informe	20D04767-A05-002	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 02 - 200 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	1.1	705.0	906.1	905.0	201.1	200.0	0.0	200.6	0.5
0.5	148.2	807.0	1053.1	905.0	246.2	98.0	102.0	172.1	74.1
1.0	188.4	820.3	1093.4	905.0	273.2	84.7	115.3	178.9	94.2
1.5	227.6	815.3	1132.6	905.0	317.3	89.7	110.3	203.5	113.8
2.0	274.1	803.0	1179.1	905.0	376.2	102.0	98.0	239.1	137.1
2.5	323.5	787.5	1228.5	905.0	441.0	117.5	82.5	279.2	161.8
3.0	378.6	769.2	1283.6	905.0	514.4	135.7	64.3	325.1	189.3
3.5	431.5	750.6	1336.5	905.0	585.9	154.4	45.7	370.1	215.7
4.0	486.6	731.1	1391.6	905.0	660.5	173.9	26.2	417.2	243.3
4.5	544.0	710.7	1448.9	905.0	738.3	194.3	5.7	466.3	272.0
5.0	599.6	690.2	1504.7	905.0	814.5	214.9	-14.8	514.7	299.8
5.5	655.3	669.6	1560.3	905.0	890.7	235.4	-35.3	563.0	327.7
6.0	708.7	649.8	1613.7	905.0	963.9	255.1	-55.1	609.5	354.4
6.5	762.1	630.2	1667.1	905.0	1036.9	274.8	-74.8	655.9	381.1
7.0	812.1	611.7	1717.1	905.0	1105.4	293.3	-93.2	699.4	406.0
7.5	855.8	595.7	1760.8	905.0	1165.1	309.3	-109.3	737.2	427.9
8.0	906.4	576.3	1811.4	905.0	1235.1	328.7	-128.7	781.9	453.2
8.5	952.9	558.6	1857.9	905.0	1299.3	346.4	-146.4	822.8	476.4
9.0	997.2	540.9	1902.2	905.0	1361.3	364.1	-164.0	862.7	498.6
9.5	1036.3	525.2	1941.3	905.0	1416.1	379.8	-179.8	897.9	518.2
10.0	1073.1	509.8	1978.1	905.0	1468.3	395.2	-195.1	931.8	536.6
10.5	1105.4	495.6	2010.4	905.0	1514.8	409.3	-209.3	962.1	552.7
11.0	1128.0	482.7	2032.9	905.0	1550.3	422.3	-222.3	986.3	564.0
11.5	1132.9	472.7	2037.9	905.0	1565.2	432.3	-232.2	998.8	566.5
12.0	1130.4	469.1	2035.4	905.0	1566.2	435.8	-235.8	1001.0	565.2
12.5	1137.5	469.6	2042.5	905.0	1572.9	435.4	-235.3	1004.1	568.8
13.0	1148.1	470.8	2053.1	905.0	1582.3	434.2	-234.1	1008.2	574.1
13.5	1163.3	470.7	2068.3	905.0	1597.6	434.3	-234.3	1015.9	581.7
14.0	1179.0	470.0	2084.0	905.0	1614.0	435.0	-234.9	1024.5	589.5
14.5	1199.4	467.3	2104.4	905.0	1637.1	437.7	-237.6	1037.4	599.7
15.0	1216.2	463.9	2121.2	905.0	1657.4	441.1	-241.1	1049.2	608.1

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 105960

Informe de Ensayo		SGC-LG-D04767
	Ensayo de Compresión Triaxial		Fecha 2017-11-18
	Consolidado - No Drenado (CU)		Versión: 00
	(ASTM D4767)		Página 5 de 5

Informe	20D04767-A05-002	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 03 - 400 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0.0	0.8	705.0	1105.8	1105.0	400.9	400.0	0.0	400.5	0.4
0.5	305.4	803.7	1410.3	1104.9	606.5	301.2	98.8	453.9	152.7
1.0	463.1	844.4	1568.0	1104.9	723.6	260.5	139.4	492.1	231.5
1.5	568.9	852.2	1673.8	1104.9	821.5	252.7	147.3	537.1	284.4
2.0	664.4	842.5	1769.4	1105.0	926.9	262.5	137.5	594.7	332.2
2.5	761.0	823.6	1866.0	1105.0	1042.4	281.4	118.6	661.9	380.5
3.0	853.5	801.2	1958.6	1105.1	1157.4	303.9	96.2	730.7	426.7
3.5	939.9	777.2	2044.9	1105.0	1267.7	327.8	72.3	797.7	469.9
4.0	1027.3	751.7	2132.4	1105.1	1380.6	353.4	46.8	867.0	513.6
4.5	1108.6	726.4	2213.6	1105.0	1487.2	378.6	21.5	932.9	554.3
5.0	1184.7	701.7	2289.7	1105.0	1588.1	403.3	-3.3	995.7	592.4
5.5	1256.9	677.3	2362.0	1105.1	1684.7	427.8	-27.7	1056.2	628.4
6.0	1323.9	654.4	2428.9	1105.0	1774.5	450.6	-50.6	1112.5	661.9
6.5	1385.8	632.2	2490.9	1105.1	1858.8	472.9	-72.8	1165.9	692.9
7.0	1443.7	609.8	2548.7	1105.0	1938.8	495.2	-95.1	1217.0	721.8
7.5	1494.3	589.2	2599.3	1105.0	2010.2	515.8	-115.8	1263.0	747.2
8.0	1539.0	568.6	2644.0	1105.0	2075.4	536.4	-136.4	1305.9	769.5
8.5	1571.3	549.7	2676.4	1105.1	2126.7	555.4	-155.2	1341.1	785.7
9.0	1595.6	532.4	2700.6	1105.0	2168.2	572.6	-172.6	1370.4	797.8
9.5	1609.5	517.5	2714.6	1105.1	2197.2	587.6	-187.5	1392.4	804.8
10.0	1615.4	509.6	2720.5	1105.1	2211.0	595.5	-195.4	1403.2	807.7
10.5	1619.3	505.9	2724.3	1105.0	2218.4	599.1	-199.1	1408.8	809.6
11.0	1635.3	500.3	2740.3	1105.0	2240.0	604.7	-204.7	1422.4	817.7
11.5	1653.4	493.7	2758.4	1105.0	2264.7	611.3	-211.3	1438.0	826.7
12.0	1667.4	488.6	2772.5	1105.1	2284.0	616.5	-216.4	1450.2	833.7
12.5	1685.5	482.8	2790.5	1105.0	2307.7	622.2	-222.1	1464.9	842.7
13.0	1704.7	475.7	2809.8	1105.1	2334.1	629.4	-229.3	1481.7	852.3
13.5	1722.7	467.7	2827.7	1105.0	2360.0	637.3	-237.3	1498.7	861.4
14.0	1739.8	460.1	2844.8	1105.0	2384.7	644.9	-244.8	1514.8	869.9
14.5	1756.9	454.0	2861.8	1104.9	2407.8	650.9	-251.0	1529.4	878.5
15.0	1770.9	447.7	2876.0	1105.1	2428.3	657.4	-257.2	1542.8	885.4

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe 20D04767-A05-003
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesionados en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
 Calicata V-1
 Muestra M-1-I
 Prof. (m) Superf.

Símbolo			●	▲	■
Ensayo N°			01	02	03
Muestra			Remoldeado		
Inicio	Diámetro	mm	51.1	51.1	51.1
	Altura	mm	105.0	105.0	105.0
	Contenido de humedad	%	1.9	1.9	1.9
	Densidad Seca	N/m ³	13,492	13,492	13,492
	Saturación	%	5.3	5.3	5.3
Antes del Corte	Relación de vacíos		0.984	0.984	0.984
	Contenido de humedad	%	35.5	34.9	33.7
	Densidad Seca	N/m ³	13,583	13,711	13,933
	Saturación	%	100.0	100.0	100.0
	Relación de vacíos		0.970	0.950	0.920
Esfuerzo Efectivo Vertical Consolid.		kPa	98.3	200.0	399.6
Esfuerzo Cortante		kPa	501.1	629.4	893.1
Deformación en la Falla		%	15.0	15.0	15.0
Velocidad de Deformación		mm/min	0.075		
Gravedad Especifica Estimada			2.73		
Límite Líquido		%	NP		
Límite Plástico		%	NP		
Valor B			0.95	0.95	0.95

Observaciones:

Los parámetros de resistencia del suelo del presente informe, podrán ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnia.

 ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106950

Densidad Seca = 1.38 gr/cm³ y Contenido de Humedad = 1.9 %, datos obtenidos del ensayo de peso volumétrico.

Fotos

Informe 20D04767-A05-003
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesionados en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
 Calicata V-1
 Muestra M-1-I
 Prof. (m) Superf.

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2018-04-20
			Versión: 00
			Página 3 de 5

Informe	20D04767-A05-003	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	V-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 01 - 100 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0.0	1.4	706.03	807.3	805.9	101.3	99.9	0.0	100.6	0.7
0.5	45.6	747.84	851.5	805.9	103.7	58.1	41.8	80.9	22.8
1.0	77.2	740.45	883.1	805.9	142.6	65.5	34.4	104.0	38.6
1.5	116.0	728.59	921.9	805.9	193.3	77.3	22.6	135.3	58.0
2.0	163.0	714.15	968.9	805.9	254.8	91.8	8.1	173.3	81.5
2.5	212.1	698.65	1018.0	805.9	319.3	107.2	-7.4	213.3	106.0
3.0	265.2	681.40	1071.1	805.9	389.7	124.5	-24.6	257.1	132.6
3.5	320.5	663.67	1126.4	805.9	462.7	142.2	-42.4	302.5	160.2
4.0	373.7	645.89	1179.6	805.9	533.7	160.0	-60.1	346.8	186.8
4.5	426.8	628.28	1232.7	805.9	604.5	177.6	-77.7	391.0	213.4
5.0	481.0	610.51	1286.9	805.9	676.4	195.4	-95.5	435.9	240.5
5.5	531.1	593.54	1337.0	805.9	743.5	212.4	-112.5	477.9	265.6
6.0	579.2	577.28	1385.1	805.9	807.8	228.6	-128.7	518.2	289.6
6.5	622.1	561.97	1428.0	805.9	866.0	243.9	-144.1	555.0	311.0
7.0	662.9	548.59	1468.8	805.9	920.3	257.3	-157.4	588.8	331.5
7.5	699.7	536.20	1505.6	805.9	969.4	269.7	-169.8	619.5	349.8
8.0	734.4	525.10	1540.3	805.9	1015.2	280.8	-180.9	648.0	367.2
8.5	767.0	515.13	1572.9	805.9	1057.8	290.8	-190.9	674.3	383.5
9.0	795.5	506.04	1601.4	805.9	1095.4	299.9	-200.0	697.6	397.8
9.5	819.9	497.23	1625.8	805.9	1128.6	308.7	-208.8	718.6	410.0
10.0	842.3	489.19	1648.2	805.9	1159.0	316.7	-216.8	737.8	421.1
10.5	861.5	481.33	1667.4	805.9	1186.1	324.6	-224.7	755.3	430.8
11.0	881.8	474.57	1687.7	805.9	1213.2	331.3	-231.5	772.2	440.9
11.5	904.2	468.06	1710.1	805.9	1242.0	337.8	-238.0	789.9	452.1
12.0	920.4	461.96	1726.3	805.9	1264.4	343.9	-244.1	804.1	460.2
12.5	936.6	455.61	1742.5	805.9	1286.9	350.3	-250.4	818.6	468.3
13.0	947.6	451.33	1753.5	805.9	1302.2	354.6	-254.7	828.4	473.8
13.5	962.8	447.16	1768.7	805.9	1321.5	358.7	-258.9	840.1	481.4
14.0	974.8	443.29	1780.7	805.9	1337.5	362.6	-262.7	850.0	487.4
14.5	987.9	439.48	1793.8	805.9	1354.3	366.4	-266.6	860.4	494.0
15.0	1002.1	436.60	1808.0	805.9	1371.4	369.3	-269.4	870.4	501.1

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 4 de 5

Informe	20D04767-A05-003	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	V-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 02 - 200 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0.0	0.1	705.0	904.9	904.9	200.0	199.9	0.0	200.0	0.0
0.5	49.4	763.4	954.3	904.9	190.8	141.4	58.5	166.1	24.7
1.0	88.6	757.7	993.4	904.9	235.7	147.1	52.8	191.4	44.3
1.5	137.9	746.7	1042.8	904.9	296.1	158.2	41.8	227.1	68.9
2.0	187.9	735.3	1092.7	904.9	357.5	169.6	30.3	263.5	93.9
2.5	233.4	725.0	1138.3	904.9	413.2	179.9	20.1	296.5	116.7
3.0	287.8	711.0	1192.7	904.9	481.6	193.8	6.1	337.7	143.9
3.5	337.1	698.9	1242.0	904.9	543.1	205.9	-6.0	374.5	168.6
4.0	388.4	685.4	1293.2	904.9	607.8	219.5	-19.5	413.6	194.2
4.5	443.4	669.7	1348.3	904.9	678.6	235.2	-35.2	456.9	221.7
5.0	506.8	650.1	1411.6	904.9	761.5	254.8	-54.9	508.2	253.4
5.5	575.8	628.1	1480.7	904.9	852.6	276.8	-76.9	564.7	287.9
6.0	641.7	605.7	1546.5	904.9	940.8	299.1	-99.2	620.0	320.8
6.5	698.0	585.2	1602.9	904.9	1017.6	319.6	-119.7	668.6	349.0
7.0	751.8	564.6	1656.7	904.9	1092.1	340.3	-140.4	716.2	375.9
7.5	798.6	548.2	1703.5	904.9	1155.3	356.7	-156.8	756.0	399.3
8.0	840.9	536.2	1745.8	904.9	1209.6	368.6	-168.7	789.1	420.5
8.5	882.0	525.7	1786.9	904.9	1261.1	379.1	-179.2	820.1	441.0
9.0	923.7	515.6	1828.6	904.9	1312.9	389.2	-189.3	851.1	461.8
9.5	956.5	506.6	1861.4	904.9	1354.8	398.3	-198.4	876.5	478.3
10.0	989.3	498.0	1894.2	904.9	1396.2	406.9	-207.0	901.5	494.6
10.5	1022.1	490.2	1926.9	904.9	1436.8	414.7	-214.8	925.7	511.0
11.0	1053.0	482.5	1957.8	904.9	1475.3	422.4	-222.4	948.8	526.5
11.5	1081.3	475.5	1986.2	904.9	1510.7	429.4	-229.5	970.1	540.7
12.0	1108.4	469.2	2013.2	904.9	1544.0	435.6	-235.7	989.8	554.2
12.5	1134.2	463.3	2039.0	904.9	1575.7	441.6	-241.6	1008.6	567.1
13.0	1161.9	457.7	2066.7	904.9	1609.0	447.1	-247.2	1028.1	580.9
13.5	1183.9	452.2	2088.8	904.9	1636.5	452.6	-252.7	1044.6	592.0
14.0	1209.7	446.7	2114.6	904.9	1667.9	458.2	-258.3	1063.1	604.9
14.5	1235.5	441.4	2140.4	904.9	1699.0	463.5	-263.6	1081.3	617.8
15.0	1258.8	436.1	2163.7	904.9	1727.6	468.8	-268.9	1098.2	629.4

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 5 de 5

Informe	20D04767-A05-003	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	V-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-I
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 03 - 400 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.4	706.0	1106.3	1105.9	400.3	399.9	0.0	400.1	0.2
0.5	40.4	764.3	1146.3	1105.9	382.0	341.6	58.2	361.8	20.2
1.0	98.0	756.7	1203.9	1105.9	447.2	349.2	50.7	398.2	49.0
1.5	168.8	744.6	1274.7	1105.9	530.1	361.3	38.6	445.7	84.4
2.0	254.6	729.8	1360.5	1105.9	630.7	376.1	23.8	503.4	127.3
2.5	344.2	714.0	1450.1	1105.9	736.1	391.9	8.0	564.0	172.1
3.0	441.3	696.4	1547.2	1105.9	850.8	409.5	-9.7	630.2	220.6
3.5	542.1	678.3	1648.0	1105.9	969.7	427.6	-27.8	698.7	271.0
4.0	639.1	660.1	1745.0	1105.9	1085.0	445.8	-45.9	765.4	319.6
4.5	736.2	642.1	1842.1	1105.9	1200.0	463.8	-63.9	831.9	368.1
5.0	835.1	623.9	1941.0	1105.9	1317.1	482.0	-82.1	899.6	417.6
5.5	926.6	606.6	2032.5	1105.9	1425.9	499.3	-99.4	962.6	463.3
6.0	1014.2	590.0	2120.1	1105.9	1530.2	515.9	-116.1	1023.1	507.1
6.5	1092.6	574.3	2198.5	1105.9	1624.2	531.6	-131.7	1077.9	546.3
7.0	1167.1	560.6	2273.0	1105.9	1712.4	545.3	-145.4	1128.8	583.6
7.5	1234.2	548.0	2340.1	1105.9	1792.1	557.9	-158.1	1175.0	617.1
8.0	1297.5	536.6	2403.4	1105.9	1866.7	569.3	-169.4	1218.0	648.7
8.5	1357.0	526.5	2462.9	1105.9	1936.5	579.4	-179.6	1258.0	678.5
9.0	1409.1	517.2	2515.0	1105.9	1997.8	588.7	-188.9	1293.3	704.5
9.5	1453.6	508.2	2559.5	1105.9	2051.4	597.7	-197.9	1324.6	726.8
10.0	1494.4	499.9	2600.3	1105.9	2100.4	606.0	-206.1	1353.2	747.2
10.5	1529.6	491.9	2635.5	1105.9	2143.6	614.0	-214.1	1378.8	764.8
11.0	1566.6	485.0	2672.5	1105.9	2187.6	620.9	-221.0	1404.2	783.3
11.5	1607.5	478.3	2713.4	1105.9	2235.0	627.6	-227.7	1431.3	803.7
12.0	1637.0	472.1	2742.9	1105.9	2270.8	633.8	-233.9	1452.3	818.5
12.5	1666.6	465.6	2772.5	1105.9	2306.9	640.3	-240.4	1473.6	833.3
13.0	1686.7	461.2	2792.6	1105.9	2331.3	644.7	-244.8	1488.0	843.3
13.5	1714.3	457.0	2820.2	1105.9	2363.2	648.9	-249.0	1506.1	857.2
14.0	1736.4	453.0	2842.3	1105.9	2389.3	652.9	-253.0	1521.1	868.2
14.5	1760.3	449.1	2866.2	1105.9	2417.0	656.8	-256.9	1536.9	880.1
15.0	1786.2	446.2	2892.1	1105.9	2445.9	659.7	-259.8	1552.8	893.1

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe 20D04767-A05-004
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Asia Km 100, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
 Calicata A-1
 Muestra M-1-F
 Prof. (m) Superf.

Simbolo		●	▲	■
Ensayo N°		01	02	03
Muestra		Remoldeado		
Inicio	Diámetro	mm	51.1	51.1
	Altura	mm	105.0	105.0
	Contenido de humedad	%	16.0	16.0
	Densidad Seca	N/m ³	15,248	15,248
	Saturación	%	57.8	57.8
Antes del Corte	Relación de vacíos		0.756	0.756
	Contenido de humedad	%	26.6	26.5
	Densidad Seca	N/m ³	15,509	15,536
	Saturación	%	100.0	100.0
	Relación de vacíos		0.730	0.720
Esfuerzo Efectivo Vertical Consolid.		kPa	100.0	199.4
Esfuerzo Cortante		kPa	948.0	1,083.2
Deformación en la Falla		%	15.0	15.0
Velocidad de Deformación		mm/min	0.075	
Gravedad Específica Estimada			2.73	
Límite Líquido		%	NP	
Límite Plástico		%	NP	
Valor B			0.95	0.95

Observaciones:

Los parámetros de resistencia del suelo del presente informe, podrán ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnia.

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Densidad Seca = 1.55 gr/cm³ y Contenido de Humedad = 16.0 %, datos obtenidos al 95% del ensayo de proctor.

Fotos

Informe 20D04767-A05-004
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Asia Km 100, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
 Calicata A-1
 Muestra M-1-F
 Prof. (m) Superf.

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2018-04-20
			Versión: 00
			Página 3 de 5

Informe	20D04767-A05-004	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	A-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Asia Km 100, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 01 - 100 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.0	704.96	805.0	805.0	100.1	100.0	0.0	100.1	0.0
0.5	127.0	738.67	932.0	805.0	193.3	66.3	33.7	129.8	63.5
1.0	230.8	730.34	1035.8	805.0	305.5	74.7	25.4	190.1	115.4
1.5	370.8	705.60	1175.8	805.0	470.2	99.4	0.6	284.8	185.4
2.0	542.7	668.53	1347.7	805.0	679.2	136.5	-36.4	407.8	271.4
2.5	728.9	622.49	1533.9	805.0	911.4	182.5	-82.5	547.0	364.5
3.0	894.1	577.18	1699.1	805.0	1121.9	227.8	-127.8	674.8	447.0
3.5	1045.6	532.64	1850.6	805.0	1318.0	272.4	-172.3	795.2	522.8
4.0	1178.7	491.74	1983.8	805.1	1492.0	313.3	-213.2	902.7	589.4
4.5	1288.7	456.69	2093.7	805.0	1637.0	348.3	-248.3	992.6	644.4
5.0	1387.1	424.84	2192.2	805.1	1767.3	380.2	-280.1	1073.8	693.6
5.5	1469.2	397.71	2274.3	805.1	1876.5	407.3	-307.3	1141.9	734.6
6.0	1542.4	374.03	2347.4	805.0	1973.4	431.0	-330.9	1202.2	771.2
6.5	1606.1	353.54	2411.1	805.0	2057.5	451.4	-351.4	1254.5	803.1
7.0	1657.5	336.13	2462.5	805.0	2126.4	468.9	-368.8	1297.6	828.8
7.5	1706.3	320.41	2511.3	805.0	2190.9	484.6	-384.6	1337.8	853.2
8.0	1751.6	306.64	2556.6	805.0	2250.0	498.4	-398.3	1374.2	875.8
8.5	1792.8	294.39	2597.8	805.0	2303.4	510.6	-410.6	1407.0	896.4
9.0	1830.0	283.28	2635.0	805.0	2351.7	521.7	-421.7	1436.7	915.0
9.5	1861.7	273.20	2666.7	805.0	2393.5	531.8	-431.8	1462.7	930.9
10.0	1887.9	264.37	2692.9	805.0	2428.6	540.7	-440.6	1484.6	944.0
10.5	1903.3	256.60	2708.2	804.9	2451.6	548.3	-448.4	1500.0	951.7
11.0	1913.9	249.88	2718.9	805.0	2469.0	555.1	-455.1	1512.1	957.0
11.5	1889.8	244.24	2694.8	805.0	2450.6	560.8	-460.7	1505.7	944.9
12.0	1844.6	240.58	2649.6	805.0	2409.0	564.4	-464.4	1486.7	922.3
12.5	1800.0	239.08	2605.0	805.0	2365.9	565.9	-465.9	1465.9	900.0
13.0	1791.6	239.63	2596.6	805.0	2357.0	565.4	-465.3	1461.2	895.8
13.5	1805.6	240.83	2610.6	805.0	2369.8	564.2	-464.1	1467.0	902.8
14.0	1836.6	242.27	2641.6	805.0	2399.4	562.8	-462.7	1481.1	918.3
14.5	1866.3	243.44	2671.3	805.0	2427.9	561.6	-461.5	1494.7	933.2
15.0	1895.9	244.63	2700.9	805.0	2456.3	560.4	-460.3	1508.3	948.0

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo		SGC-LG-D04767
	Ensayo de Compresión Triaxial		Fecha 2017-11-18
	Consolidado - No Drenado (CU)		Versión: 00
	(ASTM D4767)		Página 4 de 5

Informe	20D04767-A05-004	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	A-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Asia Km 100, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 02 - 200 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0.0	0.6	705.0	905.6	905.0	200.7	200.0	0.0	200.3	0.3
0.5	228.0	768.1	1133.1	905.0	365.0	137.0	63.1	251.0	114.0
1.0	380.8	759.6	1285.8	905.0	526.2	145.4	54.7	335.8	190.4
1.5	572.2	724.2	1477.2	905.0	753.0	180.8	19.3	466.9	286.1
2.0	760.9	678.2	1665.9	905.0	987.7	226.8	-26.8	607.3	380.5
2.5	950.9	625.2	1855.9	905.0	1230.7	279.8	-79.8	755.3	475.5
3.0	1115.2	575.4	2020.2	905.0	1444.8	329.6	-129.5	887.2	557.6
3.5	1259.9	529.2	2164.9	905.0	1635.7	375.8	-175.7	1005.7	630.0
4.0	1387.0	487.1	2292.0	905.0	1805.0	418.0	-217.9	1111.5	693.5
4.5	1494.4	450.6	2399.4	905.0	1948.9	454.5	-254.4	1201.7	747.2
5.0	1581.4	420.8	2486.4	905.0	2065.6	484.2	-284.2	1274.9	790.7
5.5	1663.1	392.9	2568.1	905.0	2175.3	512.2	-312.1	1343.7	831.6
6.0	1734.6	369.4	2639.6	905.0	2270.3	535.7	-335.6	1403.0	867.3
6.5	1795.3	349.9	2700.3	905.0	2350.4	555.1	-355.1	1452.8	897.7
7.0	1850.5	332.5	2755.5	905.0	2423.1	572.6	-372.5	1497.8	925.3
7.5	1900.4	317.3	2805.4	905.0	2488.1	587.7	-387.7	1537.9	950.2
8.0	1945.5	304.4	2850.5	905.0	2546.2	600.7	-400.6	1573.4	972.8
8.5	1985.1	293.3	2890.1	905.0	2596.8	611.7	-411.6	1604.3	992.6
9.0	2022.1	283.4	2927.1	905.0	2643.8	621.7	-421.6	1632.7	1011.1
9.5	2055.7	274.6	2960.7	905.0	2686.2	630.5	-430.4	1658.3	1027.9
10.0	2085.2	267.1	2990.2	905.0	2723.1	637.9	-437.9	1680.5	1042.6
10.5	2112.0	260.3	3017.0	905.0	2756.8	644.8	-444.7	1700.8	1056.0
11.0	2137.4	254.2	3042.4	905.0	2788.3	650.9	-450.8	1719.6	1068.7
11.5	2152.7	248.7	3057.7	905.0	2809.0	656.3	-456.2	1732.6	1076.4
12.0	2153.8	244.5	3058.8	905.0	2814.2	660.4	-460.4	1737.3	1076.9
12.5	2138.6	242.4	3043.6	905.0	2801.3	662.7	-462.6	1732.0	1069.3
13.0	2116.0	242.6	3021.0	905.0	2778.4	662.4	-462.4	1720.4	1058.0
13.5	2110.3	244.7	3015.3	905.0	2770.6	660.3	-460.2	1715.5	1055.2
14.0	2116.1	247.3	3021.1	905.0	2773.8	657.7	-457.7	1715.8	1058.1
14.5	2135.4	249.5	3040.4	905.0	2790.9	655.5	-455.4	1723.2	1067.7
15.0	2166.3	250.4	3071.3	905.0	2821.0	654.7	-454.6	1737.8	1083.2

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo
Ensayo de Compresión Triaxial
Consolidado - No Drenado (CU)
(ASTM D4767)

SGC-LG-D04767
 Fecha 2017-11-18
 Versión: 00
 Página 5 de 5

Informe	20D04767-A05-004	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	A-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Asia Km 100, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 03 - 400 kPa

Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.2	705.0	1105.2	1105.0	400.2	400.0	0.0	400.1	0.1
0.5	398.1	782.4	1503.1	1105.0	720.7	322.6	77.5	521.6	199.0
1.0	764.2	824.5	1869.5	1105.3	1045.0	280.8	119.5	662.9	382.1
1.5	1051.1	813.2	2156.1	1105.0	1342.9	291.9	108.2	817.4	525.5
2.0	1304.6	770.8	2409.5	1104.9	1638.7	334.1	65.8	986.4	652.3
2.5	1506.5	719.1	2611.6	1105.1	1892.5	386.0	14.1	1139.3	753.2
3.0	1673.9	667.6	2779.0	1105.1	2111.4	437.5	-37.4	1274.5	837.0
3.5	1817.2	619.0	2922.2	1105.0	2303.2	486.0	-86.0	1394.6	908.6
4.0	1938.6	574.8	3043.7	1105.1	2468.9	530.3	-130.2	1499.6	969.3
4.5	2042.9	536.4	3147.9	1105.0	2611.5	568.6	-168.6	1590.0	1021.4
5.0	2134.6	501.0	3239.6	1105.0	2738.5	604.0	-203.9	1671.2	1067.3
5.5	2210.0	465.0	3315.0	1105.0	2850.0	640.0	-239.9	1745.0	1105.0
6.0	2279.8	438.4	3384.8	1105.0	2946.5	666.6	-266.6	1806.6	1139.9
6.5	2345.0	414.1	3450.1	1105.1	3036.0	691.0	-290.9	1863.5	1172.5
7.0	2401.0	392.1	3506.0	1105.0	3113.9	712.9	-312.9	1913.4	1200.5
7.5	2455.9	372.9	3560.9	1105.0	3188.0	732.1	-332.1	1960.1	1227.9
8.0	2518.7	355.9	3623.7	1105.0	3267.8	749.1	-349.1	2008.5	1259.4
8.5	2566.7	340.1	3671.8	1105.1	3331.7	765.0	-364.9	2048.4	1283.4
9.0	2614.7	326.3	3719.8	1105.1	3393.5	778.9	-378.7	2086.2	1307.3
9.5	2652.3	313.7	3757.4	1105.1	3443.7	791.4	-391.3	2117.6	1326.2
10.0	2683.0	302.4	3788.0	1105.0	3485.6	802.6	-402.5	2144.1	1341.5
10.5	2711.4	292.2	3816.5	1105.1	3524.3	812.9	-412.8	2168.6	1355.7
11.0	2730.7	283.2	3835.6	1104.9	3552.4	821.7	-421.8	2187.0	1365.3
11.5	2743.0	275.8	3848.0	1105.0	3572.2	829.2	-429.2	2200.7	1371.5
12.0	2759.9	269.1	3864.9	1105.0	3595.8	835.9	-435.8	2215.8	1380.0
12.5	2774.6	264.1	3879.6	1105.0	3615.6	840.9	-440.9	2228.2	1387.3
13.0	2789.2	259.9	3894.2	1105.0	3634.3	845.1	-445.0	2239.7	1394.6
13.5	2808.5	257.2	3913.5	1105.0	3656.3	847.8	-447.8	2252.1	1404.3
14.0	2812.8	256.0	3917.7	1104.9	3661.7	849.0	-449.0	2255.3	1406.4
14.5	2813.7	255.9	3918.7	1105.0	3662.8	849.1	-449.1	2255.9	1406.8
15.0	2811.1	255.9	3916.1	1105.0	3660.2	849.1	-449.1	2254.6	1405.5

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe 20D04767-A05-005
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Chilca Km 70, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
 Calicata C-1
 Muestra M-1-F
 Prof. (m) Superf.

Símbolo
Ensayo N°			01	02	03
Muestra			Remoldeado		
Inicio	Diámetro	mm	51.1	51.1	51.1
	Altura	mm	105.0	105.0	105.0
	Contenido de humedad	%	14.3	14.3	14.3
	Densidad Seca	N/m ³	15,315	15,315	15,315
	Saturación	%	51.4	51.4	51.4
Antes del Corte	Relación de vacíos		0.767	0.767	0.767
	Contenido de humedad	%	26.9	26.4	27.0
	Densidad Seca	N/m ³	15,523	15,652	15,507
	Saturación	%	100.0	100.0	100.0
	Relación de vacíos		0.740	0.730	0.740
Esfuerzo Efectivo Vertical Consolid.		kPa	99.9	198.2	399.8
Esfuerzo Cortante		kPa	865.0	1,003.3	1,292.3
Deformación en la Falla		%	15.0	15.0	15.0
Velocidad de Deformación		mm/min	0.075		
Gravedad Especifica Estimada			2.76		
Límite Líquido		%	NP		
Límite Plástico		%	NP		
Valor B			0.95	0.95	0.95

Observaciones:

Los parámetros de resistencia del suelo del presente informe, podrán ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnia.

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Densidad Seca = 1.56 gr/cm³ y Contenido de Humedad = 14.3 %, datos obtenidos al 95% del ensayo de proctor.

Fotos

Informe 20D04767-A05-005
Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
Ubicación Chilca Km 70, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
Calicata C-1
Muestra M-1-F
Prof. (m) Superf.

Informe de Ensayo		SGC-LG-D04767
	Ensayo de Compresión Triaxial		Fecha 2018-04-20
	Consolidado - No Drenado (CU)		Versión: 00
	(ASTM D4767)		Página 3 de 5

Informe	20D04767-A05-005	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 01 - 100 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.0	705.02	805.0	805.0	100.0	100.0	0.0	100.0	0.0
0.5	128.8	703.86	933.8	805.0	230.0	101.2	-1.2	165.6	64.4
1.0	212.5	698.17	1017.5	805.0	319.3	106.8	-6.9	213.1	106.2
1.5	308.5	676.93	1113.5	805.0	436.6	128.1	-28.1	282.3	154.3
2.0	411.2	653.71	1216.2	805.0	562.5	151.3	-51.3	356.9	205.6
2.5	506.0	628.67	1311.0	805.0	682.3	176.4	-76.4	429.3	253.0
3.0	593.5	604.88	1398.5	805.0	793.7	200.1	-100.1	496.9	296.8
3.5	675.8	583.07	1480.9	805.0	897.8	221.9	-121.9	559.9	337.9
4.0	756.2	559.71	1561.2	805.0	1001.5	245.3	-145.3	623.4	378.1
4.5	822.8	539.94	1627.8	805.0	1087.9	265.1	-165.1	676.5	411.4
5.0	888.7	520.66	1693.6	804.9	1173.0	284.3	-184.4	728.6	444.4
5.5	950.7	502.73	1755.7	805.0	1253.0	302.3	-202.3	777.6	475.4
6.0	1010.1	484.78	1815.1	805.0	1330.3	320.2	-220.2	825.3	505.0
6.5	1066.8	467.78	1871.8	805.0	1404.0	337.2	-237.2	870.6	533.4
7.0	1119.0	452.54	1924.0	805.0	1471.5	352.5	-252.5	912.0	559.5
7.5	1170.5	437.42	1975.6	805.0	1538.1	367.6	-267.6	952.9	585.3
8.0	1218.7	423.63	2023.7	805.0	1600.1	381.4	-281.4	990.7	609.3
8.5	1265.0	410.43	2070.0	805.0	1659.6	394.6	-294.6	1027.1	632.5
9.0	1310.0	398.16	2115.0	805.0	1716.9	406.9	-306.9	1061.9	655.0
9.5	1351.0	386.98	2156.0	805.0	1769.0	418.0	-318.0	1093.5	675.5
10.0	1392.0	376.19	2197.0	805.0	1820.8	428.8	-328.8	1124.8	696.0
10.5	1431.1	365.73	2236.1	805.0	1870.4	439.3	-339.3	1154.8	715.5
11.0	1468.2	356.25	2273.2	805.0	1916.9	448.8	-348.8	1182.9	734.1
11.5	1504.5	345.90	2309.6	805.0	1963.6	459.1	-359.1	1211.4	752.3
12.0	1541.7	336.30	2346.7	805.0	2010.4	468.7	-368.7	1239.6	770.8
12.5	1576.1	327.19	2381.2	805.0	2054.0	477.8	-377.8	1265.9	788.1
13.0	1610.6	318.52	2415.6	805.0	2097.1	486.5	-386.5	1291.8	805.3
13.5	1644.4	310.19	2449.4	805.0	2139.2	494.8	-394.8	1317.0	822.2
14.0	1674.3	302.46	2479.2	805.0	2176.8	502.5	-402.6	1339.6	837.1
14.5	1701.5	295.24	2506.5	805.0	2211.2	509.8	-409.8	1360.5	850.7
15.0	1730.1	288.30	2535.1	805.0	2246.8	516.7	-416.7	1381.7	865.0

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 4 de 5

Informe	20D04767-A05-005	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 02 - 200 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	1.0	704.9	905.0	904.1	200.1	199.2	0.0	199.6	0.5
0.5	218.4	721.1	1122.7	904.2	401.6	183.1	16.2	292.4	109.2
1.0	352.9	720.3	1257.4	904.5	537.1	184.2	15.4	360.7	176.5
1.5	485.1	700.4	1390.0	904.9	689.5	204.4	-4.5	447.0	242.6
2.0	623.0	671.2	1527.7	904.6	856.4	233.4	-33.7	544.9	311.5
2.5	753.0	639.0	1657.7	904.7	1018.6	265.6	-65.9	642.1	376.5
3.0	869.4	607.9	1774.0	904.7	1166.2	296.8	-97.0	731.5	434.7
3.5	974.4	578.3	1879.4	905.0	1301.1	326.7	-126.6	813.9	487.2
4.0	1069.2	550.7	1974.0	904.7	1423.3	354.1	-154.2	888.7	534.6
4.5	1156.2	525.8	2060.6	904.4	1534.8	378.5	-179.1	956.6	578.1
5.0	1235.2	498.3	2140.0	904.9	1641.7	406.5	-206.6	1024.1	617.6
5.5	1307.5	477.8	2211.9	904.4	1734.1	426.6	-227.1	1080.3	653.7
6.0	1373.9	460.0	2278.6	904.7	1818.6	444.7	-244.9	1131.6	687.0
6.5	1443.8	443.0	2348.5	904.7	1905.5	461.7	-261.9	1183.6	721.9
7.0	1498.0	427.3	2402.3	904.3	1974.9	477.0	-277.6	1225.9	749.0
7.5	1547.5	413.6	2452.0	904.5	2038.4	490.9	-291.3	1264.7	773.8
8.0	1594.8	401.0	2499.6	904.9	2098.6	503.8	-303.9	1301.2	797.4
8.5	1638.7	389.5	2543.2	904.5	2153.7	515.0	-315.4	1334.4	819.4
9.0	1675.8	379.3	2580.6	904.9	2201.3	525.5	-325.6	1363.4	837.9
9.5	1715.2	369.6	2619.4	904.3	2249.9	534.7	-335.3	1392.3	857.6
10.0	1748.8	360.5	2653.7	904.9	2293.2	544.4	-344.4	1418.8	874.4
10.5	1784.8	352.1	2689.5	904.7	2337.4	552.6	-352.9	1445.0	892.4
11.0	1816.2	344.4	2721.0	904.8	2376.7	560.4	-360.6	1468.6	908.1
11.5	1844.3	337.6	2749.0	904.7	2411.4	567.2	-367.3	1489.3	922.1
12.0	1875.7	331.0	2780.3	904.6	2449.4	573.7	-374.0	1511.5	937.8
12.5	1904.9	325.0	2809.3	904.4	2484.2	579.4	-379.9	1531.8	952.4
13.0	1928.4	319.3	2833.0	904.7	2513.8	585.4	-385.6	1549.6	964.2
13.5	1951.9	314.1	2856.4	904.5	2542.3	590.4	-390.9	1566.4	976.0
14.0	1981.0	309.1	2885.6	904.6	2576.5	595.5	-395.9	1586.0	990.5
14.5	1998.9	304.3	2903.7	904.8	2599.4	600.5	-400.6	1600.0	999.4
15.0	2006.5	300.9	2911.3	904.8	2610.4	603.9	-404.0	1607.1	1003.3

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 5 de 5

Informe	20D04767-A05-005	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	C-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Chilca Km 70, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 03 - 400 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.2	705.0	1105.2	1105.0	400.2	400.0	0.0	400.1	0.1
0.5	458.3	724.1	1563.3	1105.0	839.2	380.9	19.2	610.0	229.2
1.0	756.1	747.8	1861.2	1105.1	1113.4	357.3	42.8	735.3	378.0
1.5	976.2	730.8	2081.3	1105.1	1350.5	374.3	25.9	862.4	488.1
2.0	1145.7	699.6	2250.7	1105.0	1551.0	405.4	-5.3	978.2	572.8
2.5	1287.1	665.4	2391.9	1104.8	1726.5	439.4	-39.5	1082.9	643.5
3.0	1410.6	631.5	2515.6	1105.0	1884.1	473.5	-73.5	1178.8	705.3
3.5	1519.3	599.9	2624.3	1105.0	2024.4	505.1	-105.0	1264.7	759.7
4.0	1613.5	570.5	2718.6	1105.1	2148.1	534.6	-134.4	1341.3	806.7
4.5	1697.6	544.4	2802.6	1105.0	2258.2	560.6	-160.5	1409.4	848.8
5.0	1773.7	520.1	2878.8	1105.1	2358.7	585.0	-184.8	1471.8	886.9
5.5	1845.4	498.0	2950.4	1105.0	2452.4	607.0	-206.9	1529.7	922.7
6.0	1914.9	477.8	3019.9	1105.0	2542.1	627.2	-227.2	1584.7	957.4
6.5	1977.6	458.3	3082.6	1105.0	2624.4	646.7	-246.7	1635.5	988.8
7.0	2034.7	440.9	3139.7	1105.0	2698.8	664.1	-264.1	1681.5	1017.3
7.5	2082.7	424.7	3187.8	1105.1	2763.1	680.4	-280.3	1721.8	1041.3
8.0	2133.0	409.7	3238.1	1105.1	2828.4	695.4	-295.3	1761.9	1066.5
8.5	2182.2	395.5	3287.3	1105.1	2891.8	709.6	-309.5	1800.7	1091.1
9.0	2231.5	384.4	3336.5	1105.0	2952.1	720.6	-320.6	1836.4	1115.7
9.5	2276.2	374.9	3381.2	1105.0	3006.3	730.1	-330.0	1868.2	1138.1
10.0	2318.6	366.0	3423.6	1105.0	3057.6	739.0	-339.0	1898.3	1159.3
10.5	2362.1	358.0	3467.2	1105.1	3109.2	747.1	-347.0	1928.2	1181.1
11.0	2408.0	350.4	3513.0	1105.0	3162.6	754.6	-354.5	1958.6	1204.0
11.5	2439.3	343.4	3544.4	1105.1	3201.0	761.7	-361.6	1981.4	1219.6
12.0	2464.8	336.5	3569.8	1105.0	3233.3	768.5	-368.5	2000.9	1232.4
12.5	2482.5	331.4	3587.6	1105.1	3256.2	773.7	-373.6	2015.0	1241.3
13.0	2507.0	327.7	3612.0	1105.0	3284.2	777.3	-377.2	2030.7	1253.5
13.5	2522.5	323.9	3627.5	1105.0	3303.6	781.1	-381.1	2042.4	1261.2
14.0	2545.8	320.5	3650.8	1105.0	3330.2	784.5	-384.4	2057.4	1272.9
14.5	2569.1	318.2	3674.0	1104.9	3355.8	786.7	-386.7	2071.2	1284.6
15.0	2584.6	315.4	3689.6	1105.0	3374.2	789.6	-389.6	2081.9	1292.3

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe 20D04767-A05-006
 Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
 Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesionados en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
 Ubicación Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
 Calicata V-1
 Muestra M-1-F
 Prof. (m) Superf.

Símbolo
Ensayo N°			01	02	03
Muestra			Remoldeado		
Inicio	Diámetro	mm	51.1	51.1	51.1
	Altura	mm	105.0	105.0	105.0
	Contenido de humedad	%	14.9	14.9	14.9
	Densidad Seca	N/m ³	15,177	15,177	15,177
	Saturación	%	53.2	53.2	53.2
	Relación de vacíos		0.764	0.764	0.764
Antes del Corte	Contenido de humedad	%	27.2	27.5	26.9
	Densidad Seca	N/m ³	15,358	15,282	15,437
	Saturación	%	100.0	100.0	100.0
	Relación de vacíos		0.740	0.750	0.730
	Esfuerzo Efectivo Vertical Consolid.		kPa	99.3	198.9
Esfuerzo Cortante		kPa	898.5	1,055.7	1,350.8
Deformación en la Falla		%	15.0	15.0	15.0
Velocidad de Deformación		mm/min	0.075		
Gravedad Especifica Estimada			2.73		
Límite Líquido		%	NP		
Límite Plástico		%	NP		
Valor B			0.95	0.95	0.95

Observaciones:

Los parámetros de resistencia del suelo del presente informe, podrán ser reinterpretados en caso de ser considerado pertinente por un profesional especialista en geotecnia.

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Densidad Seca = 1.55 gr/cm³ y Contenido de Humedad = 14.9 %, datos obtenidos al 95% del ensayo de proctor.

Fotos

Informe 20D04767-A05-006
Solicitante Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo
Proyecto Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima
Ubicación Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur

Fecha 2020-02-07
Calicata V-1
Muestra M-1-F
Prof. (m) Superf.

Informe	20D04767-A05-006	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	V-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 01 - 100 kPa

Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0.0	0.6	704.95	805.3	804.8	100.4	99.8	0.0	100.1	0.3
0.5	80.6	631.77	885.4	804.8	253.6	173.0	-73.2	213.3	40.3
1.0	155.1	621.34	959.9	804.8	338.6	183.4	-83.6	261.0	77.6
1.5	253.4	603.72	1058.1	804.8	454.4	201.1	-101.2	327.7	126.7
2.0	364.2	582.12	1169.0	804.8	586.8	222.7	-122.8	404.7	182.1
2.5	477.2	558.35	1282.0	804.8	723.7	246.4	-146.6	485.0	238.6
3.0	591.7	533.10	1396.5	804.8	863.4	271.7	-171.8	567.5	295.9
3.5	706.3	507.56	1511.0	804.8	1003.5	297.2	-197.4	650.4	353.1
4.0	809.7	483.99	1614.5	804.8	1130.5	320.8	-221.0	725.6	404.8
4.5	910.9	460.42	1715.6	804.8	1255.2	344.4	-244.5	799.8	455.4
5.0	998.7	440.39	1803.5	804.8	1363.1	364.4	-264.6	863.7	499.4
5.5	1082.9	421.69	1887.6	804.8	1465.9	383.1	-283.3	924.5	541.4
6.0	1159.6	404.52	1964.4	804.8	1559.9	400.3	-300.4	980.1	579.8
6.5	1230.4	388.92	2035.1	804.8	1646.2	415.9	-316.0	1031.0	615.2
7.0	1295.3	374.49	2100.0	804.8	1725.5	430.3	-330.5	1077.9	647.6
7.5	1354.2	361.50	2159.0	804.8	1797.5	443.3	-343.4	1120.4	677.1
8.0	1411.0	349.98	2215.8	804.8	1865.8	454.8	-355.0	1160.3	705.5
8.5	1465.5	338.91	2270.3	804.8	1931.4	465.9	-366.0	1198.6	732.8
9.0	1514.0	329.32	2318.8	804.8	1989.5	475.5	-375.6	1232.5	757.0
9.5	1558.2	320.21	2362.9	804.8	2042.7	484.6	-384.7	1263.6	779.1
10.0	1595.7	311.95	2400.4	804.8	2088.5	492.8	-393.0	1290.7	797.8
10.5	1625.0	304.76	2429.8	804.8	2125.0	500.0	-400.2	1312.5	812.5
11.0	1653.5	298.66	2458.3	804.8	2159.6	506.1	-406.3	1332.9	826.8
11.5	1676.2	293.10	2481.0	804.8	2187.9	511.7	-411.8	1349.8	838.1
12.0	1696.6	288.32	2501.4	804.8	2213.1	516.5	-416.6	1364.8	848.3
12.5	1711.9	284.29	2516.7	804.8	2232.4	520.5	-420.7	1376.5	856.0
13.0	1722.7	281.24	2527.5	804.8	2246.3	523.5	-423.7	1384.9	861.4
13.5	1742.4	278.34	2547.2	804.8	2268.8	526.4	-426.6	1397.6	871.2
14.0	1760.6	272.16	2565.3	804.8	2293.2	532.6	-432.8	1412.9	880.3
14.5	1777.3	268.04	2582.1	804.8	2314.0	536.7	-436.9	1425.4	888.6
15.0	1797.0	262.40	2601.7	804.8	2339.3	542.4	-442.6	1440.9	898.5

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) (ASTM D4767)		SGC-LG-D04767
			Fecha 2017-11-18
			Versión: 00
			Página 4 de 5

Informe	20D04767-A05-006	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	V-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 02 - 200 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	1.4	705.0	906.4	905.0	201.3	200.0	0.0	200.7	0.7
0.5	70.6	734.2	975.6	905.0	241.5	170.9	29.1	206.2	35.3
1.0	149.8	725.5	1054.8	905.0	329.3	179.5	20.5	254.4	74.9
1.5	271.0	706.0	1176.0	905.0	469.9	199.0	1.0	334.5	135.5
2.0	413.8	678.8	1318.8	905.0	640.0	226.2	-26.2	433.1	206.9
2.5	574.0	645.6	1479.0	905.0	833.4	259.4	-59.4	546.4	287.0
3.0	729.9	611.6	1634.9	905.0	1023.3	293.4	-93.4	658.4	364.9
3.5	884.3	576.1	1789.3	905.0	1213.2	328.9	-128.9	771.0	442.1
4.0	1015.6	544.3	1920.6	905.0	1376.2	360.7	-160.7	868.5	507.8
4.5	1143.9	512.8	2048.9	905.0	1536.1	392.2	-192.2	964.2	572.0
5.0	1262.3	482.9	2167.3	905.0	1684.3	422.1	-222.1	1053.2	631.1
5.5	1364.5	456.2	2269.5	905.0	1813.3	448.8	-248.8	1131.0	682.3
6.0	1458.3	430.9	2363.3	905.0	1932.4	474.1	-274.1	1203.2	729.1
6.5	1543.3	408.9	2448.3	905.0	2039.3	496.1	-296.1	1267.7	771.6
7.0	1616.6	389.3	2521.6	905.0	2132.4	515.7	-315.8	1324.1	808.3
7.5	1685.6	371.5	2590.6	905.0	2219.2	533.5	-333.5	1376.3	842.8
8.0	1747.5	355.5	2652.5	905.0	2297.0	549.5	-349.5	1423.2	873.8
8.5	1800.6	341.6	2705.6	905.0	2364.1	563.4	-363.4	1463.7	900.3
9.0	1851.0	329.1	2756.0	905.0	2427.0	576.0	-376.0	1501.5	925.5
9.5	1895.4	318.0	2800.4	905.0	2482.4	587.0	-387.0	1534.7	947.7
10.0	1935.6	307.9	2840.6	905.0	2532.7	597.1	-397.1	1564.9	967.8
10.5	1967.0	299.4	2872.0	905.0	2572.6	605.6	-405.6	1589.1	983.5
11.0	1999.9	291.7	2904.9	905.0	2613.2	613.4	-413.4	1613.3	999.9
11.5	2028.5	284.5	2933.5	905.0	2649.0	620.5	-420.5	1634.7	1014.3
12.0	2049.9	278.4	2954.9	905.0	2676.4	626.6	-426.6	1651.5	1024.9
12.5	2066.9	273.0	2971.9	905.0	2698.9	632.0	-432.0	1665.4	1033.4
13.0	2076.6	268.9	2981.6	905.0	2712.7	636.1	-436.1	1674.4	1038.3
13.5	2087.9	265.5	2992.9	905.0	2727.3	639.5	-439.5	1683.4	1043.9
14.0	2088.9	263.2	2993.9	905.0	2730.7	641.8	-441.8	1686.3	1044.4
14.5	2095.8	261.8	3000.8	905.0	2738.9	643.2	-443.2	1691.1	1047.9
15.0	2111.4	260.7	3016.4	905.0	2755.7	644.3	-444.3	1700.0	1055.7

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

Informe de Ensayo		SGC-LG-D04767
	Ensayo de Compresión Triaxial		Fecha 2017-11-18
	Consolidado - No Drenado (CU)		Versión: 00
	(ASTM D4767)		Página 5 de 5

Informe	20D04767-A05-006	Fecha	2020-02-07
Solicitante	Cuya Calderón José Antonio / Paco Ayuque Raúl Eduardo	Calicata	V-1
Proyecto	Aplicación de agua salina en la modificación de los parámetros geotécnicos de suelos no cohesivos en Villa El Salvador, Chilca y Asia - Lima	Muestra	M-1-F
Ubicación	Villa El Salvador Km 25, Panamericana Sur	Prof. (m)	Superf.

ESPECIMEN N° 03 - 400 kPa									
Vertical Strain	Deviator Stress	Pore Pressure	Total Vertical Stress	Total Horizontal Stress	Effective Vertical Stress	Effective Horizontal Stress	Excess Pore Pressure	Effective p	q
%	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	Kpa
0.0	0.2	705.0	1104.7	1104.5	399.7	399.5	0.0	399.6	0.1
0.5	62.9	762.9	1167.4	1104.5	404.4	341.6	57.9	373.0	31.4
1.0	165.3	754.0	1269.8	1104.5	515.8	350.5	49.0	433.2	82.6
1.5	321.9	733.7	1426.4	1104.5	692.7	370.8	28.7	531.8	161.0
2.0	506.6	705.4	1611.1	1104.5	905.7	399.1	0.4	652.4	253.3
2.5	713.8	670.9	1818.3	1104.5	1147.4	433.6	-34.1	790.5	356.9
3.0	915.3	635.6	2019.8	1104.5	1384.2	468.9	-69.5	926.6	457.6
3.5	1115.0	598.7	2219.5	1104.5	1620.8	505.8	-106.3	1063.3	557.5
4.0	1284.7	565.7	2389.2	1104.5	1823.5	538.8	-139.3	1181.2	642.3
4.5	1450.7	532.9	2555.2	1104.5	2022.3	571.6	-172.1	1296.9	725.3
5.0	1603.5	501.9	2708.0	1104.5	2206.2	602.6	-203.2	1404.4	801.8
5.5	1735.8	474.1	2840.3	1104.5	2366.2	630.4	-230.9	1498.3	867.9
6.0	1857.0	447.8	2961.5	1104.5	2513.7	656.7	-257.2	1585.2	928.5
6.5	1966.9	425.0	3071.4	1104.5	2646.4	679.5	-280.1	1663.0	983.4
7.0	2061.8	404.5	3166.3	1104.5	2761.7	700.0	-300.5	1730.9	1030.9
7.5	2151.2	386.1	3255.7	1104.5	2869.6	718.4	-319.0	1794.0	1075.6
8.0	2231.0	369.5	3335.5	1104.5	2966.1	735.0	-335.5	1850.5	1115.5
8.5	2299.8	355.0	3404.3	1104.5	3049.4	749.5	-350.0	1899.4	1149.9
9.0	2364.8	342.0	3469.3	1104.5	3127.3	762.5	-363.1	1944.9	1182.4
9.5	2422.4	330.5	3526.9	1104.5	3196.4	774.0	-374.5	1985.2	1211.2
10.0	2474.2	320.0	3578.7	1104.5	3258.8	784.5	-385.0	2021.6	1237.1
10.5	2514.9	311.1	3619.4	1104.5	3308.3	793.4	-393.9	2050.8	1257.4
11.0	2557.4	303.1	3661.9	1104.5	3358.8	801.4	-401.9	2080.1	1278.7
11.5	2594.4	295.7	3698.9	1104.5	3403.2	808.8	-409.3	2106.0	1297.2
12.0	2622.1	289.4	3726.6	1104.5	3437.2	815.1	-415.7	2126.2	1311.0
12.5	2644.0	283.7	3748.5	1104.5	3464.8	820.8	-421.3	2142.8	1322.0
13.0	2656.6	279.4	3761.1	1104.5	3481.7	825.1	-425.6	2153.4	1328.3
13.5	2671.2	275.9	3775.7	1104.5	3499.8	828.6	-429.1	2164.2	1335.6
14.0	2672.5	273.5	3777.0	1104.5	3503.5	831.0	-431.5	2167.2	1336.2
14.5	2681.4	272.1	3785.9	1104.5	3513.9	832.4	-432.9	2173.1	1340.7
15.0	2701.6	271.0	3806.1	1104.5	3535.1	833.5	-434.1	2184.3	1350.8

ROGER VILCAPOMA MATOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106960

ANEXOS N°03

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 322: Los tesistas Raúl Paco y José Cuya realizando la obtención de muestra de agua salina de la playa en Villa María del Triunfo – Km 25 Panamericana Sur.

Figura 333: Vista panorámica del punto donde se obtuvo la muestra de agua salina de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.

Figura 344: Los tesistas Raúl Paco y José Cuya realizando la obtención de muestra de agua salina de la playa en Asia – Km 100 Panamericana Sur.

Figura 355: Vista panorámica del punto donde se obtuvo la muestra de arena de la playa en Villa María del Triunfo – Km 25 Panamericana Sur.

Figura 366: Vista panorámica del punto donde se obtuvo la muestra de arena de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.

Figura 377: Vista panorámica del punto donde se obtuvo la muestra de arena en el balneario de Asia – Km 100 Panamericana Sur.

Figura 388: Vista de la muestra arena de la playa en Villa María del Triunfo – Km 25 Panamericana Sur.

Figura 399: Vista de la muestra de arena de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.

Figura 40: Vista de la muestra de arena en el balneario de Asia – Km 100 Panamericana Sur.

Figura 41: Ensayos Químicos de las arenas en condiciones iniciales.

Figura 42: Ensayo de Sales de la muestra de agua de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.

Figura 43: Ensayo de Sales de la muestra de agua del balneario de Asia – Km 100 Panamericana Sur.

Figura 44: Toma del pH de la muestra de agua de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.

Figura 45: Toma del pH de la muestra de arena del balneario de Asia – Km 100 Panamericana Sur.

Figura 46: Ensayo Sales Solubles Totales de las muestras de aguas salinas.

Figura 47: Especimen sin sal seca de la muestra de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.

Figura 48: Especimen con sal seca de la muestra de la playa en Chilca – Km 70 Panamericana Sur.

Figura 49: Especimen en cámara de ensayo de Compresion Triaxial.

Figura 50: Especimen sin agua salina después del ensayo de Compresion Triaxial.

Figura 51: Especimen con agua salina después del ensayo de Compresion Triaxial.

Figura 52: Preparacion de especímenes para el ensayo de valor de soporte California Bearing Ratio (CBR).

Figura 53: Secado de especímenes para el ensayo de valor de soporte California Bearing Ratio (CBR).