



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y**  
**METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DEL ÁREA DE**  
**INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA**  
**CIMENTACIONES SUPERFICIALES.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. RENE ROMARIO COILA SUASACA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO GEÓLOGO**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

*En primer lugar, a Dios por darme el milagro de la vida, por estar siempre guiando e iluminando mi camino hacia cada objetivo personal y por siempre proteger de mi familia.*

***René Coila***



## AGRADECIMIENTOS

A nuestra alma mater Universidad Nacional del Altiplano, y especialmente a la Facultad de Ingeniería Geológica y Metalúrgica, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica que por medio de los docentes que impartieron en mi persona sus conocimientos para mi formación profesional.

Al Dr. Rolando V. Apaza Campos, Ing. Leonardo Mestas Pacompia y al Ing. Cesar Quispe Tito a quienes expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento por el permanente apoyo, valiosas enseñanzas y correcciones que han constituido en el pilar fundamental del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Armando Mamani Jilaja, a quien expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento por compartir sus conocimientos, sin los cuales la elaboración de la tesis no hubiera sido posible.

*René Coila*



## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 11**

**ABSTRACT..... 12**

### CAPITULO I

#### INTRODUCCIÓN

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 14**

1.1.1. Problema general ..... 14

1.1.2. Problemas específicos ..... 14

**1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ..... 14**

**1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN ..... 15**

1.3.1. Hipótesis general ..... 15

1.3.2. Hipótesis específicas ..... 15

**1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 15**

1.4.1. Objetivo general ..... 15

1.4.2. Objetivos específicos..... 15

### CAPITULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

**2.1. ANTECEDENTES..... 16**

2.1.1. Antecedentes locales ..... 16

2.1.2. Antecedentes nacionales..... 17

2.1.3. Antecedentes internacionales ..... 18



<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.2.1. Suelo y su origen .....	19
2.2.2. Clasificación de suelos .....	19
2.2.3. Cimentaciones .....	24
2.2.4. Cimentaciones Superficiales .....	25
2.2.5. Metodología de cálculo de cimentaciones superficiales .....	29
2.2.6. Factor de seguridad.....	40
2.2.7. Criterios de Asentamiento .....	41
2.2.8. Estratigrafía .....	42

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>47</b>
3.1.1. Tipo de investigación .....	48
3.1.2. Método de investigación.....	48
3.1.3. Población y muestra .....	48
3.1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	49
<b>3.2. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>51</b>
3.2.1. Procesamiento y análisis de campo .....	51
3.2.2. Procesamiento y análisis de Laboratorio .....	53
3.2.3. Procesamiento y análisis de Gabinete .....	54

### **CAPITULO IV**

#### **CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

<b>4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>56</b>
4.1.1. Clima .....	57
4.1.2. Estratigrafía Local .....	59

### **CAPITULO V**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
---	-----------



5.1.1. Ensayos de laboratorio .....	61
<b>5.2. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE .....</b>	<b>65</b>
<b>5.3. DISCUSIÓN .....</b>	<b>67</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>76</b>

**área:** Ingeniería geotécnica

**Tema:** evaluación geológica geotécnica, para cimentaciones superficiales

**Fecha de sustentación:** 25 de mayo de 2022



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Sistema de clasificación (S.U.S.C) – Suelo grueso. ....	20
<b>Tabla 2.</b> Sistema de clasificación (S.U.S.C) – Suelo Fino.....	21
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de suelos método AASHTO .....	22
<b>Tabla 4.</b> Valores de factores de carga de $N\gamma$ de Kumbhojkar 1993. ....	33
<b>Tabla 5.</b> Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi en falla local de suelos. ....	35
<b>Tabla 6.</b> Factores de capacidad de carga modificadas por Meyerhof en suelos .....	38
<b>Tabla 7.</b> Número de puntos de exploración .....	49
<b>Tabla 8.</b> Normas de referencia para ensayos de suelos en laboratorio .....	50
<b>Tabla 9.</b> Ubicación de calicatas exploradas para el proyecto .....	51
<b>Tabla 10.</b> Resultado de clasificación SUCS .....	54
<b>Tabla 11.</b> Ubicación geográfica del área de estudio .....	56
<b>Tabla 12.</b> Precipitación media mensual de estaciones consideradas en el ámbito del estudio.....	58
<b>Tabla 13.</b> Resultado del ensayo de densidad de campo, método cono de arena.....	61
<b>Tabla 14.</b> Resultados del ensayo de humedad natural .....	62
<b>Tabla 15.</b> Resultados del ensayo de límites de atterberg .....	62
<b>Tabla 16.</b> Resultados del ensayo de corte directo .....	63
<b>Tabla 17.</b> Resultados de la clasificación de suelos .....	63
<b>Tabla 18.</b> Resultados de peso específico.....	64
<b>Tabla 19.</b> Resultados de los ensayos químicos .....	64
<b>Tabla 20.</b> Resumen de resultados de capacidad admisible a 1.50 m .....	65
<b>Tabla 21.</b> Resumen de resultados de capacidad admisible a 2.00 m .....	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distinción entre una cimentación superficial y una cimentación profunda. ..	25
<b>Figura 2.</b> Zapatas aisladas.....	26
<b>Figura 3.</b> Zapatas corridas.....	27
<b>Figura 4.</b> Losas de cimentación .....	27
<b>Figura 5.</b> Fallas por corte .....	29
<b>Figura 6.</b> Método de Terzagui .....	30
<b>Figura 7.</b> Mecanismo de falla poco profundo según Terzaghi .....	31
<b>Figura 8.</b> Modelo de falla de cimentación infinita, poco profunda, de Meyerhof .....	36
<b>Figura 9.</b> Columna estratigráfica de Chincha .....	46
<b>Figura 10.</b> Excavación de calicatas con retroexcavadora .....	52
<b>Figura 11.</b> Muestreo de suelo en situ .....	52
<b>Figura 12.</b> Ensayo de densidad de campo en situ .....	53
<b>Figura 13.</b> Procesamiento y análisis en laboratorio .....	54
<b>Figura 14.</b> Ubicación distrital del área de estudio .....	57
<b>Figura 15.</b> Ubicación de las estaciones pluviométricas en la cueca del Rio Chincha ...	58
<b>Figura 16.</b> Columna estratigráfica local.....	60
<b>Figura 17.</b> Mapa de zonificación sísmica .....	60
<b>Figura 18.</b> Mapa de isovalores de capacidad admisible a 1.50 m.....	66
<b>Figura 19.</b> Mapa de isovalores de capacidad admisible a 2.00 m.....	67
<b>Figura 20.</b> Mapa de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial .....	69
<b>Figura 21.</b> Imagen satelital del año 2000.....	69
<b>Figura 22.</b> Imagen satelital del año 2021 .....	69



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Registro de excavación de calicatas .....	76
Anexo B: Ensayo de contenido de humedad .....	84
Anexo C: Ensayo de análisis granulométrico por tamizado .....	84
Anexo D: Ensayo de constantes físicos .....	101
Anexo E: Ensayo de peso específico relativo de solidos.....	109
Anexo F: Ensayo de corte directo.....	110
Anexo G: Ensayo químico de suelo.....	126
Anexo H: Ensayo de densidad de campo.....	127
Anexo I: Calculo de cimentaciones .....	129
Anexo J: Mapa de ubicación de calicatas .....	135
Anexo K: Mapa geológico local .....	136
Anexo L: Mapa de isovalores de capacidad admisible a 1.50 m.....	137
Anexo M: Mapa de isovalores de capacidad admisible a 2.00 m.....	138



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- INGEMMET** : Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
- WGS-84** : World Geodetic System 84 – Sistema Geodésico Mundial 1984.
- UTM** : Universal Transverse Mercator.
- SUCS** : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- AASHTO** : Asociación Estadounidense de funcionarios de Carreteras y Transportes del Estado.
- NTP** : Norma Técnica Peruana.
- NTE** : Norma técnica de edificaciones.
- RNE** : Reglamento Nacional de Edificaciones.
- GPS** : Sistema de Posicionamiento Global.
- SENAMHI** : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
- ASTM** : American Society for Testing Materials



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Rio Chincha (Chico), trayectoria que atraviesa por los distritos de Alto Laran y Chincha Baja, de la Provincia de Chincha, Región Ica. El objetivo del estudio, fue evaluar el comportamiento geotécnico de los suelos aluviales que se presentan en ambas márgenes del Rio, en una distancia aproximada de 12 Km. La zona de interés de estudio se encuentra dentro del área destinada para proyectos urbanísticos y zona de riesgos geológicos, donde se evaluó las características geotécnicas para la construcción de estructuras de defensa. Los estudios específicos de levantamiento de información de campo se realizaron siguiendo reglamento nacional de construcciones, NORMA E.050 (suelos y cimentaciones), donde se establece los procedimientos de muestreo en calicatas, ensayos de laboratorio y ensayos en situ. Geológicamente está conformada por suelos aluviales de composición homogénea gravas mal graduadas con arena y bloques. Se ubicaron puntos de muestreo cada 1000 metros, cubriendo la totalidad de la zona de interés del estudio. Del análisis e interpretación de la granulometría de los suelos de las calicatas, se determinó que en la zona predominan gravas pobremente gradadas, a excepción de la calicata n°06 (C-6) arena pobremente gradada. El contenido de humedad varía entre 1.84 – 6.97%, densidad de campo varía entre 2.03 – 2.22 Gr/cm<sup>3</sup>, ensayo de corte directo varía entre 0.00 – 0.05 Kg/cm<sup>2</sup> en su cohesión y el ángulo de fricción varían entre 29° - 34°. La capacidad admisible del suelo varía entre 2.2 Kg/cm<sup>2</sup> – 9.2 Km/cm<sup>2</sup> que fueron estimados según los métodos de Terzaghi, Meyerhof, Vesic, para profundidades de desplante de 1.50 m y 2.00 m, para una cimentación corrida de 2.00 m x 2.00 m.

**Palabras clave:** Capacidad admisible, Cimentaciones superficiales, Consolidación de suelos, Geotecnia, Profundidad de desplante.



## ABSTRACT

The present research work was carried out in the Chíncha (Chico) River, a trajectory that crosses the districts of Alto Laran and Chíncha Baja, in the Province of Chíncha, Ica Region. The objective of the study was to evaluate the geotechnical behavior of the alluvial soils on both banks of the Chico River, the study area of interest is located within the area destined for urban development projects and geological risk zone, where the geotechnical characteristics for the construction of defense structures were evaluated. The specific studies of field information were carried out following the national building regulations, STANDARD E.050 (soils and foundations). Which establishes the sampling procedures in test pits, laboratory tests and in situ tests. Geologically, the area is made up of alluvial soils of homogeneous composition, poorly graded gravels with sand and blocks. Sampling points were located every 1000 meters, covering the entire area of interest of the study. From the analysis and interpretation of the granulometry of the soils in the test pits, the following results were obtained, it was determined that poorly graded gravels predominate in the area, with the exception of test pit #06 (C-6) poorly graded sand. The moisture content varies between 1.84 - 6.97%, field density varies between 2.03 - 2.22 Gr/cm<sup>3</sup>, direct shear test varies between 0.00 - 0.05 Kg/cm<sup>2</sup> in its cohesion and the friction angle varies between 29° - 34°. The admissible capacity of the soil varies between 2.2 Kg/cm<sup>2</sup> - 9.2 Km/cm<sup>2</sup> which were estimated according to the methods of Terzaghi, Meyerhof, Vesic, for slump depths of 1.50 m and 2.00 m, for a 2.00 m x 2.00 m strip foundation.

**Keywords:** Admissible capacity, Geotechnic, Depth of lunge. Shallow foundations, Soil consolidation.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

Los distritos de Chíncha Baja y Alto Laran, por su ubicación geológica y geomorfológica local, es una zona vulnerable a diferentes tipos de riesgos geológicos, dentro de ellos uno de los más resaltante es efectos de la dinámica fluvial, que ocasionan inundaciones por el aumento del caudal del Río Chíncha, la cual afecta la estabilidad de los suelos que son de baja capacidad portante por la presencia de grandes volúmenes de agua en épocas de esorrentía, el Río Chíncha ocasiona inundaciones en su trayectoria afectando a los centros poblados asentados en zonas ribereñas donde se encuentran asentamientos urbanos que se instalaron en las últimas décadas, las cuales se encuentran en zonas de riesgo por inundaciones, cuyas familias se instalaron sin conocer las condiciones de seguridad. Dentro de las consideraciones descritas, se realizó el presente trabajo de investigación, en los márgenes del área de influencia directa del Río Chíncha, que atraviesa los distritos de Chíncha Baja y el Alto Laran; en este escenario es de vital importancia conocer el comportamiento geotécnico de los suelos a fin de construir obras de encauzamiento y de defensa ribereña para proteger los asentamientos instalados en las márgenes del Río Chíncha, así mismo incorporar nuevas áreas para la expansión de proyectos urbanísticos de manera segura en bien de la población.



## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La crecida del Rio Chincha en épocas de precipitaciones, ocasionan inundaciones por el aumento del caudal del Rio Chincha, generando desborde, deslizamiento, daños en la infraestructura de las viviendas ubicadas en las proximidades del rio. Conociendo esta problemática, se determinó realizar estudios geotécnicos, para recomendar en el diseño apropiado de cimentación para edificaciones urbanas y de estructuras de defensas ribereñas que permita proteger de los impactos de desborde e inundación. En la actualidad el distrito del Chincha Baja y Alto Laran presenta un crecimiento poblacional debido a la migración de numerosas familias a la ciudad, que provienen de diferentes lugares, las cuales se instalan de manera informal formando asentamientos urbanos cercanos a la ribera del Rio Chincha.

### **1.1.1. Problema general**

¿Cuáles son las condiciones geotécnicas de los suelos de las márgenes del Rio Chincha, para cimentaciones superficiales?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Qué tipo de suelos están presentes dentro del área de influencia directa del Rio Chincha?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Las precipitaciones pluviales, ocasionan inundaciones por el constante aumento del caudal del Rio Chincha (chico), dejando cuantiosas pérdidas económicas de relevancia social y en algunos casos pérdida de vidas humanas. Por tal motivo fue necesario realizar una evaluación geotécnica a lo largo del cauce del Rio Chincha. De tal manera proponer un diseño de cimentación poco profundas para la construcción de viviendas familiares y estructuras de defensa que ayuden a prevenir inundaciones.



### **1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Hipótesis general**

Las condiciones geotécnicas no son aptas para edificaciones. Las estabilidades de los suelos aluviales son de baja capacidad portante por la presencia de grandes volúmenes de agua en épocas de escorrentía.

#### **1.3.2. Hipótesis específicas**

- El área de interés de estudio está emplazada en suelos de origen aluvial, conjunto de partículas de diferentes tamaños, forma y composición formados por la meteorización de la roca basal. Agregados de diferente granulometría como; bolones, gravas, arenas. Las cuales no presentan plasticidad, por considerarse friccionantes o no cohesivos.

### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar las condiciones geológicas y geotécnicas de los suelos del área de influencia directa del río Chíncha, para cimentaciones superficiales.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos aluviales del área de influencia directa al Río Chíncha.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Antecedentes locales

Según el estudio de control de desbordes e inundaciones del Rio Chincha, realizado por el consorcio valles vulnerables, se determinó la presencia de suelos gravosos de matriz arenoso con limos. (Consortio de Ingenieria Valles Vulnerables, 2018).

El instituto Nacional de Defensa Civil en el año 2011, elaboro el mapa de peligros y plan de uso de suelos, donde se determinó la presencia de material sedimentario, clasificado como cuaternario Aluvial y cuaternario Fluvial, compuesta por limo, arena, grava y bolones. (INDECI, 2001).

(Alvarado, 2011), Según el estudio del programa de apoyo a la gestión integral del riesgo de desastres naturales a nivel urbano, ATDM/MD-11383-PE, en su componente I: evaluación de riesgos en zonas urbanas; estudio complementario de las condiciones de riesgo de desastres en la ciudad de Chincha. Determina desde el punto lito estratigráfico, está cubierto por sedimentos aluviales recientes, constituido por gravas de origen ígneo, mal surtidas, mezcladas con arena y arcilla con limo, bajo la forma de cieno por las avenidas del Rio Chincha. Material predomina en todo el valle de Chincha, su espesor vario de 100 a 200 m.



### 2.1.2. Antecedentes nacionales

(Adin, 2016), Presento su tesis "Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquipata del distrito de Anta", Lo cual concluye que la capacidad admisible obtenida por Terzagui brinda mayor seguridad estructural que la del método de Meyerhof.

(Cañi & Gomez, 2018), Presento su tesis " Propuesta técnica para cimentaciones de viviendas ubicadas en el sector VII del Distrito de Alto Alianza – Tacna - 2018". Lo cual concluye que los resultados permiten proponer una cimentación superficial del tipo de zapata aislada y zapata combinada las cuales cumplen con los criterios de verificación correspondientes, tomando como referencia la capacidad admisible más crítica. Presenta suelos de carácter friccionante (SW Y SM).

(Laura, 2015), Presento su tesis " Evaluación de la capacidad predictiva de los métodos de estimación del comportamiento mecánico de los suelos lacustres de la bahía de Puno, para cimentaciones superficiales". Lo cual concluye que la capacidad de carga admisible tiene valores altos diferentes, influenciados por los factores de corrección de forma, profundidad e inclinación de cada método, para zapatas de pequeñas dimensiones (<1.50m) reduciéndose hasta aproximadamente dimensiones .de 10 m, luego de esto aumentan con diferente intensidad.

(Santa Cruz, 2018), Presento su tesis "zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritos Del Distrito de Soritos". Lo cual concluye que se realizaron los análisis necesarios para obtener la capacidad portante del suelo. Se obtuvieron los siguientes tipos de suelos: arcillas de baja plasticidad (CL), arenas con finos componentes arcillosos (GC).



(Cruz, 2016), Presento su tesis "Análisis Geotécnico y propuesta de cimentaciones sobre relleno en la zona NOR-OESTE de la ciudad de Juliaca". Lo cual concluye que los suelos presentes presentan una granulometría sin diámetro efectivo, por lo que no se puede determinar el coeficiente de curvatura ni el coeficiente de uniformidad, en los límites de consistencia, el límite de plasticidad es mayores a 9.24%, siendo valores muy altos; se clasifican como suelos SC, CH Y CL.

Geología de los cuadrángulos de Mala, Lunahuana, Tupe, Conayca, Chincha, Tantara y Castrovirreyna. Lo cual concluye que la columna estratigráfica del bloque de cuadrángulos estudiados comprende una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que en edad van desde el Triásico superior hasta el cuaternario reciente. (INGEMMET, 1993).

### **2.1.3. Antecedentes internacionales**

Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas. Lo cual concluye que una buena extracción y tallado de muestra de suelo para el ensayo triaxial y el corte directo permite obtener resultados confiables para determinar la capacidad de carga y observar el comportamiento del mismo en estado natural. Las ecuaciones de Meyerhof, Hansen y Vesic para cimentaciones superficiales proporcionan la mayoría de veces resultados muy cercanos entre sí. Dependiendo de la ecuación de capacidad de carga utilizada, el factor de seguridad varía en función de la cantidad de datos disponibles y utilizados, a mayor cantidad de datos utilizados, el factor de seguridad debe disminuir. (Nij Patzan, 2009).



## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Suelo y su origen**

A través de un proceso de desintegración mecánica y descomposición química, las rocas de la corteza terrestre forman los materiales sueltos que se encuentra en ella. El termino suelo ha sido definido de diferentes maneras, ya sea que dicha definición provenga del geólogo, del agrónomo o del ingeniero civil. El geólogo define al suelo como el material resultante de la descomposición y desintegración de la roca por el ataque de agentes atmosféricos. (Chiossi, 2013)

Para el geólogo el suelo es todo material intemperizado en el lugar que ahora se encuentra y con contenido de material orgánica cerca de la superficie; esta definición peca de parcial en ingeniería, al no tomar en cuenta los materiales transportados no intemperizados posteriormente a su transporte. Para los fines de obra, la palabra suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo. (Juarez Badillo & Rico Rodriguez, 1999).

### **2.2.2. Clasificación de suelos**

Dada la gran variedad de suelos que se presentan en la naturaleza, la mecánica de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos. Cada uno de estos métodos tiene, prácticamente, su campo de aplicación según la necesidad y uso que haya fundamentado. Y así se tiene la clasificación de los suelos según tamaño de partículas, la clasificación de la Asociación americana de funcionarios de caminos públicos, el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S). (Crespo, 2008).

### 2.2.2.1. Sistema unificado de clasificación de suelos (s.u.c.s)

Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos. La tabla 1, tabla 2; presentan la clasificación del sistema unificado, como puede observarse en dicha tabla; los suelos de partículas gruesas y los suelos de partículas finas se distinguen mediante el cribado del material por la malla N°200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicha malla y los finos a los que le pasan, y así un suelo se considera grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en la malla N°200, y fino si más del 50% de sus partículas son menores. (Crespo, 2008).

Tabla 1  
Sistema de clasificación (S.U.S.C) – Suelo grueso.

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLOS DEL GRUPO	DENOMINACIÓN TÍPICA	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN			
SUELOS DE GRANO GRUESO Más del 50% es retenido en el tamiz n° 200	GRAVAS 5.0% o más de la fracción gruesa es retenido por el tamiz n° 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas y mezclas grava-arena bien graduadas, con pocos finos o sin finos	Clasificación basada en el porcentaje de finos que pasan por el tamiz n° 200 (0,080 UNE) Menos del 5%: GW, GP, SW, SP Más del 12%: GM, GC, SM, SC Del 5 al 12%: Casos intermedios que requieren el uso de doble símbolo	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$ entre 1 y 3  Cuando no se cumplen simultáneamente las dos condiciones para GW	
			GP	Gravas y mezclas grava-arena mal graduadas, con pocos finos o sin finos			
		GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo		Debajo de la línea A o IP < 4	Los casos intermedios requieren doble símbolo
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla		Por encima de la línea A o IP > 7	
	ARENAS Más del 50 % de la fracción gruesa pasa por el tamiz n° 4	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas y arenas con grava bien graduadas, con pocos finos o sin finos	Clasificación basada en el porcentaje de finos que pasan por el tamiz n° 200 (0,080 UNE) Menos del 5%: GW, GP, SW, SP Más del 12%: GM, GC, SM, SC Del 5 al 12%: Casos intermedios que requieren el uso de doble símbolo	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$ entre 1 y 3  Cuando no se cumplen simultáneamente las dos condiciones para SW	
			SP	Arenas y arenas con grava mal graduadas, con pocos finos o sin finos			
		CON	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo		Debajo de la línea A o IP < 4	Los casos intermedios requieren doble símbolo
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		Por encima de la línea A o IP > 7	

Fuente: Fuente: (Herrera & Mejia, 2016)

Tabla 2

*Sistema de clasificación (S.U.S.C) – Suelo Fino.*

SUELOS DE GRANO FINO 50% o más pasa por el tamiz n° 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido igual o menor que 50	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas	
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos con mico o diatomeas, limos elásticos	
		CH	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media o elevada	
SUELOS DE ESTRUCTURA ORGÁNICA	PT	Turbas, fangos y otros suelos de alto contenido orgánico	Fácilmente identificables por la presencia de raíces, hojas y materia vegetal fibrosa en descomposición, así como su color marrón oscuro ó negro, su olor y su tacto suave y esponjoso	

Fuente: (Herrera & Mejia, 2016)

### 2.2.2.2. Clasificación de suelos AASHTO (Asociación Estadounidense de funcionarios de Carreteras y Transportes del Estado).

Es ampliamente utilizado para clasificar el suelo para la construcción de carreteras, autopistas y aeródromos (pistas de aterrizaje, calles de rodaje) especialmente para material de subrasante. Los requisitos previos del sistema de clasificación AASHTO son: Análisis mecánico, límite líquido, índice de plasticidad. (Bookcivil, 2019).

Grava es la fracción que pasa el tamiz 75 mm y se retiene en el tamiz n°10 (2 mm) de EE.UU. Arena es la fracción que pasa el tamiz # 10 y se retiene en el tamiz # 200. Limo y arcilla es la fracción que pasa el tamiz # 200. La plasticidad se clasifica limoso cuando  $IP < 10$  y arcilloso cuando  $IP > 11$ . Los suelos se clasifican en ocho grupos, A-1 a A-8. Los grupos principales A-1, A-2 y a-3 representan los suelos de grano grueso y los

A-4, A-5, A-6 y A-7 representa suelos de grano fino. A-8 se identifican mediante inspección visual. Los rangos de LL y PI para los grupos A-4, A-5 A-6 y A-7 se muestran en la siguiente tabla N°03.

Tabla 3  
*Clasificación de suelos método AASHTO*

Clasif. General	Materiales Granulares ( 35% o menos pasa la malla n° 200 )							Limos y Arcillas ( 35% pasa malla n° 200 )			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Subgrupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5/A - 7 - 6
% que pasa tamiz :											
N° 10	50 máx										
N° 40	30 máx	50 máx	51 mín								
N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	
Caract. Bajo N° 40											
LL				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
IG	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipo de material	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos arcillosos	
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo			

**El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 5 es menor o igual a ( LL - 30 )**  
**El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 6 es mayor a ( LL - 30 )**

Fuente: (Herrera & Mejia, 2016)

Grupo A-1. El material típico de este grupo es una mezcla bien graduada de fragmentos de piedra o gravas, arena gruesa, arena fina y un aglutinante de suelo no plástico o de plástico ligero. Este grupo también incluye fragmentos de piedra, gravas, arena gruesa, cenizas volcánicas, etc., sin un aglutinante bien clasificado de material fino. El subgrupo A-1-a incluye aquellos materiales que consisten predominantemente en fragmentos de piedra o grava, con o sin un aglomerante bien clasificado de material fino. El subgrupo A-1-b incluye aquellos materiales que consisten predominantemente en arena gruesa con o sin un aglomerante de suelo bien graduado. Grupo A-3. El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina soplada en el desierto sin finos limosos o arcillosos o con una pequeña cantidad de limo no plástico. Este grupo incluye también mezclas depositadas por la corriente de arena fina mal graduada y cantidades limitadas de arena gruesa y grava. Grupo A-2. Este grupo incluye una amplia variedad de



materiales “granulares”, que están en el límite entre los materiales que caen en los grupos A-1 y A-3 y los materiales de arcilla limosa del grupo A-4 a A-7. Incluye cualquier material que no supere el 35% del cual pase un tamiz # 200 y que no pueda clasificarse como A-1 o A-3 debido a que tenga un contenido de finos o plasticidad, o ambos, que excedan las limitaciones para esos grupos. Grupo A-4. El material típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, el 75% o más del cual generalmente pasa el tamiz # 200. El grupo también incluye una mezcla de tierra fina y limosa y hasta 64% de arena y grava retenida en el tamiz # 200. Grupo A-5. El material típico de este grupo es similar al descrito en el Grupo A-4, pero puede ser muy elástico, como lo indica el límite alto de líquido. Grupo A-6. El material típico de este grupo es un suelo de arcilla plástica del 75% o más del cual generalmente pasa el tamiz # 200. El grupo también incluye mezclas de suelo arcilloso fino y hasta 64% de arena y grava retenidas en el tamiz # 200. Los materiales de este grupo generalmente tienen un cambio de volumen alto entre los estados húmedo y seco. Grupo A-7. El material típico de este grupo es similar al descrito en el Grupo A-6, pero tiene las características de los límites de líquidos altos del grupo A-5 y puede ser elástico y estar sujeto a grandes cambios de volumen. El subgrupo A-7-5 incluye aquellos materiales que tienen índices de plasticidad moderados en relación con el límite de líquido y que pueden ser altamente elásticos y estar sujetos a cambios considerables de volumen. El subgrupo A-7-6 incluye aquellos materiales que tienen altos índices de plasticidad en relación con el límite de líquido y que están sujetos a cambios de volumen extremadamente altos. Grupo A-8. El material típico de este grupo es el suelo de turba y lodo que normalmente se encuentra en áreas obviamente inestables y pantanosas. (Bookcivil, 2019).



### 2.2.3. Cimentaciones

(Laura, 2015), Se define que la cimentación es la transición, y solución del problema de la transmisión de cargas, entre dos medios con consistencia y características diferentes, el concreto de las estructuras y el suelo como disipador de esfuerzos. Esta transición está compuesta de dos partes: el elemento estructural encargado de transmitir las cargas al terreno próximo, o cimiento, y la zona del terreno afectada por los esfuerzos que produce la carga, o terreno de fundación.

Generalmente se denomina cimentación a la parte baja de una estructura, su función es transferir la carga de la estructura al suelo sobre el que está descansando. Una cimentación diseñada adecuadamente es una que transfiere la carga a lo largo del suelo sin sobrecargarlo. Sobre esforzar el suelo puede resultar en asentamientos excesivos o falla del corte del mismo, ambos dañando la estructura. (Braja, 2014).

La diferencia entre los tipos de cimentaciones mencionados reside en que las cimentaciones designadas como profundas las presiones transmiten al suelo en dos partes; por la base y por la fricción lateral del cimiento contra el suelo, y esas dos partes tienen magnitudes comparables, en cuanto que en las cimentaciones llamadas superficiales la parte debida a la fricción lateral es despreciable en comparación a la primera. (Laura, 2015). (Ver figura 1).

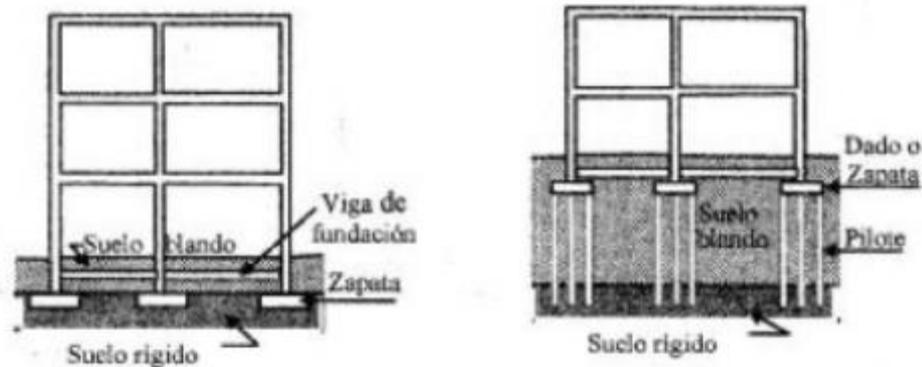


Figura 1. Distinción entre una cimentación superficial y una cimentación profunda.  
Fuente: (Rivera , 2019)

#### 2.2.4. Cimentaciones Superficiales

Se les conoce como cimentaciones superficiales a aquellas cuya profundidad de desplante es menor o igual que el ancho de la misma, pero también se sugiere que se tomen como cimentaciones superficiales aquellas cuya profundidad de desplante sea menor o igual a tres o cuatro veces el ancho de la cimentación. Entre este tipo de cimentaciones se encuentra las zapatas aisladas, las cimentaciones corridas y las losas de cimentación. (Nij Patzan, 2009).

Aquellas en la cual la relación profundidad/ancho ( $Df/B$ ) es menor o igual a 5, siendo  $Df$  la profundidad de cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

##### 2.2.4.1. Clasificación

Los tipos más frecuentes de cimentación superficial son las zapatas aisladas, las zapatas corridas y las losas de cimentación:

*Las zapatas aisladas* son elementos de la estructura comúnmente cuadrada o rectangular, que tienen por función transmitir la carga de las columnas al terreno en una mayor área. (Ver figura 2). Para transmitir la presión adecuada a la capacidad de carga del suelo y tomando en cuenta su efecto en los posibles asentamientos; se construyen comúnmente de concreto armado. (Medrano, 2008).

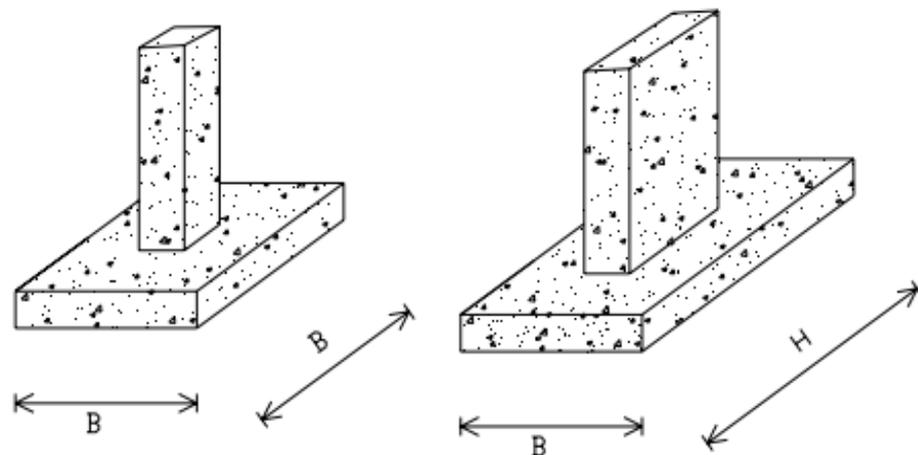
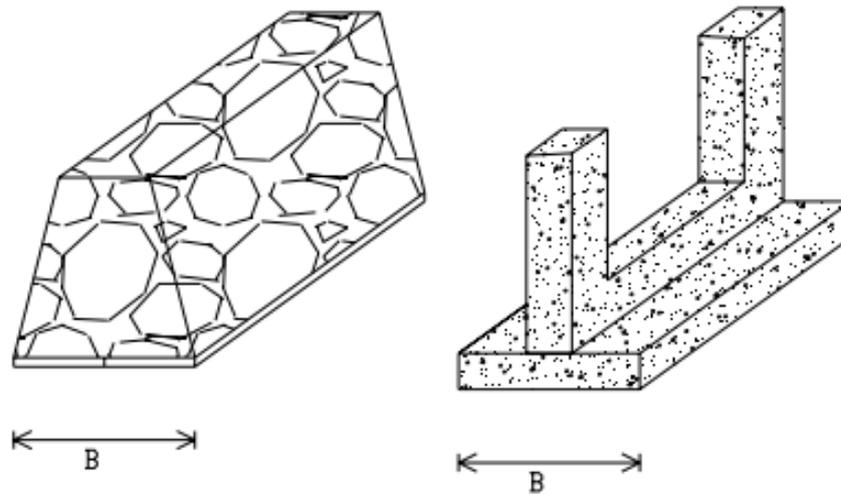


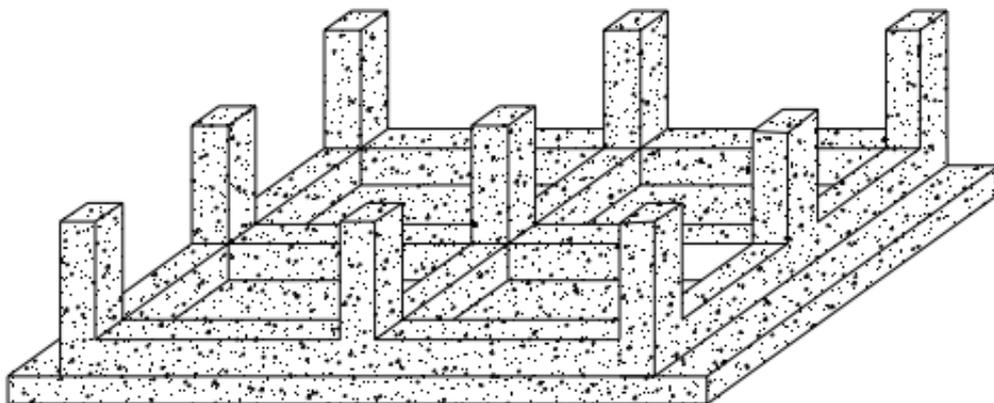
Figura 2. Zapatas aisladas  
Fuente: (Medrano, 2008)

*Las zapatas corridas* son también elementos de la subestructura, que tienen por función transmitir la carga de muros o varias columnas al terreno en una mayor área, para transmitir la presión adecuada a la capacidad de carga del suelo tomando en cuenta su efecto en los posibles asentamientos. (Ver figura 3). Se constituyen comúnmente de mampostería o concreto armado. (Medrano, 2008).



*Figura 3. Zapatas corridas*  
Fuente: (Medrano, 2008)

*Losas de cimentación* cuando la capacidad de carga del suelo es baja y el tamaño de las zapatas requeridas es grande y pocas prácticas, puede ser una mejor solución construir toda la estructura sobre una losa de concreto armado. (Ver Figura 4). (Medrano, 2008).



*Figura 4. Losas de cimentación*  
Fuente: (Medrano, 2008)



#### ***2.2.4.1. Capacidad ultima de carga de cimentaciones superficiales***

Se puede definir como capacidad de carga, a la carga por unidad de área bajo la fundación donde se puede producir la falla por corte, es decir, es mayor la presión unitaria que el suelo puede resistir sin llegar al estado plástico. Al cargar un suelo de fundación su superficie sufre asentamientos que se pueden graficar en función de la carga unitaria o presión media. La falla de la fundación supone asientos importantes, giro y vuelco de la estructura, según la estructura y el tipo de suelo la falla puede producirse de tres formas. (Ver figura 5).

- a) *Por rotura general:* Se produce una superficie de rotura continua que arranca en la base de la zapata y aflora a un lado a un lado de la misma a cierta distancia. Esta es la rotura típica de arenas densas y arcillas blandas en condiciones de cargas rápidas sin drenaje. (Adin, 2016).
- b) *Por punzonamiento:* La cimentación se hunde cortando el terreno en su periferia con un desplazamiento aproximadamente vertical. (Adin, 2016).
- c) *Por rotura local:* Se plastifica el suelo en los bordes de la zapata y bajo la misma, sin que lleguen a formarse superficie continua de rotura hasta la superficie. Esto es típico en arcillas y limos blandos y en arenas medias a sueltas. (Adin, 2016).

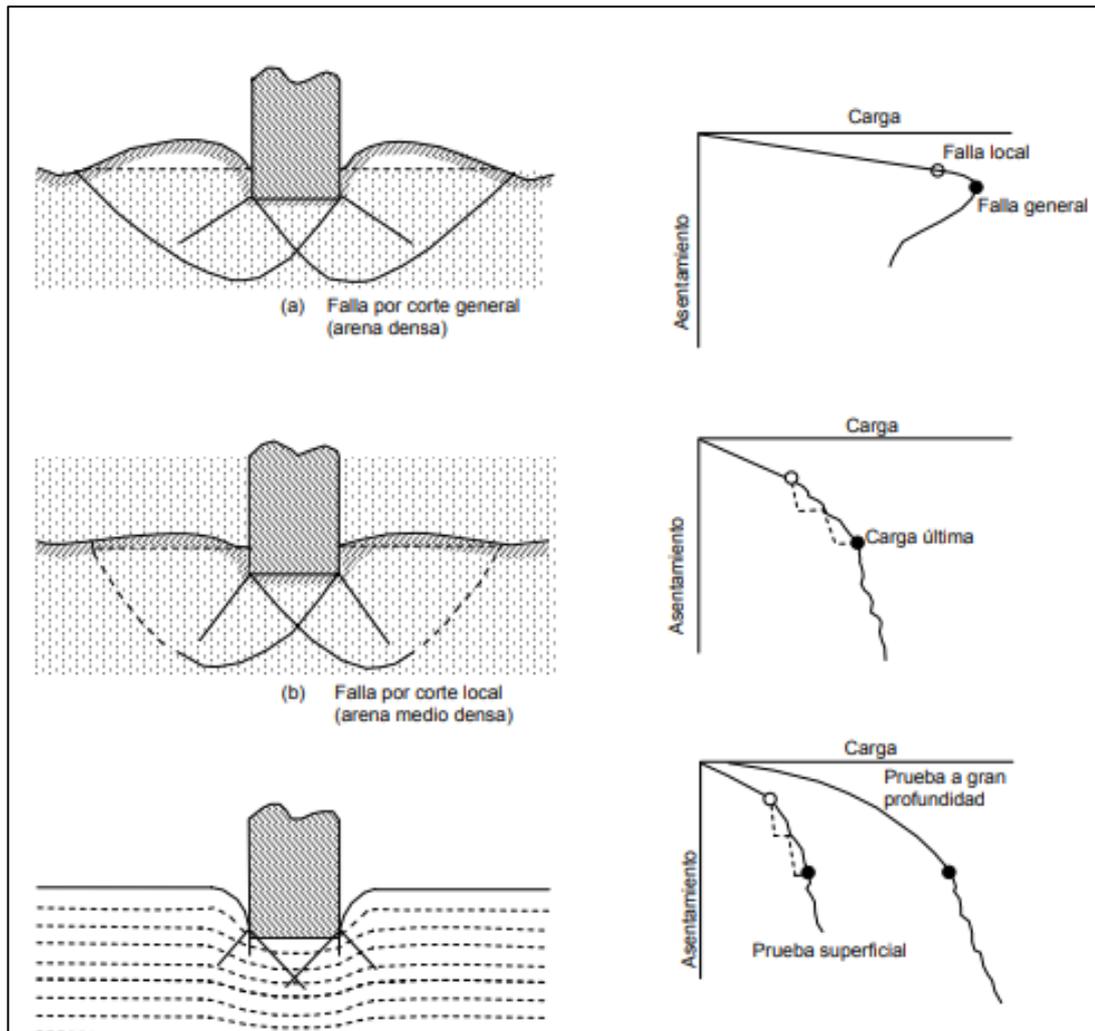


Figura 5. Fallas por corte  
Fuente: (Medrano, 2008)

## 2.2.5. Metodología de cálculo de cimentaciones superficiales

### 2.2.5.1. Teoría de Karl A. Terzaghi (1943)

La teoría de Terzaghi (1943), para determinar la capacidad de carga de un suelo cubre el caso más general, pues se aplica a suelos con cohesión y/o fricción, y se considera la teoría más usada para determinar la capacidad de carga en cimientos poco profundos (aquellos en que el ancho del cimiento  $B$ , es igual o mayor a la distancia vertical entre el nivel del terreno y la base del cimiento,  $D_f$ ). (Ver figura 6).

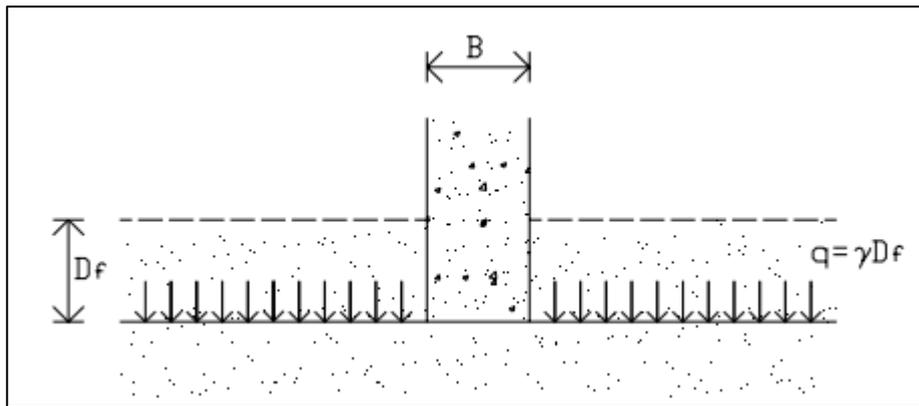


Figura 6. Método de Terzagui  
Fuente: (Medrano, 2008)

Inicialmente Karl Von Terzaghi sugirió que las cimentaciones superficiales poseen una profundidad menor o igual que el ancho de la misma, para luego presentar una teoría completa para este tipo de cimentaciones. Años más tarde sugirió otra teoría para cimentaciones corridas, además que en ese tipo de cimentaciones la falla en el suelo, bajo carga última, puede suponerse similar a los mostrados en la (Ver Figura 7). El efecto del suelo sobre el fondo de la cimentación puede también suponerse por una sobrecarga efectiva equivalente al producto del peso específico del suelo por la profundidad de cimentación. La zona de falla bajo la cimentación puede separarse en tres partes. (Terzaghi, 1943).

Zona I, Es la que se encuentra inmediatamente debajo de la cimentación, tiene forma de cuña y no puede penetrar en el suelo a menos que la presión de los lados AC Y BC alcance la presión pasiva del suelo adyacente.

Zona II, es una zona de falla denominada zona de corte radial, y las grandes deformaciones que provocan un levantamiento de la Zona III, la cual trata de resistir a dicho levantamiento con el peso del material de la misma.

La resistencia de la Zona III variara de acuerdo a su tamaño, con el peso volumétrico del material y con la resistencia al desplazamiento a lo largo de la parte inferior CDE de dicha zona, resistencia que es función del Angulo de fricción interna, de la cohesión y del peso del suelo. (Terzagui & Peck, 1955).

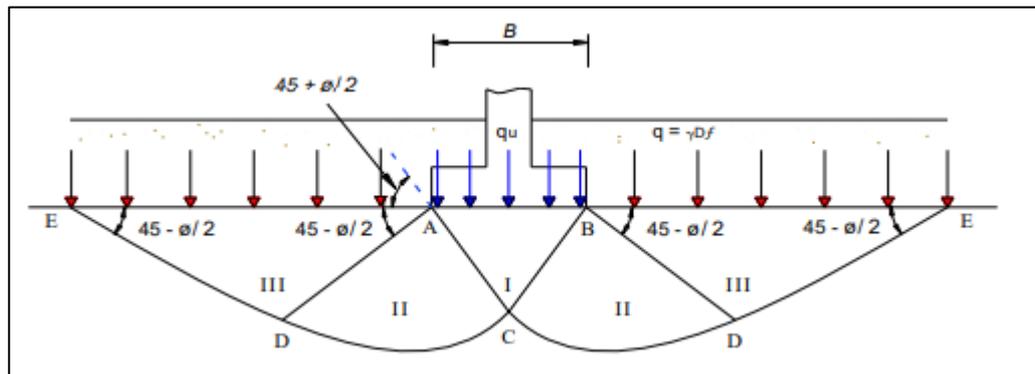


Figura 7. Mecanismo de falla poco profundo según Terzaghi  
Fuente: (Braja, 2014)

Por lo anterior se deduce que la capacidad de carga de un suelo, depende de:

- Resistencia al esfuerzo cortante (Cohesión y/o fracción)
- Ancho de cimentación
- Peso volumétrico del suelo y del relleno arriba del nivel de desplante
- Profundidad del cimientto

Por lo que Terzaghi propone la siguiente fórmula para determinar la capacidad de carga ultima de un cimientto continuo, poco profundo, asumiendo que son iguales los ángulos de fracción en BAC y ABC, se puede usar una ecuación de equilibrio:



$$qu = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Donde:

C = Cohesión

$\gamma$  = Peso específico del suelo

q = Producto del peso específico del suelo y la profundidad de cimentación.

$N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción del suelo.

Tabla 4  
Valores de factores de carga de  $N_y$  de Kumbhojkar 1993.

$\emptyset$	$N_c$	$N_q$	$N_y$	$\emptyset$	$N_c$	$N_q$	$N_y$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	2.70	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

FUENTE: (Braja, 2014)

Así mismo, para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas o circulares se pueden utilizar la siguiente expresión:

Cimentación cuadrada:

$$qu = 1.3cN_c + qN_q + 0.4yBN_y$$

Cimentación Circular:

$$qu = 1.3cN_c + qN_q + 0.3yBN_y$$



De las ecuaciones anteriores  $B$  es el ancho de la cimentación, pero en la segunda ecuación,  $B$  representa al diámetro de la cimentación circular.

Las ecuaciones mencionadas anteriormente son válidas para fallas tipo general; sin embargo, Terzaghi sugirió modificaciones a estas ecuaciones para las cimentaciones con fallas de tipo local.

Cimentación corrida:

$$qu = \frac{2}{3}cN_c + qN_q + \frac{1}{2}yBN_y$$

Cimentación cuadrada:

$$qu = 0.867cN_c + qN_q + 0.4yBN_y$$

Cimentación circular:

$$qu = 0.867cN_c + qN_q + 0.3yBN_y$$

Tabla 5

*Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi en falla local de suelos.*

$\phi$	Nc	Nq	Ny	$\phi$	Nc	Nq	Ny
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.01	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.00	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.06	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.07	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.13	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Fuente: (Braja, 2014)

### ***2.2.5.2. Teoría de George Geoffrey Meyerhof (1951, 1963)***

En su teoría de capacidad de carga toma en cuenta los esfuerzos cortantes desarrollados en el suelo arriba del nivel de desplante del cimiento, considerando un mecanismo de falla de la siguiente forma. (Ver figura 8).

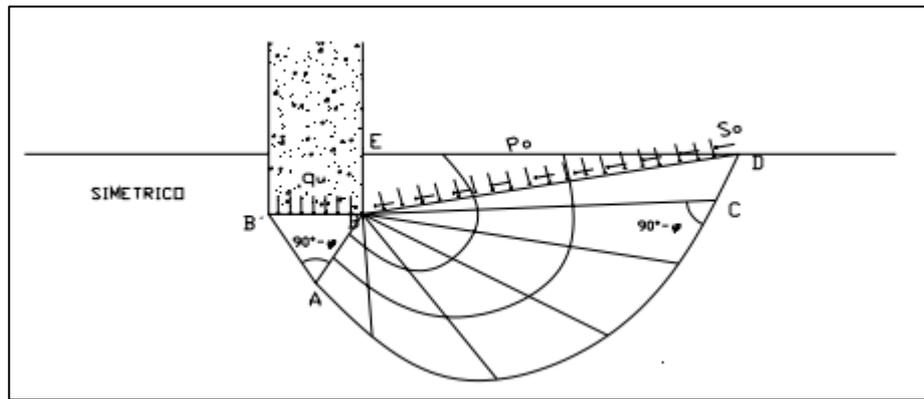


Figura 8. Modelo de falla de cimentación infinita, poco profunda, de Meyerhof  
Fuente: (Medrano, 2008)

El mecanismo de falla de una cimentación a poca profundidad está dividido en tres cuñas, la primera ABB es una cuña de esfuerzos uniformes que se pueden considerar en esta activo (Rankine); la segunda ABC es una cuña limitada por una curva de espiral logarítmica y es una zona de esfuerzo radial; la tercera BCDE es una cuña que se considera en estado pasivo (Rankine). La línea BD es llamada línea de Meyerhof y se considera que en esta superficie actúan los esfuerzos normales  $P_o$  y las tangenciales  $S_o$  producto de la cuña BDE. (Medrano, 2008).

La teoría de Meyerhof se expresa en la siguiente ecuación:

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

C = Cohesión

q = Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

$\gamma$  = Peso específico del suelo

B = Ancho de la cimentación (Diámetro en una cimentación circular)



$F_{cs}$ ,  $F_{qs}$ ,  $F_{ys}$  = Factores de forma

$F_{cd}$ ,  $F_{qd}$ ,  $F_{yd}$  = Factores de profundidad

$F_{ci}$ ,  $F_{qi}$ ,  $F_{yi}$  = Factores por inclinación de la carga

$N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_y$  = Factores de capacidad de carga

Factores de forma, profundidad e inclinación: las relaciones para los factores de forma, profundidad e inclinación recomendadas para usarse en la ecuación que se muestra a continuación:

Forma:

$$F_{cs} = 1 + \frac{B \cdot N_q}{L \cdot N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{ys} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Profundidad ( $D_f/B < 1$ )

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{yd} = 1$$

Profundidad ( $D_f/B > 1$ )

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{yd} = 1$$

Inclinación:

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ}\right)^2$$

$$F_{yi} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2$$

Donde  $\beta$  es el ángulo de inclinación de la carga,  $\phi$  es el ángulo de fricción del suelo,  $D_f$  es la profundidad de cimentación y  $B$  es el ancho de cimentación.

Tabla 6

*Factores de capacidad de carga modificadas por Meyerhof en suelos*

$\phi$	Nc	Nq	Ny	$\phi$	Nc	Nq	Ny
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.10	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	1334.88	271.76
20	14.93	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Fuente: Vesic, 1973

### 2.2.5.3. Teoría de Jorgen Brinch Hansen (1961, 1970)

Es una extensión de la fórmula de Meyerhof; las extensiones consisten en la introducción de  $b_i$  que tienen en cuenta la eventual inclinación en la horizontal del nivel de cimentación y un factor  $g_i$  para terreno en pendiente.

La fórmula de Hansen vale para cualquier relación de D/B, ya sean cimentaciones superficiales o profundas; sin embargo, el mismo autor introdujo algunos coeficientes para poder interpretar mejor el comportamiento real de la cimentación; sin estos, de hecho, se tendría un aumento demasiado fuerte en la carga última con la profundidad.

Para valores de D/B <1:

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D}{B}$$
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B}$$

Para valores de D/B >1:

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B}$$

### 2.2.5.4. Teoría de Aleksandar Sedmak Vesic (1973)

Vesic (1970) describió el modo de calcular la capacidad portante mediante la superposición con los factores adimensionales  $N_c$  y  $N_q$  de Prandtl (1920) y Reissner (1924), el factor  $N_\gamma$  que solo puede evaluarse numéricamente, varía considerablemente con el ángulo  $\psi$ . Vesic indica que su valor puede tomarse del análisis realizado y tabulado

por Caquot y Kiresel (1953), con la hipótesis de que  $\psi=45^\circ + \varphi/2$ , se puede aproximar, con un error del lado de la seguridad (menor del 10% para  $15^\circ < \varphi < 40^\circ$ ), mediante la ecuación:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan(\varphi)$$

### 2.2.6. Factor de seguridad

EL cálculo de carga admisible, en una cimentación superficial requiere de la aplicación de un factor de seguridad (FS), para dar los márgenes de seguridad necesarios, para considerar las incertidumbres de las propiedades de los suelos que son un material natural. El cálculo de la capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad a la carga última bruta. (Braja, 2014).

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

#### 2.2.6.1. Factor de seguridad contra falla por capacidad portante

Es un método más racional, debe evitarse este tipo de falla. El factor de seguridad (2 a 4) debe reflejarse no solo la incertidumbre en el análisis de capacidad portante, sino la observación teórica y práctica que el asentamiento no es excesivo. No debe usarse sin estimar el asentamiento. (Alva, 2012).

#### 2.2.6.2. Esfuerzo permisible transmisible

Se obtiene empíricamente al observar que la presión máxima no causa daño estructural en diferentes condiciones de suelos. Lo anterior no significa que no ocurrirían asentamientos. Esta presión admisible es válida para tamaños de cimentación y tipos de estructura para las cuales las reglas prácticas se han establecido. Los valores son conservadores y es difícil averiguar en qué datos han sido basados. Las fallas se atribuyen



a la mala clasificación de suelos, en vez de mala regla empírica. En muchos casos se verifica. En muchos casos se verifica con ensayos de carga, que pueden ser significativos. (Alva , 2012).

### **2.2.7. Criterios de Asentamiento**

Terzaghi y Peck (1967), consideran que no es practica una estimación precisa del asentamiento, ya que existen numerosos factores a ser considerados (propiedades del suelo, tamaño de zapata, profundidad de cimentación, ubicación del nivel freático, etc). En condiciones normales se deben utilizar reglas simples y prácticas. Los cálculos solo se justifican si en sub-suelo contiene estratos de arcilla blanda. Recomiendan un factor de seguridad de 3 contra falla por capacidad portante.

#### **2.2.7.8. Métodos de estimación de asentamientos**

La aplicación de la teoría de elasticidad es empírica porque se realizan ciertas modificaciones, para hacer las simplificaciones menos restrictivas.

De la teoría elástica,  $\rho = f$  (carga, geometría y constantes elásticas). Así,  $\rho$  puede ser evaluado si las constantes elásticas se miden. Pero las propiedades esfuerzo deformación de suelos dependen de varios factores (condición de esfuerzo inicial, historia de esfuerzos, sistema de esfuerzos aplicados, nivel de esfuerzos, velocidad de aplicación), y por consiguiente las propiedades elásticas no pueden ser determinadas en un ensayo arbitrario. En otras palabras, el comportamiento esfuerzo-deformación de los suelos es bastante diferente de lo que se asume para obtener las soluciones de la teoría elástica.



$\rho_i$  = Asentamiento inicial, debido a la deformación a volumen constante

Los métodos más comunes emplean varias integraciones de la solución de Boussinesq para determinar el asentamiento de una carga puntual en la superficie de un espacio semi homogéneo isotrópico y elástico.

$$\rho_i = p B \frac{(1-\mu^2)}{E} I$$

Donde:

$\rho_i$  = Asentamiento Inicial

$\rho$  = Esfuerzo promedio transmitido

B = Dimensión característica del área cargada

E = Modulo de Young

L = Factor de Influencia

$\mu = 0.5$ , relación de Poisson

## 2.2.8. Estratigrafía

### 2.2.8.1. Mesozoico

- **Formación Quilmana (Fm-Qu)**

Se trata de una gruesa de rocas volcánicas – sedimentaria en la base, con predominio de rocas volcánicas hacia la parte superior, presenta concordancia con el Grupo Imperial. La secuencia de derrames andesíticos y dacíticos de textura porfiroide o afaníticas, en capas medianas gruesas y algunos horizontes con indicios de lavas en almohadillas.



- **Formación Huranguillo (Fm-Hu)**

La formación está compuesta por una secuencia de calizas micriticas, lavas andesiticas, se encuentra cortadas por diques y sills de andesitas porfiriticas, su matriz es afirica, de color gris verdoso o gris oscuro, los estratos se encuentran plegados y con fuertes buzamientos debido a que han sufrido deformaciones por efectos tectónicos.

- **Formación Atocongo (Fm-At)**

Está representada por calizas de color gris en capas gruesas, dispuestas en concordancia sobre la formación Pamplona; localmente, la secuencia se presenta interrumpida por el batolito, su base está compuesto de caliza gris negruzca, en capas medianas y gruesas, con horizontes lamelibranquios, ostreas, toucasias fragmentarias y caliza biofragmental.

#### **2.2.8.2. Cenozoico**

- **Formación Pisco (Fm-Pi)**

Esta formación está representada por variedad de Intercalación de calizas tobaceas poco consolidadas de un color gris amarillento, capas delgadas con estratificación sesgada.

- **Formación Cañete (Fm-Ca)**

Secuencia de conglomerados semiconsolidados con clastos redondeados y subredondeados de litología variada, en matriz areno – limosa y con algunos sedimentos areno limosos, la litología va cambiando hacia al Sur, secuencia está constituida, en su base por arena fina a gruesa, grisácea, en capas subhorizontales



con algunos lechos de guijarros, también intercalan lentes arcillo – limosos en horizontes delgadas, la secuencia limo arcillosa amarillento.

- **Depósitos Aluviales (Qh-AI)**

Estos depósitos están ampliamente distribuidos en las pampas costaneras del área es estudio, están representadas por los conos de deyección en los ríos, presente también en quebradas que desembocan a las pampas costaneras, generalmente conforman un manto continuo.

- **Depósitos Marinos (Qh-m)**

Se presenta en el borde litoral del área en estudio, se observa pequeñas terrazas escalonadas que alcanzan hasta 8 m. sobre el nivel medio del mar, están cubiertas tierra adentro. Por depósitos aluviales o están relacionados a escarpas litorales emergidas; algunas veces están distribuidos por acción antrópica.

- **Depósitos Eólicos (Qh-El)**

Se presentan en las pampas costaneras y laderas de los cerros situados en la parte baja del frente occidental, en las pampas y cerros bajos próximos a la costa los depósitos eólicos forman en algunos casos una cubierta de grosor variable.

### ***2.2.8.3. Rocas Intrusivas***

- **Superunidad Linga (Ks-Li)**

Está representada por el Plutón de Quilmana, que es un cuerpo de aproximadamente 14Km de ancho, la litología más frecuente identificada son monzogranitos y granodioritas es menor proporción.



- **Superunidad Patap (Ks-Pt)**

Se caracteriza por rocas mesocratas a melanocratas cuyas litologías comunes son el gabro y la diorita, siendo variables sus texturas y minerales de alteración, ocurren generalmente en cuerpos separados que se ubican en la parte occidental del área, las intrusiones más notables son.

- **Superunidad Incahuasi (Ks-In)**

Están representadas por tonalitas – dioritas. Dioritas presentan una textura holocristalina algunos lugares presentan pseudo – estratificación o simplemente son fracturas de enfriamiento, estas rocas presentan erosión en granos, sus plagioclasas se están argilizando.

- **Superunidad Pampahuasi**

Existen dos cuerpos de tonalita y tonalita – diorita, respectivamente. Estas rocas son prolongación de plutones descritos como rocas melanocratas de composición tonalítica que presenta cierta foliación.

LEYENDA					
ERA	SIST.	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOGENA	DEPÓSITO FLUVIAL	Qh-fl	
			DEPÓSITO MARINO	Qh-m	
			DEPÓSITO ELUVIAL	Qh-el	
			DEPÓSITO ALUVIALES	Qh-aB	
				Qh-aE	
				Qh-aI	
				Qh-aI	
	PLEISTOCENA	FORMACIÓN CANETE		Qpl-ca	
NEOGENO	MIOCENA	FORMACIÓN PISCO	Nm-pi		
MESOZOICO	CRETÁCEO	SUPERIOR	FORMACIÓN QUELMANA	Ks-qus	
				Ks-q/l	
				Ks-q-ar	
		FORMACIÓN HURANGUILLO	Ks-hu1		
			Ks-hu2		
	INFERIOR	FORMACIÓN ATOCONGO		Ki-at	
	TINBAYA		Ks-ti/gd, to		
	LINGA		Ks-li/mzgr		
		Ks-li/czmz			
		Ks-li/czmbal			
	PAMPALIASI				
		Ks-pa/to			
	PATAP		Ks-pt/mz		
			Ks-pt/gbdi		

Figura 9. Columna estratigráfica de Chincha  
FUENTE: (INGEMMET, 1993)



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

- **Para trabajos en campo:** Se utilizo instrumentos y equipos básicos para levantamiento de información en campo como: Cámara fotográfica, flexómetro, GPS, Equipos de ensayos en situ, retroexcavadora, camioneta 4x4, mapa base geológico, mapa base topográfico, mapa de acceso para vías, bolsas de muestreo, libreta de campo, equipos de protecciones personal (EEP).
- **Para proceso de muestra en laboratorio:** Se utilizó equipos para ensayos estándares de mecánica de suelos como: Set de tamices, copa de Casagrande, materiales de vidrio, balanza, horno, recipientes y accesorios. Equipos para ensayos especiales tal como: equipo para corte directo y accesorios. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto de “SILEX EIRL”.
- **Trabajos en gabinete:** Para el procesamiento de información se utilizó procesadores y softwares como:
  - AutoCAD 2016: Herramienta de dibujo digital
  - ArcGIS 10.5: Herramienta de dibujo digital
  - Global Mapper: Herramienta de información geográfica
  - SAS Planet: herramienta de visualización de imágenes satelitales
  - Excel 2017: Hoja de Calculo
  - Word 2017: Hoja de redacción
  - Google Earth Pro: herramienta de visualización de imágenes satelitales



### 3.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo, aborda un problema geotécnico de la franja adyacente al río Chincha, afectada por problemas de inundaciones, cuyas áreas se encuentran ocupadas por construcciones de viviendas sin considerar los aspectos geotécnicos del medio, las cuales requieren de estudios de evaluación geológica geotécnica de los suelos donde se expandirá el perímetro urbano de las futuras edificaciones E.050 (Norma de suelos y Cimentaciones).

### 3.1.2. Método de investigación

- a) Análisis de información de interés geotécnico de trabajos anteriores
- b) Exploración de calicatas y ensayos en SITU (descripción estratigráfica, densidad de campo)
- c) Mapeo geológico a escala 1/1000
- d) Ensayos de laboratorio estándares (Constantes Físicos, granulometría, contenido de humedad)
- e) Ensayos de laboratorio especiales (corte directo)
- f) Procesamiento de datos utilizando ordenadores y softwares especializados
- g) Elaboración de informe de resultados para los objetivos de tesis de pre-grado

### 3.1.3. Población y muestra

- **Población** : Está constituido por los habitantes y viviendas asentadas en la zona de Alto Laran y Chincha Baja con una población aproximada de 19,904 personas. Nuestra área de interés de estudio básicamente se encuentra en los márgenes de influencia directa al Río Chincha.

- **Muestra** : Se realizaron 08 calicatas distribuidos cada 1000 metros, se obtuvieron muestras siguiendo la Norma E.050 de suelos y cimentaciones, y el manual de ensayos de materiales (ME-2017).

### 3.1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información

#### 3.1.4.1. Técnicas de campo

Para la determinación de número de puntos de exploración se tomó los indicadores de la norma E.050 Suelos y cimentaciones donde refiere que por el tipo de edificación se realiza el número de puntos de investigación. La cual el área de influencia directa al Rio Chincha tiene un área aproximada de 12000 m lineales con un tipo de edificación tipo C.

Tabla 7  
*Número de puntos de exploración*

Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado
(n) nunca será menor de 3.	

FUENTE: (Olcese, 2010)

Por consecuente se realizaron 08 puntos de exploración (calicata) con nomenclatura de C-1 a C-08, donde cada una de las calicatas presenta su perfil estratigráfico.

### 3.1.4.2. Técnicas de laboratorio

Se han ejecutado ensayos físicos y mecánicos en laboratorio de mecánica de suelos bajo el criterio de las normas ASTM (American Society For Testing Materials) Asociación Americana para en Ensayos y Materiales y la norma Técnica Peruana NTP.

Tabla 8  
*Normas de referencia para ensayos de suelos en laboratorio*

Ensayo	Uso	Norma de referencias				Propósito del ensayo
		MTC	AASHTO	ASTM	NTP	
Contenido de Humedad	Clasificación	E-108	T 265	D-2216	339.127	Determinar el contenido de humedad natural de suelos y agregados.
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	E-107	T 88	D-422	339.128	Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Límite Líquido	Clasificación	E-110	T 89	D-4318	339.129	Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo.
Límite Plástico	Clasificación	E-111	T 90	D-4318	339.129	Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo.
Índice Plástico	Clasificación	E-111	T 90	D-4318	339.129	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Método de clasificación de suelos	Clasificación	--	--	D-2487	339.134	Método para la clasificación de suelos con propósito de ingeniería
Densidad in situ	Clasificación	E-117	T 191	D-1556	339.143	Determinar la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena
Corte directo	Especial	E-123	T 236	D-3080	339.170	Determinar la resistencia al corte de una muestra consolidada y drenada, que nos permita obtener la cohesión y ángulo de fricción interna del suelo.

Fuente: (IGC (Instituto de la Construcción y Gerencia), 2018)



### 3.1.4.3. Técnicas de gabinete

Se realizó procesamiento de datos obtenidos en campo y laboratorio, los cuales se resumieron en planos geológicos y geotécnicos, cuadros, perfiles litológicos de calicata

## 3.2. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

### 3.2.1. Procesamiento y análisis de campo

La fase de campo se inició con el reconocimiento del terreno y la posterior ubicación de los puntos donde se realizarán las excavaciones. Se han ejecutado un total de 08 calicatas y 08 densidades in situ.

La profundidad de las excavaciones del estudio es de 3.00 metros aproximadamente, también se han descrito su litología a detalle.

Tabla 9  
*Ubicación de calicatas exploradas para el proyecto*

N°	CODIGO	COORDENADAS UTM WGS-84		
		ESTE	NORTE	PROFUNDIDAD (m)
1	C-01	373413.41	8511308.57	3.00
2	C-02	374244.02	8511045.30	3.00
3	C-03	375395.54	8511040.88	3.00
4	C-04	376545.25	8510902.58	3.00
5	C-05	377824.27	8511181.57	3.00
6	C-06	379465.43	8511190.88	3.00
7	C-07	380966.97	8511364.50	3.00
8	C-08	383105.42	8510947.66	3.00



*Figura 10.* Excavación de calicatas con retroexcavadora



*Figura 11.* Muestreo de suelo en situ



Figura 12. Ensayo de densidad de campo en situ

### 3.2.2. Procesamiento y análisis de Laboratorio

Los ensayos realizados, fueron los siguientes.

- (08) Densidad en situ – ASTM – D-1556
- (08) Contenido de Humedad – ASTM – D-2216
- (08) Análisis Granulométrico – ASTM – D- 422
- (08) Limites de Atterberg – ASTM –D-4318
- (08) Corte Directo con muestra remoldeada ASTM – D-4312

Los ensayos mencionados fueron realizados en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto “SILEX EIRL”.



Figura 13. Procesamiento y análisis en laboratorio

### 3.2.3. Procesamiento y análisis de Gabinete

Se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los materiales muestreados en las calicatas. Se clasificaron los suelos según el sistema de clasificación SUCS (ASTM – D-2487), los resultados obtenidos se encuentran en el cuadro resumen

Tabla 10  
*Resultado de clasificación SUCS*

Calicata	Profundidad de estrato	SUCS
C-01	0.00 - 3.00	GP
C-02	0.00 - 3.00	GP GM
C-03	0.00 - 3.00	GP
C-04	0.00 - 3.00	GP GM
C-05	0.00 - 3.00	GP GM
C-06	0.00 - 3.00	SP
C-07	0.00 - 3.00	GP GM
C-08	0.00 - 3.00	GP GM



Se calculó la capacidad admisible de los suelos a profundidades de desplante de 1.50 m y 2.00 m. los datos de diseño de cimentación, fueron procesados en hojas de cálculo Excel, donde se obtuvo la capacidad de carga admisible con los métodos cálculo de Terzagui, Meyerhof y Vesic y con los resultados más críticos de cada calicata se elaboró mapas de isovalores de capacidad admisible a una profundidad de 1.50 m y 2.00. Ver anexo I.



## CAPITULO IV

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo investigación se realizó en la provincia de Chincha departamento de Ica, distritos de Chincha Baja y Alto Laran, siendo los distritos de influencia directa al Rio Chincha (Chico) donde se ubicaron las calicatas, que se muestran en la tabla 7. La provincia de Chincha está ubicada al norte del departamento de Ica y al sur de Lima, localizada entre los  $12^{\circ}50'30''$  y los  $13^{\circ}35'04''$  de latitud sur y entre los  $75^{\circ}31'02''$  y los  $76^{\circ}18'06''$  longitud oeste. La ciudad de Chincha Alta se encuentra ubicado a 180 Km. al norte de la provincia de Ica a la altura del kilómetro 202 de la carretera panamericano sur, ubicado a una altitud promedio de 97 m.s.n.m.

Tabla 11

*Ubicación geográfica del área de estudio*

COORDENADAS UTM - WGS 84		
CALICATA	ESTE	NORTE
C-01	373413.41	8511308.57
C-02	374244.02	8511045.3
C-03	375395.54	8511040.88
C-04	376545.25	8510902.58
C-05	377824.27	8511181.57
C-06	379465.43	8511190.88
C-07	380966.97	8511364.5
C-08	383105.42	8510947.66

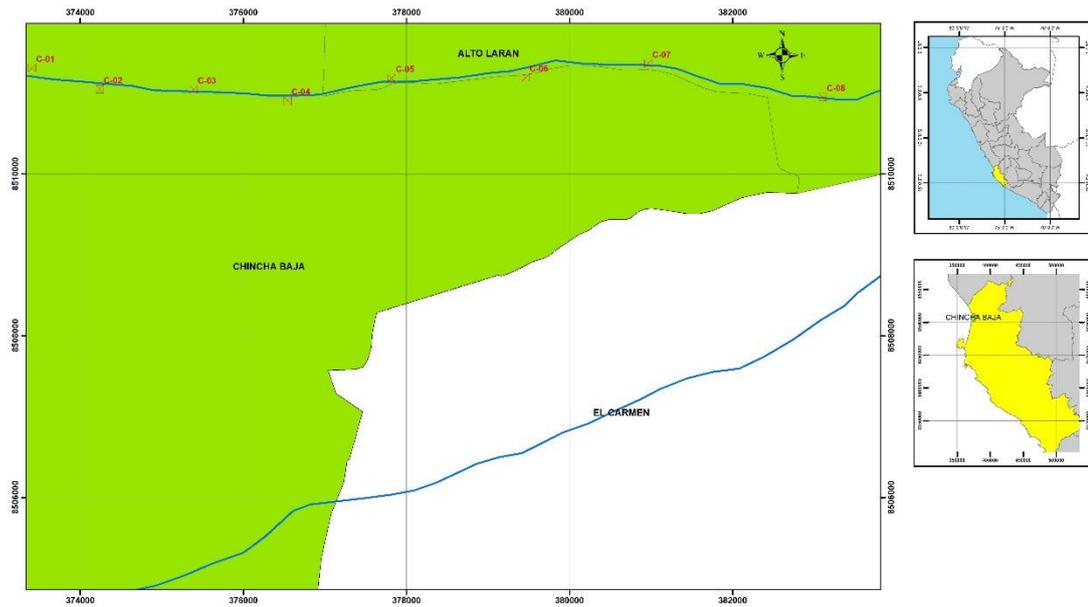


Figura 14. Ubicación distrital del área de estudio

#### 4.1.1. Clima

La precipitación, como parámetro principal de la generación de la escorrentía, fue analizada en base a la información disponible de las estaciones hidrometeorológicas Conta y Fonagro. Estas estaciones son controladas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

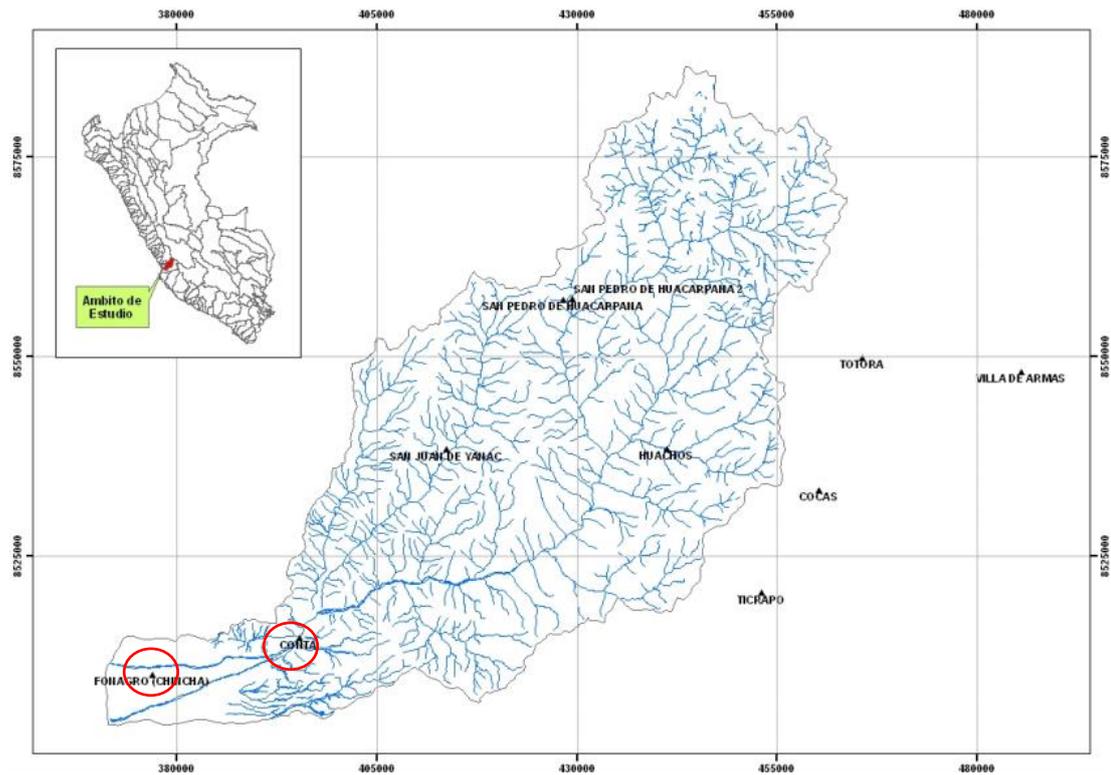


Figura 15. Ubicación de las estaciones pluviométricas en la cuenca del Río Chíncha  
Fuente: (Agencia de Cooperación Internacional del Japon, 2012)

Tabla 12

*Precipitación media mensual de estaciones consideradas en el ámbito del estudio*

Estación	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Conta	1.84	3.24	0.81	0.31	0.01	0.03	0.06	0.05	0.18	0.14	0.24	6.95	
Fonagro	0.42	1.08	0.34	0.07	0.48	1.23	1.34	0.83	0.68	0.38	0.21	7.6	

FUENTE: (Agencia de Cooperación Internacional del Japon, 2012)



## **4.1.2. Estratigrafía Local**

### **4.1.2.1. Depósitos Aluviales (Qh-AI)**

Estos depósitos están ampliamente distribuidos en las pampas costaneras del área de estudio, están conformadas por los materiales de conos de deyección, presente en la zona de transición entre las pampas y las quebradas que desciendes de los macizos rocosos.

### **4.1.2.2. Depósitos Marinos (Qh-m)**

Se presenta en las proximidades de Chincha Baja, conformado ´pequeñas terrazas escalonadas que alcanzan hasta 8 m. de altura. Algunas de ellas intervenidas y modificadas por la acción antrópica.

### **4.1.2.3. Depósitos Eólicos (Qh-El)**

Se presenta ampliamente distribuidas en la zona de estudio, conformado por dunas de espesores variables tipo barjam en constante migración, las cuales describen relieves ondulaciones locales, los materiales están compuesto por arenas son de grano grueso a arenas finas cuarzosas de color claro.

Eratema	Sistema	Serie	Unidades Litológicas		Descripción	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos recientes	Depósitos Aluviales	Qh-AI	Conformado por gravas, arenas y limo arcilloso. Las gravas tienen formas redondeadas.
				Depósitos Fluviales	Qh-FI	Conformado por gravas, arena fina. Presentan formas subredondeadas.
				Depósitos Eólicos	Qh-EL	Forman cubierta de grosor variable y en otros casos constituyen medianos del tipo barjam.
				Depósitos Marinos	Qh-m	Es en el borde del litoral del área de estudio, forman pequeñas terrazas escalonadas que alcanzan hasta 8 metros.

Figura 16. Columna estratigráfica local

#### 4.1.2.4. Zonificación sísmica

En relación al mapa de peligro sísmico, el área de estudio se encuentra ubicado entre las zonas 3 con factor “Z” de 0.35 y zona 4 con factor “Z” 0.45, peligro sísmico.

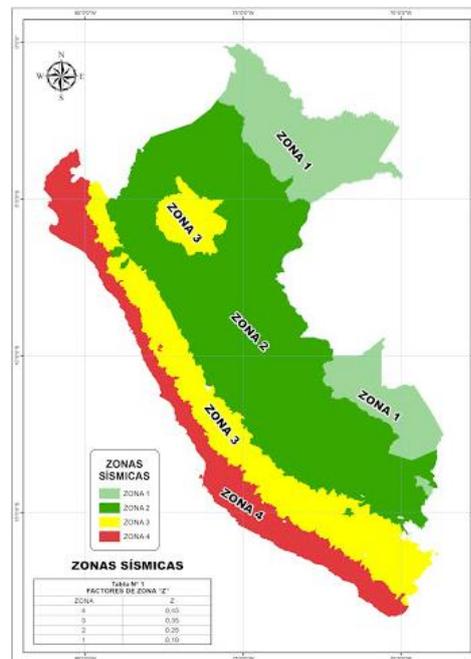


Figura 17. Mapa de zonificación sísmica  
Fuente: (RNE, 2018)

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

##### 5.1.1. Ensayos de laboratorio

##### 5.1.1.1. Densidad de campo en situ

Se realizó ensayos de densidad de campo en todas las calicatas de exploración que comprenden el área de estudio, según las normas ASTM d1556-82.

Tabla 13

*Resultado del ensayo de densidad de campo, método cono de arena*

Calicata	Estrato	Profundidad de la calicata (Metros)	Profundidad de estrato (Metros)	Densidades gr/cm <sup>3</sup>	
				Densidad Humedad (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	1	3.00	0.00 -3.00	2.04	2.03
C-02	1	3.00	0.00 -3.00	2.33	2.31
C-03	1	3.00	0.00 -3.00	2.09	2.08
C-04	1	3.00	0.00 -3.00	2.12	2.11
C-05	1	3.00	0.00 -3.00	2.14	2.13
C-06	1	3.00	0.00 -3.00	2.23	2.22
C-07	1	3.00	0.00 -3.00	2.53	2.50
C-08	1	3.00	0.00 -3.00	2.07	2.06

##### 5.1.1.2. Contenido de Humedad

El contenido de humedad se determinó según norma ASTM D 854 en laboratorio de las muestras extraídas de cada una de las calicatas. En el anexo B, se muestran certificados de ensayo.

Tabla 14  
*Resultados del ensayo de humedad natural*

Calicata	Humedad (%)
C-01	6.76
C-02	2.45
C-03	3.45
C-04	1.84
C-05	6.97
C-06	2.16
C-07	0.59
C-08	0.93

### 5.1.1.3. Límite de Atterberg

De las muestras extraídas de las diferentes calicatas y analizadas en laboratorio según las normas ASTM D423 se determinó el límite líquido (LL), Límite Plástico (LP) e índice de plasticidad. En el anexo D se presenta los certificados de ensayo.

Tabla 15  
*Resultados del ensayo de límites de atterberg*

Calicata	Límites de Consistencia %		
	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
C-01	N.P.	N.P.	N.P.
C-02	N.P.	N.P.	N.P.
C-03	N.P.	N.P.	N.P.
C-04	N.P.	N.P.	N.P.
C-05	N.P.	N.P.	N.P.
C-06	N.P.	N.P.	N.P.
C-07	N.P.	N.P.	N.P.
C-08	N.P.	N.P.	N.P.

\*NP: No Presenta

#### 5.1.1.4. Corte Directo

Se realizó el ensayo de corte directo según la norma ASTM D-3080 de una muestra remoldeada, para obtener cohesión y el Angulo de fricción interna. En el anexo F, se presenta certificados de ensayo.

Tabla 16  
*Resultados del ensayo de corte directo*

Calicata	Profundidad de estrato (m)	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción (°)
C-01	0.00 - 3.00	0.00	33.00
C-02	0.00 - 3.00	0.02	33.00
C-03	0.00 - 3.00	0.00	34.00
C-04	0.00 - 3.00	0.04	33.00
C-05	0.00 - 3.00	0.02	34.00
C-06	0.00 - 3.00	0.00	29.00
C-07	0.00 - 3.00	0.05	31.40
C-08	0.00 - 3.00	0.04	31.80

#### 5.1.1.5. Clasificación de suelos según sistema SUCS

Se realizó la clasificación SUCS, según la ASMT D2482.

Tabla 17  
*Resultados de la clasificación de suelos*

Calicata	Profundidad de estrato	Granulometría				SUCS
		Cantos rodados (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	
C-01	0.00 - 3.00	26.02	43.76	24.38	5.84	GP
C-02	0.00 - 3.00	30.00	40.16	23.21	6.64	GP GM
C-03	0.00 - 3.00	28.78	38.30	28.18	4.74	GP
C-04	0.00 - 3.00	51.31	24.68	12.03	11.98	GP GM
C-05	0.00 - 3.00	47.13	30.39	13.68	8.80	GP GM
C-06	0.00 - 3.00	46.11	0.00	45.16	8.73	SP
C-07	0.00 - 3.00	39.32	30.06	20.89	9.72	GP GM
C-08	0.00 - 3.00	27.19	41.46	19.22	12.02	GP GM

### 5.1.1.6. *Peso Específico*

Se realizó el ensayo de peso específico de las muestras analizadas. En el anexo E se presentan los certificados de los ensayos.

Tabla 18  
*Resultados de peso específico*

Calicata	Profundidad de estrato	Peso Específico (Gr/cc)
C-01	0.00 - 3.00	2.54
C-02	0.00 - 3.00	2.41
C-03	0.00 - 3.00	2.35
C-04	0.00 - 3.00	2.36
C-05	0.00 - 3.00	2.70
C-06	0.00 - 3.00	2.60
C-07	0.00 - 3.00	2.39
C-08	0.00 - 3.00	2.40

### 5.1.1.7. *Análisis Químico del suelo*

Se realizó ensayos para la caracterizar la agresividad química de los suelos y su comportamiento con estructuras de cimentaciones, los ensayos químicos realizados son: sales solubles totales, contenido de sulfatos, contenido de cloruros. En el anexo G se presenta certificado de ensayo.

Tabla 19  
*Resultados de los ensayos químicos*

Calicata	Profundidad de estrato	CL ppm	SO4 ppm	S.S. T ppm
C-01	0.00 - 3.00	36.54	72.15	234.61
C-02	0.00 - 3.00	33.19	60.76	227.7
C-03	0.00 - 3.00	28.15	52.74	217.25
C-04	0.00 - 3.00	35.21	65.34	231.08
C-05	0.00 - 3.00	32.22	61.05	236.47
C-06	0.00 - 3.00	31.27	58.66	229.47
C-07	0.00 - 3.00	32.74	62.38	182.45
C-08	0.00 - 3.00	22.66	51.20	169.10

\*CL: Contenido de cloruros, \*SO4: Contenido de sulfatos, \*S.S. T: Sales solubles totales

## 5.2. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

De acuerdo a los resultados de los ensayos de mecánica de suelos y los parámetros de resistencia presentados en los cuadros de resumen, se procedió a calcular la capacidad de carga admisible para cada calicata, asumiendo un tipo de cimentación corrida y para una profundidad de desplante de 1.5 m y 2.00. en el anexo I, se presenta hoja de cálculo.

$$B = 2.00 \text{ m.}$$

$$L = 2.00 \text{ m}$$

$$Df = 1.50 \text{ m. } 2.00 \text{ m.}$$

$\gamma$  = Densidad natural de acuerdo al ensayo de cono de arena

$\Phi$  = Angulo de fricción efectiva, de acuerdo a los ensayos de resistencia.

Se utilizó un factor de seguridad 3.0, para el respectivo cálculo de la capacidad de carga admisible.

Tabla 20

*Resumen de resultados de capacidad admisible a 1.50 m*

CALICATA	Df (m)	CAPACIDAD ADMISIBLE (Kg/cm <sup>2</sup> )		
		Método VESIC	Método MEYERHOF	Método TERZAGHI
C-01	1.5	3.3	3.1	4.1
C-02	1.5	4.8	4.5	5.9
C-03	1.5	4.0	3.8	4.9
C-04	1.5	4.7	4.5	5.8
C-05	1.5	4.8	4.5	5.9
C-06	1.5	2.3	2.2	2.8
C-07	1.5	4.7	4.8	6.2
C-08	1.5	3.6	3.7	4.8

\*Df: Nivel de desplante

Tabla 21  
Resumen de resultados de capacidad admisible a 2.00 m

CALICATA	Df(m)	CAPACIDAD ADMISIBLE (Kg/cm <sup>2</sup> )		
		Método VESIC	Método MEYERHOF	Método TERZAGHI
C-01	2.00	4.3	4.1	5.3
C-02	2.00	6.0	5.8	7.5
C-03	2.00	5.2	4.9	6.4
C-04	2.00	5.8	5.6	7.1
C-05	2.00	6.0	5.8	7.5
C-06	2.00	3.0	2.9	3.7
C-07	2.00	6.3	6.0	7.7
C-08	2.00	5.0	4.6	5.9

\*Df: Nivel de desplante

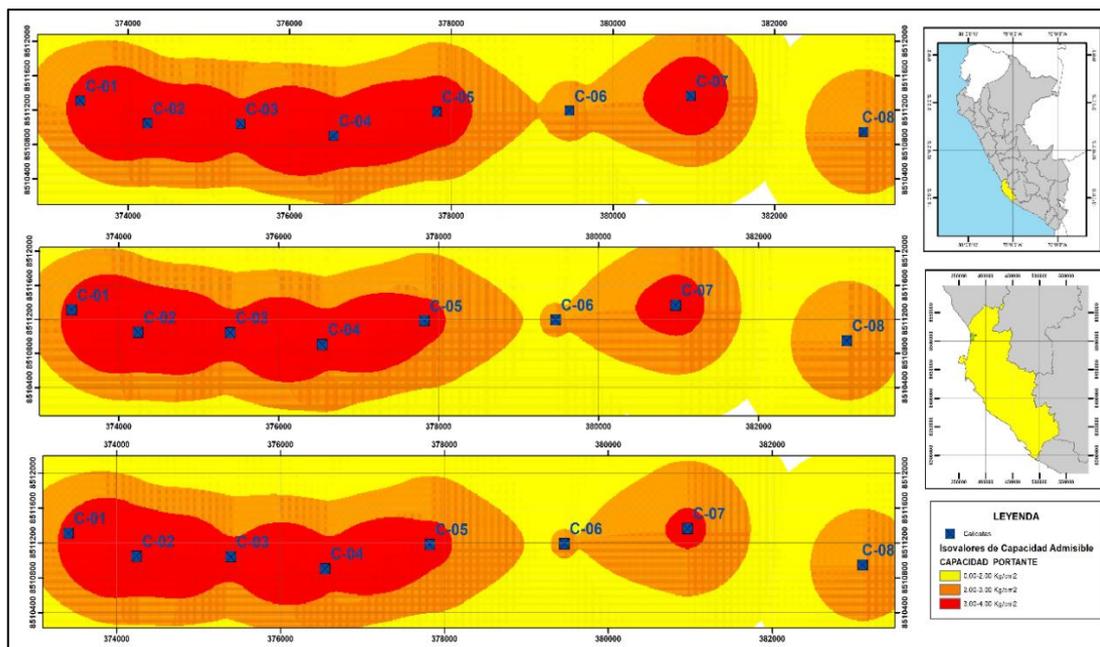


Figura 18. Mapa de isovalores de capacidad admisible a 1.50 m.

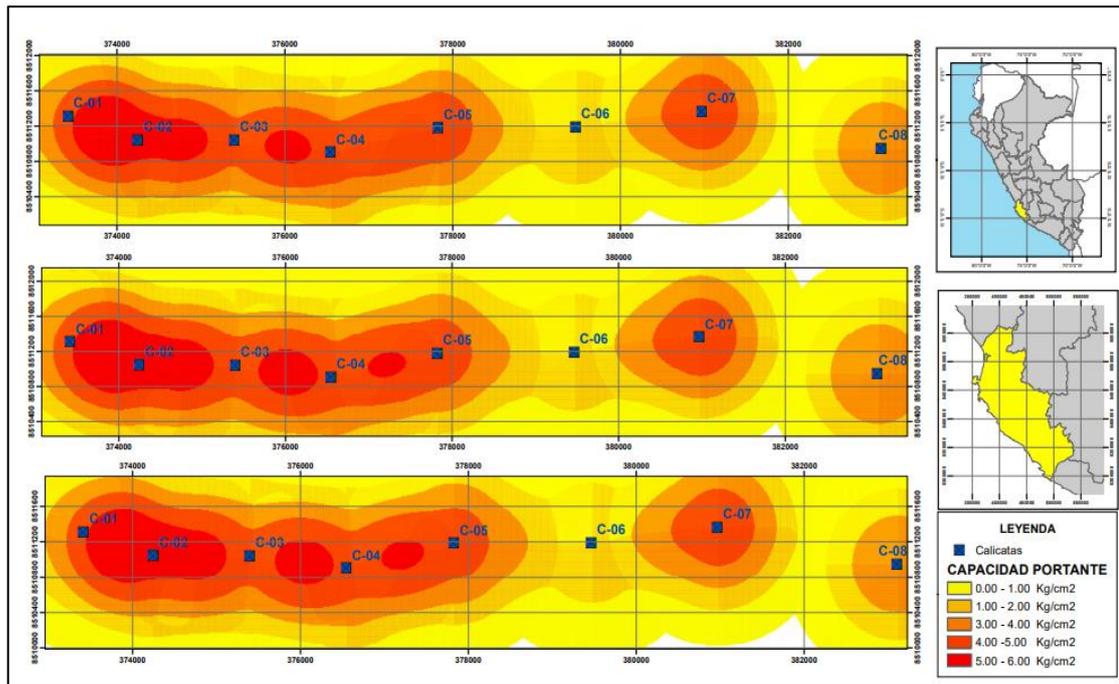


Figura 19. Mapa de isovalores de capacidad admisible a 2.00 m.

### 5.3. DISCUSIÓN

En base a los diferentes ensayos realizados en laboratorio, en el ámbito del área de estudio de 08 calicatas se determinó los siguientes tipos de suelos, gravas pobremente gradadas, de una sola estratificación en las todas las calicatas (GM-GP). Excepto en la Calicata C-6 donde se determinó arena pobremente gradada (SP). Estos suelos presentan rangos de valores de contenido de humedad de 1.84 – 6.97 %, según el ensayo de límites atterberg se determinó que son suelos friccionantes. El rango de valores de corte directo en su cohesión es de 0.00 – 0.05 Kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción varía de 29° - 34°. El rango de valores de densidad de campo es de 2.04 – 2.53 Gr/cm<sup>3</sup>.



En base a los cálculos realizados para la capacidad admisible de suelos de la zona de estudio del Río Chincha, las cuales fueron determinados por tres métodos. Vesic, Meyerhof y Terzagui dan rango de valores, 2.3 – 4.8 Kg/cm<sup>2</sup> según Método Vesic, 2.2 – 4.8 Kg/cm<sup>2</sup> según método Meyerhof, 2.8 – 6.2 Kg/cm<sup>2</sup> según método Terzaghi a una profundidad de desplante de 1.5 m. Para una profundidad de desplante de 2.00 m, el rango de valores son de; 3.0 – 6.3 Kg/cm<sup>2</sup> según método Vesic, 2.9 – 6.00 Kg/cm<sup>2</sup> según método Meyerhof, 3.7 – 7.7 Kg/cm<sup>2</sup> según método Terzaghi. Según la capacidad portante para una profundidad de desplante de 1.5m y 2.00m, y cotejando con el reglamento nacional de edificaciones, NORMA E 0.50 (Suelos y cimentaciones). Son apropiados para una cimentación corrida.

La autoridad nacional del agua delimita el ancho de la faja marginal del río Chincha (chico) dando resultado que fluctúa entre un mínimo de 100 mts. a 200 mts, en ambas márgenes. Puesto que el área de estudio presenta zonas topográficas críticas y accidentadas, con márgenes muy amplias, que lo hacen propenso a sufrir problemas de inundaciones y variación de su cauce en épocas de máximas avenidas. Puntos donde se debe efectuar trabajos de encausamiento, protección de ribera, reforestación de áreas con peligro de desborde.



Figura 20. Mapa de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial  
FUENTE: (INGEMMET, 1993)



Figura 21. Imagen satelital del año 2000  
FUENTE: GOOGLE EARTH PRO



Figura 22. Imagen satelital del año 2021  
FUENTE: GOOGLE EARTH PRO



## VI. CONCLUSIONES

**PRIMERA:** De acuerdo a los ensayos realizados se determinó, los siguientes tipos de suelos, gravas pobremente gradadas, de una sola estratificación en las todas las calicatas (GM-GP). Excepto en la Calicata C-6 donde se determinó de manera local arena pobremente gradada (SP). Contenido de humedad varía entre 1.84 – 6.97 % de contenido de agua. Los resultados de densidad húmeda varían 2.03 – 2.22 Gr/cm<sup>3</sup>. Las características cohesivas del suelo en su estado natural son de 0.00 – 0.05 Kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción interna varía entre 29.0° - 34.0°

**SEGUNDA:** La capacidad admisible de suelos de la zona de estudio del Rio Chincha, determinados por tres métodos. Vesic, Meyerhof y Terzagui dan rango de valores, 2.3 – 4.8 Kg/cm<sup>2</sup> según Método Vesic, 2.2 – 4.8 Kg/cm<sup>2</sup> según método Meyerhof, 2.8 – 6.2 Kg/cm<sup>2</sup> según método Terzaghi a una profundidad de desplante de 1.5 m. Para una profundidad de desplante de 2.00 m, el rango de valores son de; 3.0 – 6.3 Kg/cm<sup>2</sup> según método Vesic, 2.9 – 6.00 Kg/cm<sup>2</sup> según método Meyerhof, 3.7 – 7.7 Kg/cm<sup>2</sup> según método Terzaghi.

**TERCERA:** Según la capacidad portante para una profundidad de desplante de 1.5m y 2.00m, y cotejando con el reglamento nacional de edificaciones, NORMA E 0.50 (Suelos y cimentaciones). Son apropiados para una cimentación corrida. Negando la hipótesis planteada.



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar ensayos de permeabilidad a diferentes profundidades, para determinar su influencia en el compartimento geotécnico en diferentes condiciones, saturadas y no saturadas.
- Se recomienda caracterizar el área de influencia directa al río Chíncha en temporadas de avenida, con la finalidad de ver comportamiento mecánico con presencia de nivel freático en condiciones saturadas.
- Se recomienda realizar evaluaciones geotécnicas para profundidades de desplante mayores a 3 metros, para determinar la capacidad portante de los suelos.
- Se recomienda elaborar mapas de zonificación geológica geotécnica en un ámbito mayor del área de estudio que permita que muestren suelos de características similares para una gestión de uso de suelos.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adin, T. (2016). Analisis comparativo en la determinacion de la capacidad admisible por los metodos disponibles de Terzagui y Meyerhof, para cimentaciones superficiales segun las características del suelo de Inquipata del Distrito de Anta. (*Tesis*). Universidad Andina Del Cusco, Cusco.
- Alva , J. E. (2012). *Cimentaciones Superficiales*. Lima.
- Alvarado, S. E. (2011). *Estudio complementario de las condiciones de riesgo de desastres en la ciudad de Chincha*. INDECI, Chincha.
- Bookcivil. (156 de Octubre de 2019). *Bookcivil*. Obtenido de Bookcivil:  
<https://bookcivil.com/ciclo-basico/clasificacion-del-suelo-de-acuerdo-a-sucs-y-aahsto-excel/>
- Braja, D. (2014). *Fundamentos de la ingenieria Geotecnica*. Mexico: Art.
- Cañi, G. G., & Gomez, J. V. (2018). Propuesta tecnica para cimentaciones de vivienda ubicadas en el sector VII del Distrito de Alto Alianza. (*Tesis*). Universidad Privada de Tacna, Tacna.
- Carrion, J., & Corpus, C. B. (2015). Procedimiento de diseño estructural de un reservorio circular apoyado de concreto armado cumpliendo los parametros de la propuesta de norma E030 2014 para la zona de Cajamarquilla. Lima.
- Chiossi, N. J. (2013). *Geologia de engharia*.
- Consortio de Ingenieria Valles Vulnerables. (2018). *Instalacion e Implementacion de Medidas de prevencion para el control de desbordes e inundaciones del Rio Chincha*. Chincha.
- Crespo, C. (2008). *Mecanica de suelos y cimentaciones*. Mexico: Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.



- Cruz, N. A. (2016). Analisis geotecnico y propuesta de cimentaciones sobre rellenos en la zona NOR-OESTE de la ciudad de Juliaca. (*Magister*). Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, Juliaca.
- Estaire Gepp, J. (2004). Comportamiento de cimentaciones superficiales sobre suelos granulares sometidas a solicitaciones dinamicas. (*Tesis Doctoral*). Universidad Politecnica de Madrid, Madrid.
- Geotenia Facil. (2015). *Geotenia Facil*. Obtenido de Geotenia Facil:  
<https://geotecniafacil.com/tipos-cimentaciones-superficiales-o-directas/>
- Herrera, Y. G., & Mejia, M. A. (2016). Clasificacion de la fraccion fina de materiales provenientes del Rio Guayuriba en la ciudad de Villavicencio. (*Tesis*). Universidad Catolica de Colombia, Bogota.
- IGC (Instituto de la Construccion y Gerencia). (2018). *Norma Tecnica E.050 suelos y Cimentaciones*. Lima.
- INDECI. (2001). *Mapa de peligros, plan de usos del suelo y propuesta de medidas de mitigacion de los efectos producidos por los desastres naturales de la ciudad de Chincha*. Instituto Nacional de Defensa Civil, Chincha.
- INGEMMET. (1993). *Geologia de los cuadrangulos de Mala, Lunahuana, Tupe, Conayca, Chincha, Tntara y Castrovirreyna*. Lima: Boleten N°44.
- Juarez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (1999). *Mecanica de Suelos: Tomo I; fundamentos de la mecanica de suelos*. Mexico: Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores.
- Laura, S. (2015). Evaluacion de la capacidad predictiva de los metodos de estimacion del comportamiento mecanico de los suelos lacustres de la bahia de Puno, para cimentaciones superficiales. (*Tesis*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.



- Logeais, L. (1984). *Patología de las Cimentaciones*. Barcelona, España: Gustavo Gill, S.A.
- Medrano, R. C. (2008). *Mecánica de Suelos II*. Tehuacan: N°. AS-1-152.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E-050 Suelos y cimentaciones*. Peru.
- Nij Patzan, J. E. (2009). Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas. (*Guía*). Universidad de San Carlos De Guatemala, Guatemala.
- Núñez, E. (2011). Propuesta tecnológica para el mejoramiento del comportamiento sísmico de reservorio elevado con estructura de soporte tipo marco. Lima, Perú.
- Olcese, M. (2010). *Aplicación de las normas: E.050 Suelos y Cimentaciones estudio de mecánica de suelos y la cimentación de edificaciones*. Lima: PUCP.
- Palomino, A. (2018). Curso de diseño de reservorios apoyados de concreto armado. Cajamarca, Perú: Ceint Perú.
- Pupiales, A. (2013). Análisis de la interacción fluido-estructura en el diseño de tanques cilíndricos de acero según las norma americana, neozelandesa, ecuatoriana y métodos simplificados (tesis para optar el título de ingeniero civil). Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2405/1/107099.pdf>
- Rivera, K. E. (2019). *Mecánica de suelos aplicada; Cimentaciones superficiales y profundas*. Mexico.
- RNE. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones. *DISEÑO SISMORRESISTENTE E.030*.



- Santa Cruz, D. (2018). Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritos del Distrito De Soritos. (*Tesis*). Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, San Martín.
- Santana, A. (2010). Modelo Winkler para el análisis de la respuesta dinámica de estructuras enterradas. *Proyecto de fin de carrera*. España: Universidad de las Palmas el Gran Canaria.
- Sucasaca, C., & Mamani V., J. (2017). Evaluación de los efectos de interacción suelo-estructura en el estadio universitario UNA-PUNO. Universidad Nacional del Altiplano.
- Terzaghi, K. V. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. El ateneo.
- Terzaghi, K. V., & Peck, R. B. (1955). *La mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. el ateneo.



## ANEXOS

### ANEXO A: REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS

REGISTRO DE EXCAVACIÓN		Calicata N°: C-1	
<b>PROYECTO :</b> EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.			
<b>UBICACIÓN :</b> Rio Chincha		<b>NIVEL FREÁTICO (m) :</b> NP	
<b>REALIZADO :</b> BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA		<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m) :</b> 3.00	
<b>METODO DE EXCAVACION :</b> Calicata (excavadora)		<b>NORTE (m):</b> 8511308	
<b>FECHA DE EJECUCION :</b> Nov-19		<b>ESTE (m):</b> 373413	

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	Tipo de muestra	Numero de muestra	Ensayos in situ	COMENTARIOS
0.50		0.00 - 3.00: Grava pobremente gradada de coloracion gris, ligeramente humeda, no plastica, de compacidad suelta, gravas subredondeadas a redondeadas, con cantos, boleos y bloques de 10 a 20 pulgadas.	GP	M-1	Densidad	SUCS, Analisis Químico,PV
0.70						
0.80						
1.00						
1.50						
2.00						
2.50						
3.00						
3.50						
4.00						
4.50						

<b>OBSERVACIONES :</b> <hr/> <hr/>	Pagina 1/1
<b>Nota:</b> <hr/> <hr/> <hr/>	<b>S/M :</b> Sin Muestra <b>RM :</b> Roca Meterizada <b>PV:</b> Peso Volumetrico



REGISTRO DE EXCAVACIÓN		Calicata N°: C-2	
<b>PROYECTO :</b> EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.			
<b>UBICACIÓN :</b> Río Chincha		<b>NIVEL FREÁTICO (m) :</b> NP	
<b>REALIZADO :</b> BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA		<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m) :</b> 3.00	
<b>METODO DE EXCAVACION :</b> Calicata (excavadora)		<b>NORTE (m):</b> 8511045	
<b>FECHA DE EJECUCION :</b> Nov-19		<b>ESTE (m):</b> 374244	

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	Tipo de muestra	Numero de muestra	Ensayos in situ	COMENTARIOS
0.50 0.70 0.80 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00		Clasificación técnica; color; contenido de humedad; índice de plasticidad; grado de compactad/ consistencia; otros: presencia oxidaciones y material organico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.  0,00 - 3,00: Grava pobremente gradada de coloracion gris, ligeramente humeda, no plastica, de compacidad suelta, gravas subredondeadas a redondeadas, con cantos, boleos y bloques de 10 a 20 pulgadas.	GP-GM	M-1	Densidad	SUCS, Analisis Quimico,PV
3.50 4.00 4.50						

<b>OBSERVACIONES :</b> <hr/> <hr/> <hr/>	Página 1/1
<b>Nota:</b> <hr/> <hr/> <hr/>	<b>S/M :</b> Sin Muestra <b>RM :</b> Roca Meterizada <b>PV:</b> Peso Volumetrico



<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>				Calicata N°: C-3		
<b>PROYECTO :</b> EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.						
<b>UBICACIÓN :</b> Rio Chincha		<b>NIVEL FREÁTICO (m) :</b> NP				
<b>REALIZADO :</b> BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA		<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m) :</b> 3.00				
<b>METODO DE EXCAVACION :</b> Calicata (excavadora)		<b>NORTE (m):</b> 8511040				
<b>FECHA DE EJECUCION :</b> Nov-19		<b>ESTE (m):</b> 375395				
PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO <small>Clasificación técnica; color; contenido de humedad; índice de plasticidad; grado de compactad/ consistencia; otros: presencia oxidaciones y material organico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.</small>	Tipo de muestra	Numero de muestra	Ensayos insitu	COMENTARIOS
0.50 0.70 0.80 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00		0,00 - 3,00: Grava pobremente gradada de coloracion gris, ligeramente humeda, no plastica, de compacidad suelta, gravas subredondeadas a redondeadas, con cantos, boleos y bloques de 10 a 20 pulgadas.	GP	M-1	Densidad	SUCS, Analisis Químico,PV
3.50 4.00 4.50						
<b>OBSERVACIONES :</b> _____ _____ <b>Nota:</b> _____ _____ _____						Página 1/1
					<b>S/M :</b> Sin Muestra <b>RM :</b> Roca Meterizada <b>PV:</b> Peso Volumetrico	



<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>						Calicata N°: C-4
<b>PROYECTO :</b> EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.						
<b>UBICACIÓN :</b> Rio Chincha		<b>NIVEL FREÁTICO (m) :</b> NP				
<b>REALIZADO :</b> BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA		<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m) :</b> 3.00				
<b>METODO DE EXCAVACION :</b> Calicata (excavadora)		<b>NORTE (m):</b> 8510902				
<b>FECHA DE EJECUCION :</b> Nov-19		<b>ESTE (m):</b> 376545				
PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO <small>Clasificación técnica; color; contenido de humedad; índice de plasticidad; grado de compactad/ consistencia; otros: presencia oxidaciones y material organico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.</small>	Tipo de muestra	Numero de muestra	Ensayos Insitu	COMENTARIOS
0.50 0.70 0.80 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00		0,00 - 3,00: Grava pobremente gradada de coloracion gris, ligeramente humeda, no plastica, de compacidad suelta, gravas subredondeadas a redondeadas, con cantos, boleos y bloques de 10 a 20 pulgadas.	GP-GM	M-1	Densidad	SUCS, Analisis Quimico,PV
3.50 4.00 4.50						3.50 4.00 4.50
<b>OBSERVACIONES :</b> _____ _____ <b>Nota:</b> _____ _____ _____						Página 1/1
						<b>S/M :</b> Sin Muestra <b>RM :</b> Roca Meterizada <b>PV:</b> Peso Volumetrico



<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>					Calicata N°: C-5	
<b>PROYECTO :</b> EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.						
<b>UBICACIÓN :</b> Rio Chincha			<b>NIVEL FREÁTICO (m) :</b> NP			
<b>REALIZADO :</b> BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA			<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m) :</b> 3.00			
<b>METODO DE EXCAVACION :</b> Calicata (excavadora)			<b>NORTE (m):</b> 8511181			
<b>FECHA DE EJECUCION :</b> Nov-19			<b>ESTE (m):</b> 377824			
PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO <small>Clasificación técnica; color; contenido de humedad; índice de plasticidad; grado de compactad/ consistencia; otros: presencia oxidaciones y material organico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.</small>	Tipo de muestra	Numero de muestra	Ensayos insitu	COMENTARIOS
0.50 0.70 0.80 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00		0,00 - 3,00: Grava pobremente gradada de coloracion gris, ligeramente humeda, no plastica, de compacidad suelta, gravas subredondeadas a redondeadas, con cantos, boleos y bloques de 10 a 20 pulgadas.	GP-GM	M-1	Densidad	SUCS, Analisis Químico,PV
3.50 4.00 4.50						3.50 4.00 4.50
<b>OBSERVACIONES :</b> _____ _____ _____						Página 1/1
<b>Nota:</b> _____ _____ _____						<b>S/M :</b> Sin Muestra <b>RM :</b> Roca Meterizada <b>PV:</b> Peso Volumetrico





<b>REGISTRO DE EXCAVACIÓN</b>						Calicata N°: C-7
<b>PROYECTO :</b> EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.						
<b>UBICACIÓN :</b> Río Chincha			<b>NIVEL FREÁTICO (m) :</b> NP			
<b>REALIZADO :</b> BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA			<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m) :</b> 3.00			
<b>METODO DE EXCAVACION :</b> Calicata (excavadora)			<b>NORTE (m):</b> 8511364			
<b>FECHA DE EJECUCION :</b> Nov-19			<b>ESTE (m):</b> 380966			
PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	Tipo de muestra	Numero de muestra	Ensayos insitu	COMENTARIOS
0.50 0.70 0.80 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00		Clasificación técnica; color; contenido de humedad; índice de plasticidad; grado de compactad/ consistencia; otros: presencia oxidaciones y material organico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.  0,00 - 3,00: Grava pobremente gradada de coloracion gris, ligeramente humeda, no plastica, de compactad suelta, gravas subredondeadas a redondeadas, con cantos, boleos y bloques de 10 a 20 pulgadas.	GP-GM	M-1	Densidad	SUCS, Analisis Quimico,PV
3.50 4.00 4.50						
<b>OBSERVACIONES :</b> _____ _____ _____ <b>Nota:</b> _____ _____ _____						Página 1/1
						<b>S/M :</b> Sin Muestra <b>RM :</b> Roca Meterizada <b>PV :</b> Peso Volumetrico



REGISTRO DE EXCAVACIÓN						Calicata N°: C-8
<b>PROYECTO :</b> EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.						
<b>UBICACIÓN :</b> Río Chincha		<b>NIVEL FREÁTICO (m) :</b> NP				
<b>REALIZADO :</b> BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA		<b>PROFUNDIDAD TOTAL (m) :</b> 3.00				
<b>METODO DE EXCAVACION :</b> Calicata (excavadora)		<b>NORTE (m):</b> 8510947				
<b>FECHA DE EJECUCION :</b> Nov-19		<b>ESTE (m):</b> 383105				
PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	Tipo de muestra	Numero de muestra	Ensayos Insitu	COMENTARIOS
		Clasificación técnica; color; contenido de humedad; índice de plasticidad; grado de compactación/ consistencia; otros: presencia oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.50 0.70 0.80 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00		0,00 - 3,00: Grava pobremente gradada de coloración gris, ligeramente húmeda, no plástica, de compactación suelta, gravas subredondeadas a redondeadas, con cantos, boleos y bloques de 10 a 20 pulgadas.	GP-GM	M-1	Densidad	SUCS, Analisis Quimico,PV
3.50 4.00 4.50						
<b>OBSERVACIONES :</b> _____ _____ _____ <b>Nota:</b> _____ _____ _____						Pagina 1/1
						<b>S/M :</b> Sin Muestra <b>RM :</b> Roca Meterizada <b>PV:</b> Peso Volumetrico



## ANEXO B: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM-2216

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITANTE : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

UBICACIÓN : CHINCHA

FECHA : NOY-2015

#### MUESTRAS

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 3
MUESTRA N°	M - 1	M - 1	M - 1
PROFUNDIDAD (m)	3,00	3,00	3,00
FRASCO No	72	10	07
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs 131,03	131,40	160,18
2. Peso recipiente + suelo seco	grs 123,50	120,50	155,20
3. Peso de agua (1) - (2) grs	7,53	2,90	4,98
4. Peso de recipiente	grs 12,11	10,07	10,87
5. Peso de suelo seco (2) - (4) grs	111,39	118,43	144,33
6. Contenido de humedad (3)/(5)*100 %	6,75	2,45	3,45

#### MUESTRAS

CALICATA	C - 4	C - 5	C - 6
MUESTRA N°	M - 1	M - 1	M - 1
PROFUNDIDAD (m)	3,00	3,00	3,00
FRASCO No	69	14	22
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs 170,26	108,11	158,31
2. Peso recipiente + suelo seco	grs 167,40	101,80	155,20
3. Peso de agua (1) - (2) grs	2,86	6,31	3,11
4. Peso de recipiente	grs 12,32	11,21	11,26
5. Peso de suelo seco (2) - (4) grs	155,08	90,59	143,94
6. Contenido de humedad (3)/(5)*100 %	1,84	6,97	2,16

#### MUESTRAS

CALICATA	C - 7	C - 8
MUESTRA N°	M - 1	M - 1
PROFUNDIDAD (m)	3,00	3,00
FRASCO No	15	88
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs 175,06	180,06
2. Peso recipiente + suelo seco	grs 174,1	178,50
3. Peso de agua (1) - (2) grs	0,96	1,56
4. Peso de recipiente	grs 12,11	10,07
5. Peso de suelo seco (2) - (4) grs	161,99	168,43
6. Contenido de humedad (3)/(5)*100 %	0,59	0,93

Observaciones:

---



---



---



*Rene Romario Coila Suasaca*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 8664

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Teléfono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

## ANEXO C: ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

FECHA: NOV - 2019

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

UBICACIÓN: RÍO CHINCHA

CALICATA: C - 1 NUESTRA: M - 1 PROFUND (m.): 3.00

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%)		CLASIFICACION	
1880.00		BUCC	SP
1930.00		AMHTO	A-1-60
0118.00		Cava: mal graduada con arena con bloques (U)	

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
12"	304.800	0.00	0.00	0.00	100.00
10"	254.000	1216.00	1.12	1.12	98.88
8"	203.200	3284.00	3.02	4.14	95.86
6"	152.400	6258.00	5.76	9.90	90.10
4"	101.600	9268.00	8.53	18.43	81.57
3"	76.200	8241.00	7.56	26.02	73.98
2 1/2"	63.500	7426.00	6.83	32.85	67.15
2"	50.800	6621.00	6.09	38.94	61.06
1 1/2"	38.100	5515.00	5.08	44.02	55.98
1"	25.400	5214.00	4.80	48.82	51.18
3/4"	19.050	5034.00	4.63	53.45	46.55
1/2"	12.700	4657.00	4.29	57.74	42.26
3/8"	9.525	4396.00	4.02	61.76	38.24
1/4"	6.350	4058.00	3.73	65.49	34.51
N° 4	4.760	4658.00	4.29	69.78	30.22
N° 10	2.000	5524.00	5.08	74.86	25.14
N° 20	0.849	5362.00	4.94	79.80	20.20
N° 30	0.598	3954.00	3.64	83.44	16.56
N° 40	0.426	4625.00	4.28	87.72	12.28
N° 60	0.250	3962.00	3.62	90.51	9.49
N° 100	0.149	3965.00	3.63	94.15	5.84
N° 200	0.074	1225.00	1.13	95.29	4.71
Fondo	-	0.00	0.00	95.29	4.71

Cantos Rodados	
0.075	26.02
0.075	43.75
0.075	24.38
0.075	5.84

Limite Líquido (LL) %	Limite Plástico (LP) %	Índice de Plasticidad (IP) %
43.75	5.84	37.91

AMBROJO MORALES JIJA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I. N° 19006

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARO COILA SUASACA CALICATA: C - 1

UBICACION: RIO CHINCHA MUESTRA: M-1

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)					
Tamiz (mm)	Tamiz (pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100.000	4"	100.00	100.00	0.00	0.00
80.000	3"	73.99	73.99	26.02	26.02
63.000	2 1/2"	67.15	67.15	32.85	6.83
50.000	2"	61.06	61.06	38.94	6.09
40.000	1 1/2"	55.98	55.98	44.02	5.08
25.000	1"	51.18	51.18	48.82	4.80
20.000	3/4"	46.55	46.55	53.45	4.53
12.500	1/2"	42.26	42.26	57.74	4.29
10.000	3/8"	38.24	38.24	61.76	4.02
6.300	1/4"	34.51	34.51	65.49	3.73
5.000	Nº4	30.22	30.22	69.78	4.29
2.000	Nº10	25.14	25.14	74.86	5.08
1.250	Nº20	20.20	20.20	79.80	4.94
0.400	Nº40	12.31	12.31	87.69	7.90
0.180	Nº100	5.84	5.84	94.16	6.47
0.000	Nº200	4.71	4.71	95.29	7.13

Limite liquido LL		%
Limite plastico LP		%
Indice plasticidad IP		%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	30.22%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	4.71%
D60:	0.000 mm
D30:	0.000 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0
Grado de curvatura (Cc):	0

### Granulometria

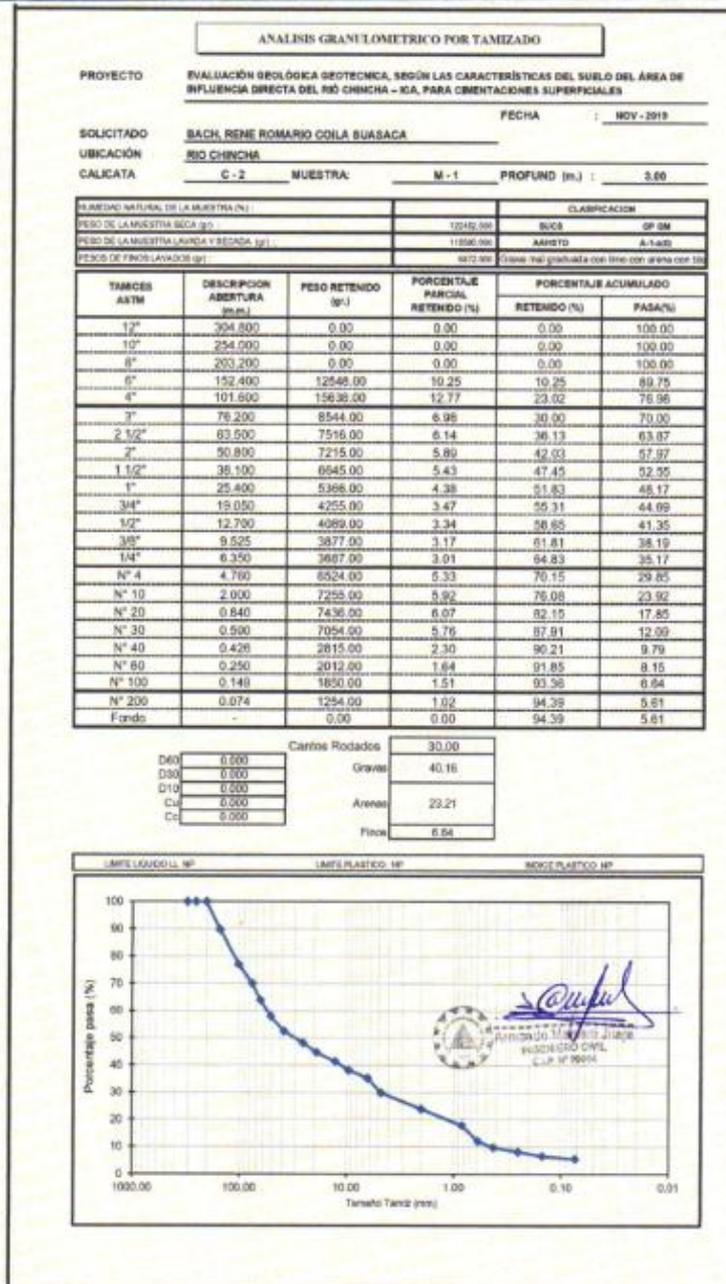
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Sueto de partículas gruesas: Suelo limpio	
Grava mal graduada con arena con bloques GP	A-1-a(0)

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION



Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARO COILA SUASACA CALICATA: C-2

UBICACIÓN: RIO CHINCHA MUESTRA: M-1

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)					
Tamiz (mm)	(pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
80.000	3"	100.00	100.00	0.00	0.00
53.000	2 1/2"	70.00	70.00	30.00	30.00
50.000	2"	57.87	57.87	36.13	6.14
40.000	1 1/2"	57.87	57.87	42.03	5.89
25.000	1"	52.55	52.55	47.45	5.43
20.000	3/4"	48.17	48.17	51.83	4.38
12.500	1/2"	44.69	44.69	55.31	3.47
10.000	3/8"	41.35	41.35	58.65	3.34
6.300	1/4"	38.19	38.19	61.81	3.17
5.000	Nº4	36.17	35.17	64.83	3.01
3.000	Nº10	29.85	29.85	70.15	5.33
2.000	Nº20	23.92	23.92	78.08	5.92
1.250	Nº40	17.85	17.85	82.15	6.07
0.400	Nº100	9.79	9.79	90.21	8.06
0.150	Nº200	6.64	6.64	93.38	3.15
0.075	Nº200	5.81	5.81	94.39	1.02

Limite liquido LL		%
Limite plastico LP		%
Índice plasticidad IP		%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	29.85%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	5.81%
D60:	0.000 mm
D30:	0.000 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0
Grado de curvatura (Cc):	0

**Granulometría**

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo doble)	
Grava mal graduada con limo con arena con bloques GP GM	A-1-e(0)

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**PROYECTO:** EVALUACION GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**SOLICITADO:** BACH. RENIE ROMARIO COLA SUJAMCA

**UBICACION:** RIO CHINCHA

**CALICATA:** C - 3    **MUESTRA:** M - 1    **PROFUND (m.):** 3.00

**FECHA:** NOV-2019

ALUMBRADO NATURAL DE LA MUESTRA (g)		CLASIFICACION	
12500.000	SUCE	SP	
117577.000	ARENTO	A-L(ul)	
4575.000	Grava med/graduado con arena con bloques GP		

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
12"	304.800	0.00	0.00	0.00	100.00
10"	254.000	0.00	0.00	0.00	100.00
8"	203.200	2548.00	2.08	2.08	97.92
6"	152.400	6238.00	5.09	7.18	92.82
4"	101.600	18996.00	15.51	22.69	77.31
3"	76.200	7458.00	6.09	28.78	71.22
2 1/2"	63.500	6852.00	5.60	34.37	65.63
2"	50.800	5963.00	4.87	39.24	60.76
1 1/2"	38.100	5214.00	4.26	43.50	56.50
1"	25.400	5018.00	4.10	47.60	52.40
3/4"	19.000	5034.00	4.11	51.71	48.29
1/2"	12.700	4521.00	3.69	55.40	44.60
3/8"	9.525	4123.00	3.37	58.77	41.23
1/4"	6.350	3655.00	3.15	61.92	38.08
Nº 4	4.750	3325.00	2.97	67.08	32.92
Nº 10	2.000	4868.00	3.97	71.06	28.94
Nº 20	0.840	6352.00	5.19	76.24	23.76
Nº 30	0.590	7215.00	5.89	82.14	17.86
Nº 40	0.425	8547.00	6.98	89.12	10.88
Nº 60	0.250	3562.00	2.91	92.03	7.97
Nº 100	0.149	3965.00	3.24	95.26	4.74
Nº 200	0.074	1225.00	1.00	96.26	3.74
Fondo	-	0.00	0.00	96.26	3.74

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0.60</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>0.80</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>Cc</td><td>0.000</td></tr> </table>	0.60	0.000	0.80	0.000	0.15	0.000	Cl	0.000	Cc	0.000	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Centos Redondeados</td></tr> <tr><td>Gravas</td><td>28.78</td></tr> <tr><td>Arenas</td><td>36.30</td></tr> <tr><td>Fines</td><td>28.18</td></tr> <tr><td>Finca</td><td>4.74</td></tr> </table>	Centos Redondeados		Gravas	28.78	Arenas	36.30	Fines	28.18	Finca	4.74
0.60	0.000																				
0.80	0.000																				
0.15	0.000																				
Cl	0.000																				
Cc	0.000																				
Centos Redondeados																					
Gravas	28.78																				
Arenas	36.30																				
Fines	28.18																				
Finca	4.74																				

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

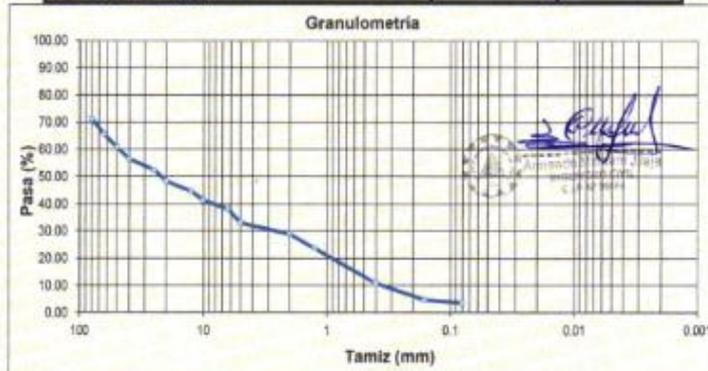
SOLICITADO: BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA CALICATA: C-3  
UBICACIÓN: RÍO CHINCHA MUESTRA: M-1

### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

Tamiz (mm)	Pasa (pulg)	Pasa (%)	Retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
60.000	3"	100.00	100.00	0.00	0.00
63.000	2 1/2"	71.22	71.22	28.78	28.78
50.000	2"	65.63	65.63	34.37	5.60
40.000	1 1/2"	60.76	60.76	39.24	4.87
25.000	1"	56.50	56.50	43.50	4.26
20.000	3/4"	52.40	52.40	47.60	4.10
12.500	1/2"	48.29	48.29	51.71	4.11
10.000	3/8"	44.80	44.80	55.40	3.69
7.500	3/16"	41.23	41.23	58.77	3.37
6.300	1/4"	38.08	38.08	61.92	3.15
5.000	Nº4	32.92	32.92	67.08	5.17
2.000	Nº10	28.94	28.94	71.06	3.97
1.250	Nº20	23.76	23.76	76.24	5.19
0.400	Nº40	10.88	10.88	89.12	12.67
0.150	Nº100	4.74	4.74	95.26	6.15
0.075	Nº200	3.74	3.74	98.26	1.00

Limite líquido LL	%
Limite plástico LP	%
Indice plasticidad IP	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	32.92%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	3.74%
D60:	0.000mm
D30:	0.000mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	U
Grado de curvatura (Cc):	U

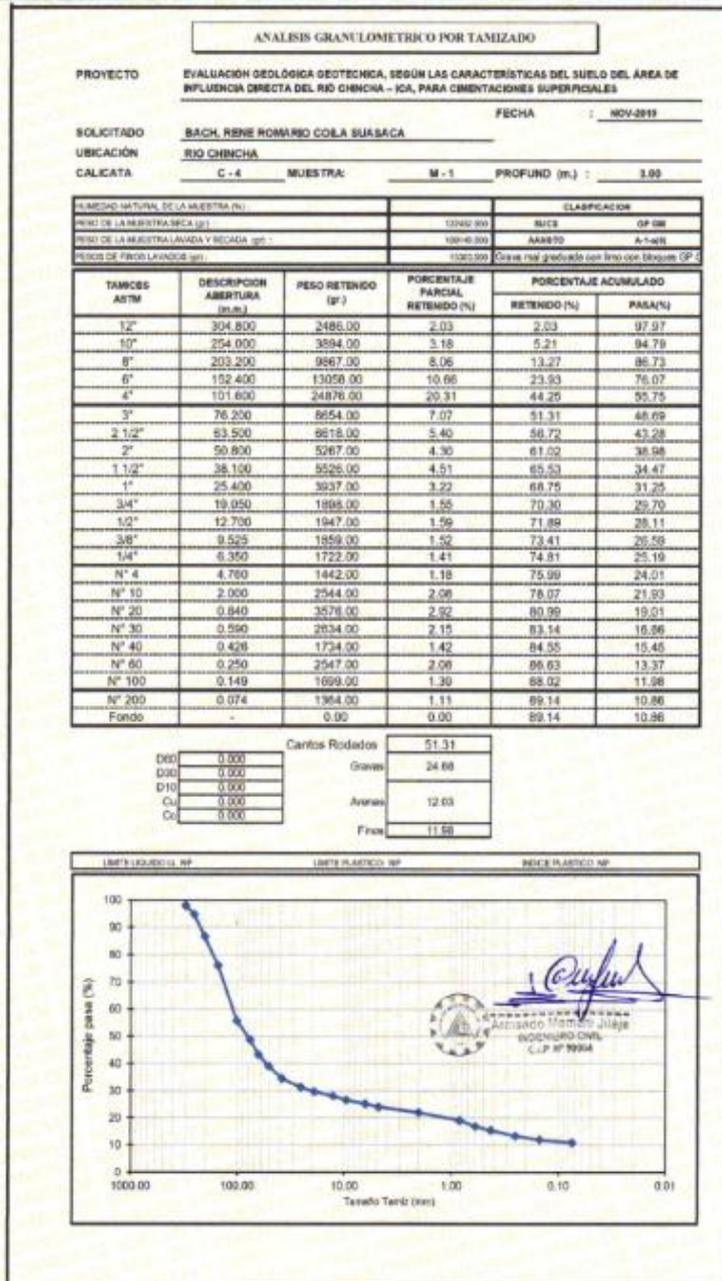


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpo.	
Grava mal graduada con arena con bloques GP	A-1-a(0)

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Teléfono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX

## LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA CALICATA: C - 4

UBICACION: RIO CHINCHA MUESTRA: M-1

### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)

Tamiz (mm)	Tamiz (pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
80.000	3"	100.00	100.00	0.00	0.00
63.000	2 1/2"	48.89	48.89	51.31	51.31
50.000	2"	43.28	43.28	56.72	5.40
40.000	1 1/2"	38.98	38.98	61.02	4.30
35.000	1 1/4"	34.47	34.47	65.53	4.51
25.000	1"	31.25	31.25	68.75	3.22
20.000	3/4"	28.70	28.70	70.30	1.55
12.500	1/2"	28.11	28.11	71.89	1.59
10.000	3/8"	26.59	26.59	73.41	1.52
6.300	1/4"	25.19	25.19	74.81	1.41
5.000	Nº4	24.01	24.01	75.99	1.18
2.000	Nº10	21.93	21.93	78.07	2.08
1.250	Nº20	19.01	19.01	80.99	2.92
0.400	Nº40	15.45	15.45	84.55	3.57
0.150	Nº100	11.98	11.98	88.02	3.47
0.075	Nº200	10.88	10.88	89.14	1.11

Limite liquido LL	%
Limite plastico LP	%
Indice plasticidad IP	%

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	24.01%
Pasa tamiz N° 200 (0,075 mm):	10.88%
D60:	0.000 mm
D30:	0.000 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0
Grado de curvatura (Cc):	0

### Granulometría

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas ( Nomenclatura con símbolo doble):	A-1-a(0)
Grava mal graduada con limo con bloques GP GM	

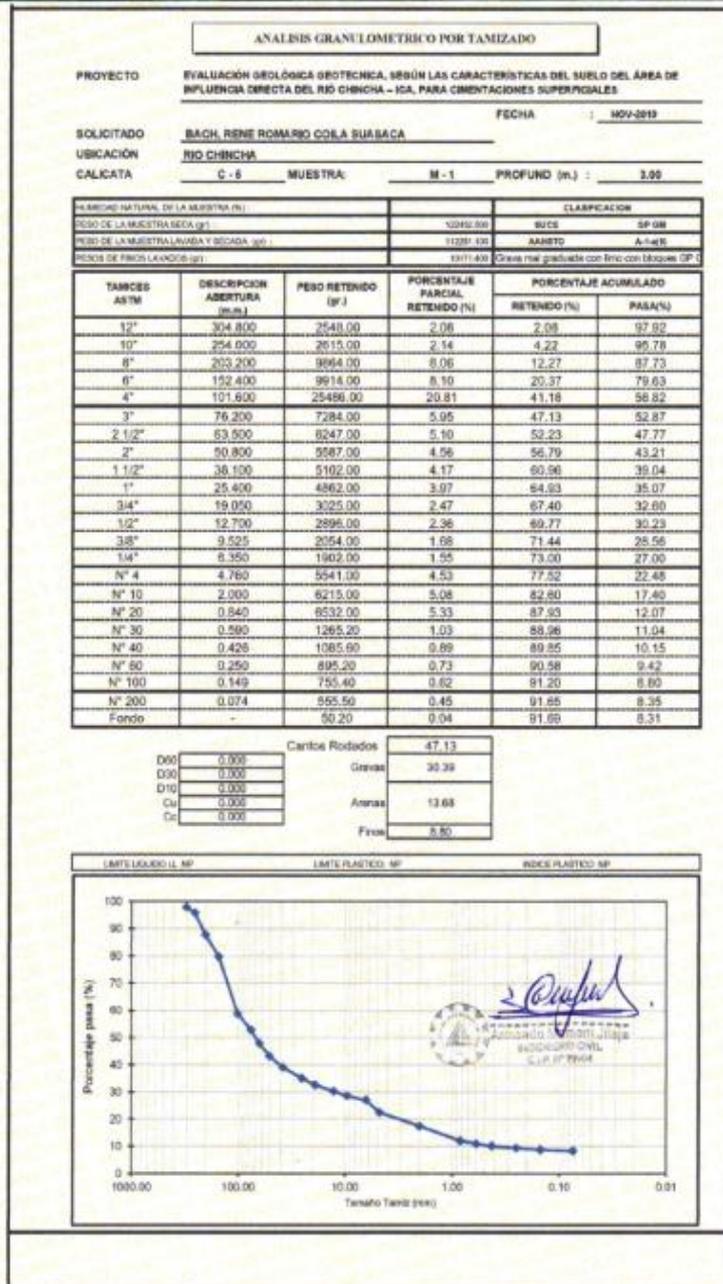
Augusto Mansano Jirón  
 Ingeiero Civil  
 1980-10-10

Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION



Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARIO COBLA SUJASACA CALICATA: C - 8

UBICACIÓN: RÍO CHINCHA MUESTRA: M-1

### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

Tamiz (mm)	Tamiz (pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
80.000	3"	100.00	100.00	0.00	0.00
63.000	2 1/2"	52.87	52.87	47.13	47.13
50.000	2"	47.77	47.77	52.23	5.10
40.000	1 1/2"	43.21	43.21	56.79	4.58
25.000	1"	39.04	39.04	60.96	4.17
20.000	3/4"	35.07	35.07	64.93	3.97
12.500	1/2"	32.80	32.80	67.40	2.47
10.000	3/8"	30.23	30.23	69.77	2.36
7.500	3/8"	28.56	28.56	71.44	1.66
6.300	1/4"	27.00	27.00	73.00	1.55
5.000	Nº4	22.48	22.48	77.52	4.53
2.000	Nº10	17.40	17.40	82.60	5.08
1.250	Nº20	12.07	12.07	87.93	5.33
0.400	Nº40	10.15	10.15	89.85	1.92
0.150	Nº100	8.80	8.80	91.20	1.35
0.075	Nº200	5.35	5.35	97.85	0.45

Limite líquido LL		%
Limite plástico LP		%
Indice plasticidad IP		%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	22.48%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	5.35%
D60:	0.000 mm
D30:	0.000 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0
Grado de curvatura (Cc):	0

### Granulometría

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo doble):	
Grava mal graduada con limo con bloques GP GM	A-1-a)(0)

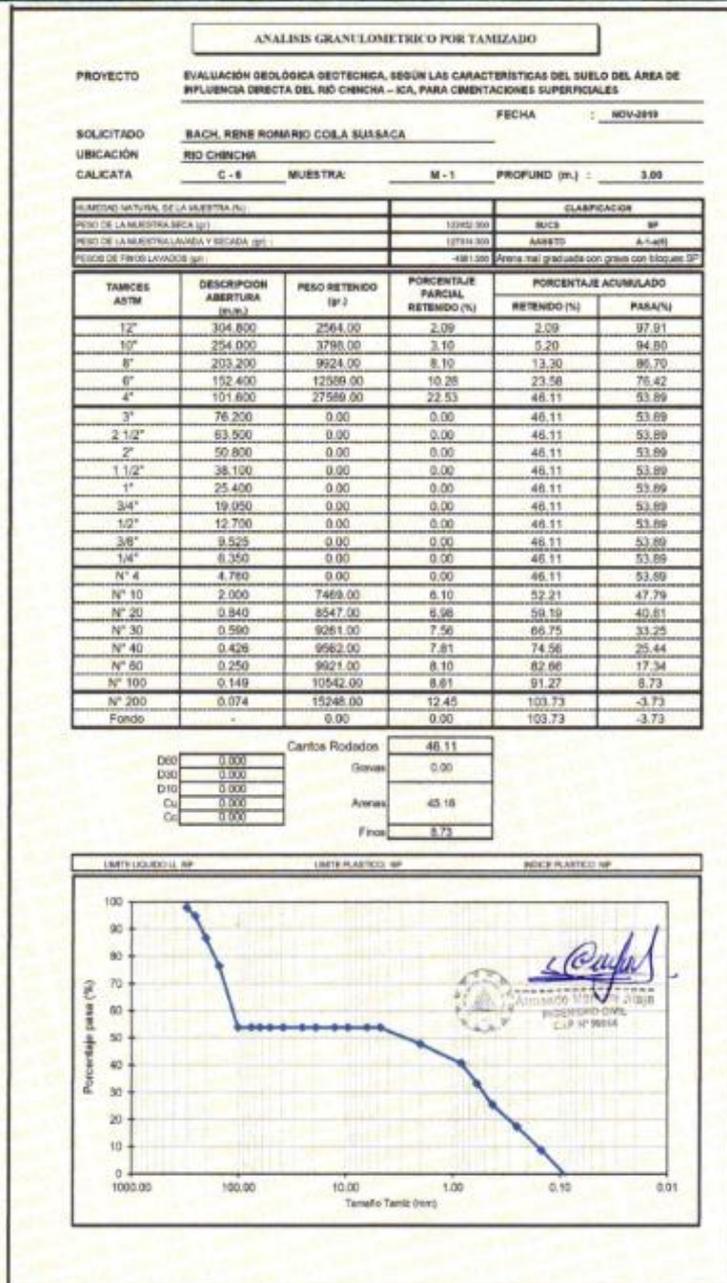
INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO GEOTECNICO

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION



Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA CALICATA: C-6

UBICACIÓN: RÍO CHINCHA MUESTRA: M-1

### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

Tamiz (mm)	Pasa (puig)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
		100.00	100.00	0.00	0.00
80.000	3"	53.89	53.89	46.11	46.11
63.000	2 1/2"	53.89	53.89	46.11	0.00
50.000	2"	53.89	53.89	46.11	0.00
40.000	1 1/2"	53.89	53.89	46.11	0.00
25.000	1"	53.89	53.89	46.11	0.00
20.000	3/4"	53.89	53.89	46.11	0.00
12.500	1/2"	53.89	53.89	46.11	0.00
10.000	3/8"	53.89	53.89	46.11	0.00
6.300	1/4"	53.89	53.89	46.11	0.00
3.000	Nº4	53.89	53.89	46.11	0.00
2.000	Nº10	47.79	47.79	52.21	6.10
1.250	Nº20	40.81	40.81	59.19	9.98
0.400	Nº40	25.44	25.44	74.56	15.37
0.150	Nº100	8.73	8.73	91.27	16.71
0.075	Nº200	-3.73	-3.73	100.00	12.45

Limite liquido LL		%
Limite plastico LP		%
Indice plasticidad IP		%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	53.89%
Pasa tamiz Nº 200 (0.075 mm):	-3.73%
D60:	0.000mm
D30:	0.000mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0
Grado de curvatura (Cc):	0

### Granulometría

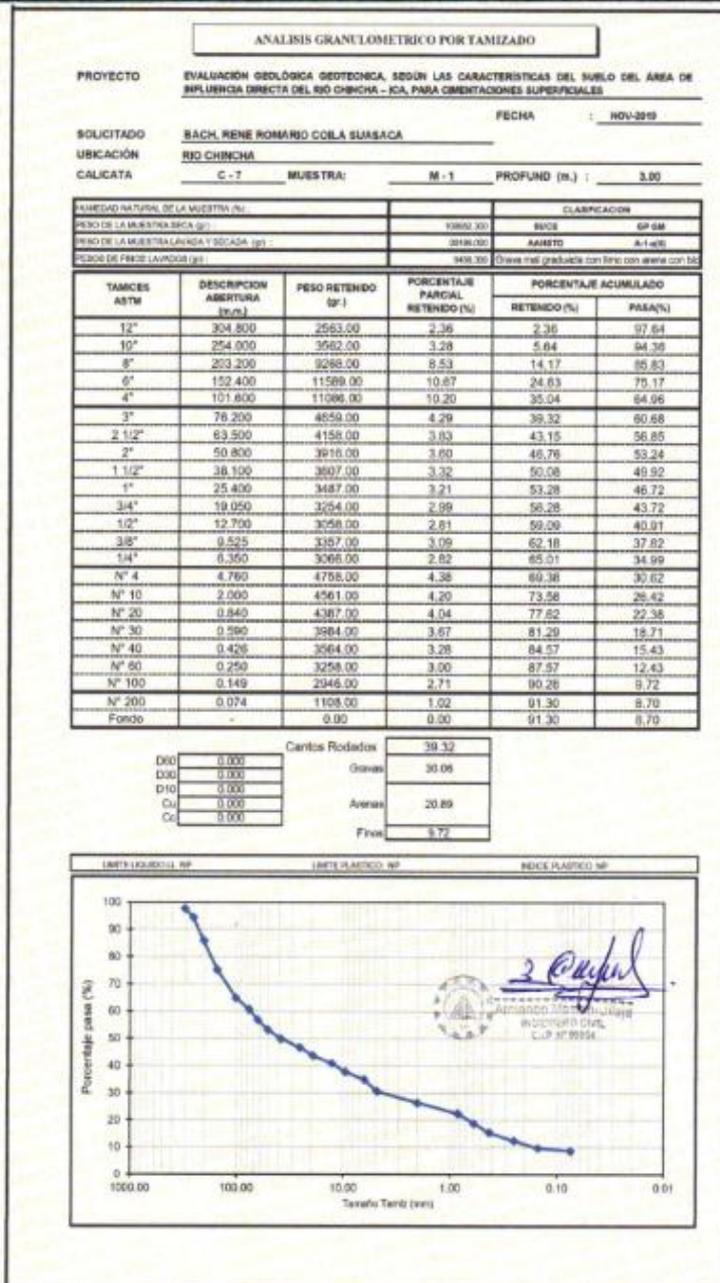
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.	
Arena mal graduada con grava con bloques SP	
A-1-a(2)	

Armando Machi Jajá  
INGENIERO CIVIL  
C.I. 10 000 000

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Teléfono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

PROYECTO: EVALUACION GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARO COILA SUASACA CALICATA: C-7  
UBICACION: RIO CHINCHA MUESTRA: M-1

### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)

Tamiz (mm)	Tamiz (pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
80.000	3"	100.00	100.00	0.00	0.00
63.000	2 1/2"	72.81	72.81	27.19	27.19
50.000	2"	66.89	66.89	33.12	5.92
40.000	1 1/2"	61.29	61.29	38.71	5.59
25.000	1"	56.37	56.37	43.63	4.91
20.000	3/4"	51.51	51.51	48.49	4.87
12.500	1/2"	46.98	46.98	53.02	4.53
10.000	3/8"	42.60	42.60	57.40	4.38
6.300	1/4"	39.12	39.12	60.88	3.48
4.750	Nº4	35.97	35.97	64.03	3.16
3.000	Nº10	31.24	31.24	68.76	4.72
2.000	Nº20	27.02	27.02	72.98	4.22
1.250	Nº40	23.59	23.59	76.41	3.43
0.400	Nº100	17.35	17.35	82.65	6.25
0.150	Nº100	12.02	12.02	87.98	5.33
0.075	Nº200	10.95	10.95	89.05	1.07

Limite liquido LL: %  
Limite plastico LP: %  
Indice plasticidad IP: %

Pasa tamiz Nº 4 (5mm): 31.24 %  
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm): 10.95 %  
D60: 0.000 mm  
D30: 0.000 mm  
D10 (diámetro efectivo): 0.000 mm  
Coeficiente de uniformidad (Cu): 0  
Grado de curvatura (Cc): 0

### Granulometria

### Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

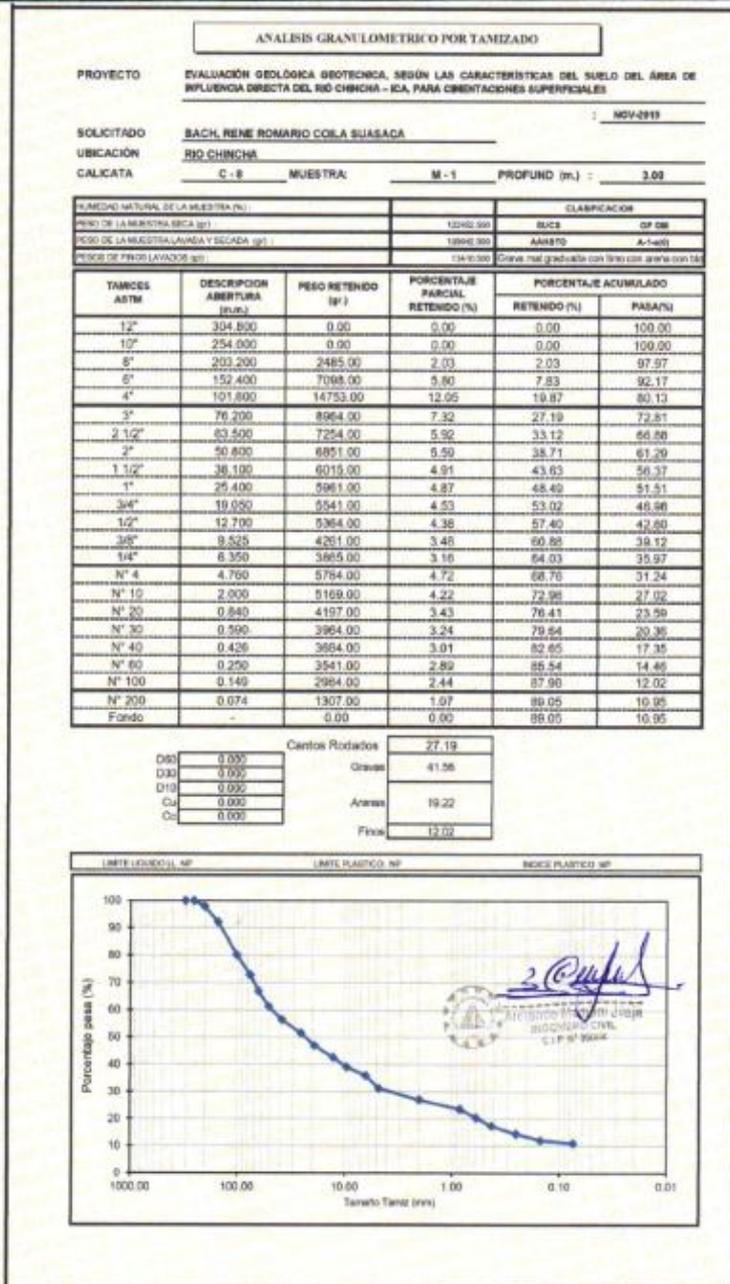
Suelo de partículas gruesas ( Nomenclatura con símbolo doble):  
Grava mal graduada con limo con arena con bloques GP GM A-1-a(0)

*[Signature]*  
Américo Morales Jilja  
Ingeniero Civil

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION



Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX

## LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

PROYECTO: EVALUACION GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

SOLICITADO: BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA CALICATA: C-7

UBICACION: RIO CHINCHA MUESTRA: M-1

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)					
Tamiz (mm)	Pasa (pulg)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
80.000	3"	100.00	100.00	0.00	0.00
83.000	2 1/2"	80.68	80.68	39.32	39.32
50.000	2"	56.85	56.85	43.15	3.83
40.000	1 1/2"	53.24	53.24	46.76	3.60
25.000	1"	49.92	49.92	50.08	3.32
20.000	3/4"	46.72	46.72	53.28	3.21
12.500	1/2"	43.72	43.72	56.28	2.99
10.000	3/8"	40.91	40.91	59.09	2.81
8.300	3/8"	37.82	37.82	62.18	3.09
5.000	1/4"	34.99	34.99	65.01	2.82
2.000	Nº4	30.62	30.62	69.38	4.38
1.250	Nº10	26.42	26.42	73.58	4.20
0.400	Nº20	22.38	22.38	77.62	4.04
0.150	Nº40	15.43	15.43	84.57	6.95
0.075	Nº100	8.72	8.72	90.28	5.71
0.060	Nº200	8.70	8.70	91.30	1.02

Limite liquido LL		%
Limite plastico LP		%
Indice plasticidad IP		%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	30.62%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	8.70%
D60:	0.000 mm
D30:	0.000 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.000 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	0
Grado de curvatura (Cc):	0

**Granulometria**

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas gruesas ( Nomenclatura con símbolo d(86) )	
Grava mal graduada con fino con arena con bloques GP GM	A-1-a(0)

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

## ANEXO D: ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICOS



### LÍMITES DE ATTERBERG ASTM - D4318

**Proyecto** : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**Solicitante** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**Ubicación** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

**Cantera / Zona** : Río CHINCHA

**Muestra** : M - 1

**Profundidad (mts.)** : 3.00

**Fecha** : NOV-2019

**Calicata** : C-1



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Teléfono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



**LÍMITES DE ATTERBERG  
ASTM - D4318**

**Proyecto** : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**Solicitante** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**Ubicación** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

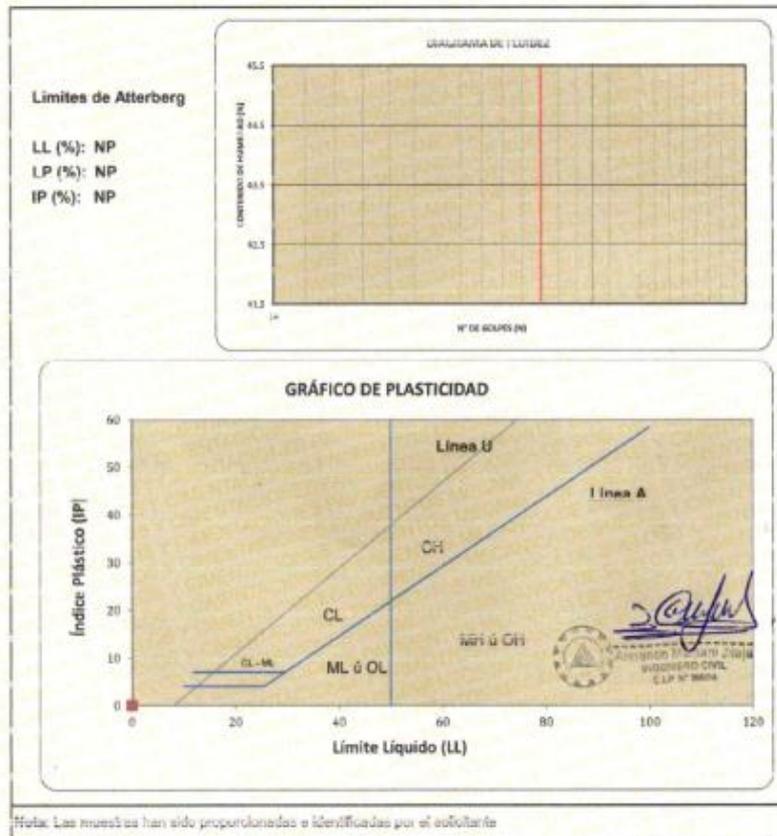
**Cantera / Zona** : Río Chíncha

**Muestra** : M - 1

**Profundidad (mts.)** : 3.00

**Fecha** : NOV-2019

**Calicata** : C-2



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



LÍMITES DE ATTERBERG  
ASTM - D4318

**Proyecto** : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

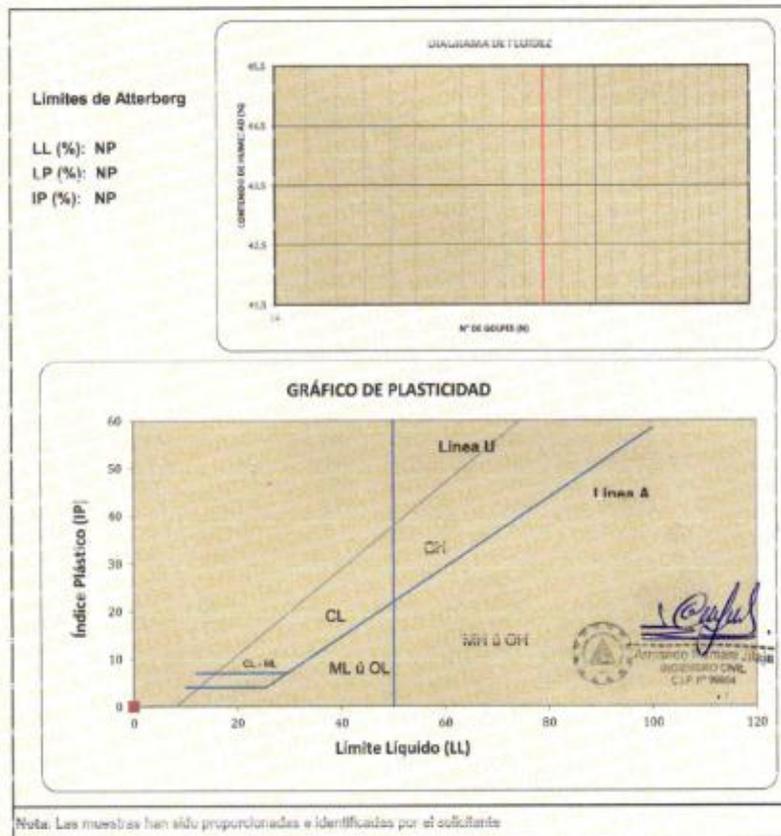
**Solicitante** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASCA

**Ubicación** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

**Cantera / Zona** : Río Chíncha **Fecha** : Nov-2019

**Muestra** : M - 1 **Calicata** : C-3

**Profundidad (mts.)** : 3.00



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsiflex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



**LÍMITES DE ATTERBERG  
ASTM - D4318**

**Proyecto** : REEVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

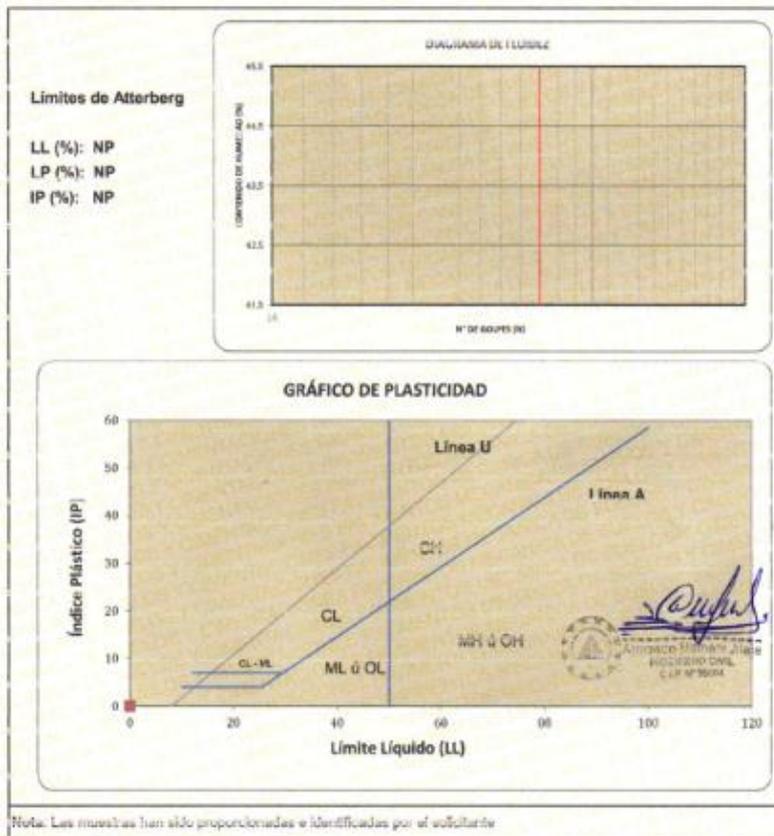
**Solicitante** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**Ubicación** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

**Cantera / Zona** : Río Chincha **Fecha** : NOV-2019

**Muestra** : M - 1 **Calicata** : C-4

**Profundidad (mts.)** : 0.00 - 3.00



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Teléfono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



**LÍMITES DE ATTERBERG  
ASTM - D4318**

**Proyecto** : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

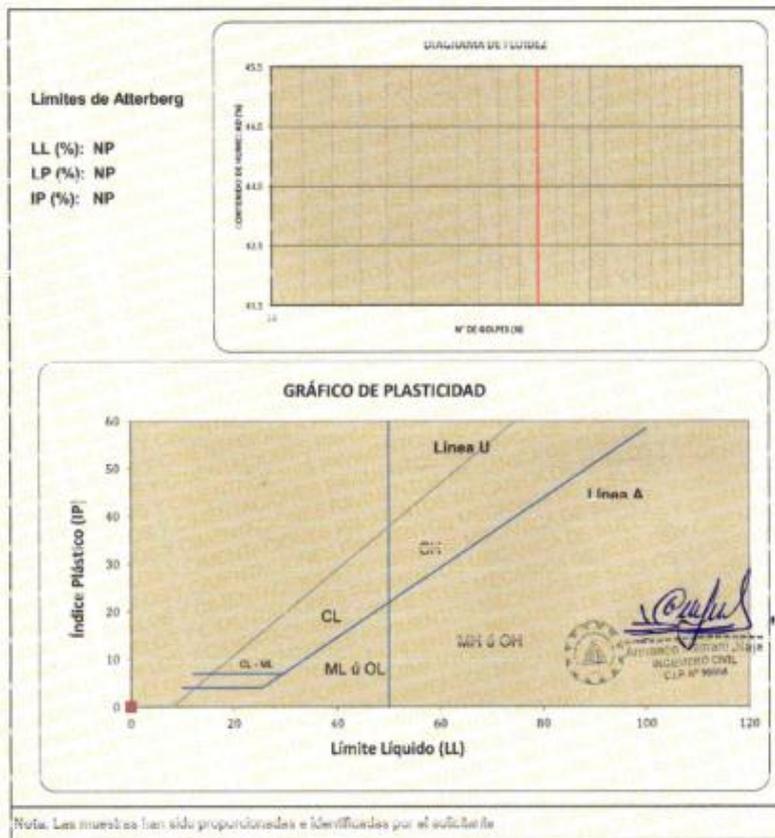
**Solicitante** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**Ubicación** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

**Cantera / Zona** : Río Chíncha : **Fecha:** NOV-2019

**Muestra** : M - 1 **Calicata:** C-5

**Profundidad (mts.)** : 0.00 - 3.00



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Teléfono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



LÍMITES DE ATTERBERG  
ASTM - D4318

**Proyecto** : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

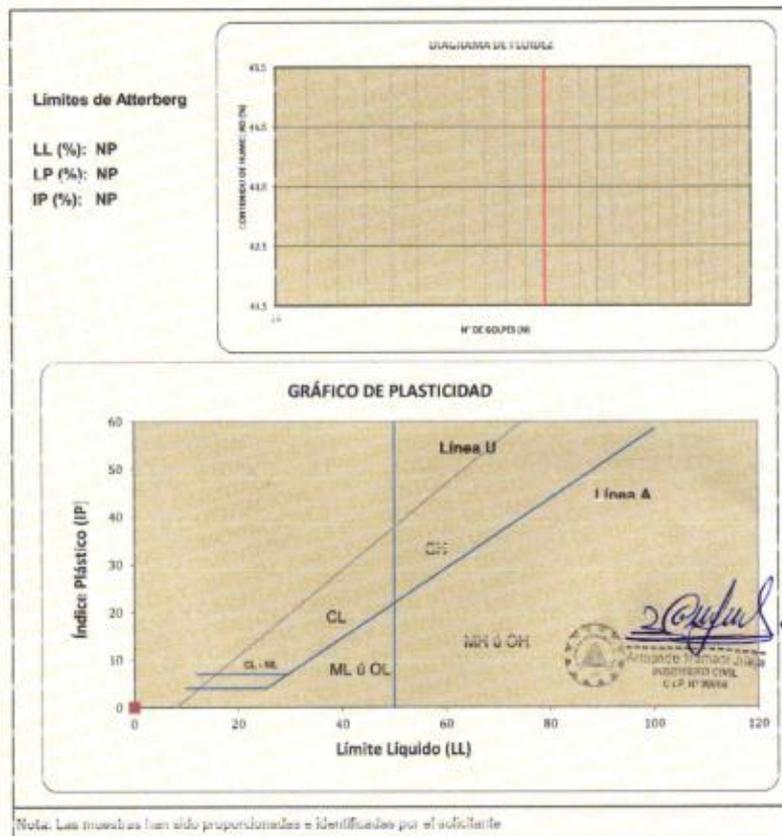
**Solicitante** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**Ubicación** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

**Cantera / Zona** : Río Chíncha **Fecha:** NOV-2019

**Muestra** : M - 1

**Profundidad (mts.)** : 0.00 - 3.00 **Calicata:** C-6



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

## LÍMITES DE ATTERBERG ASTM - D4318

**Proyecto** : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

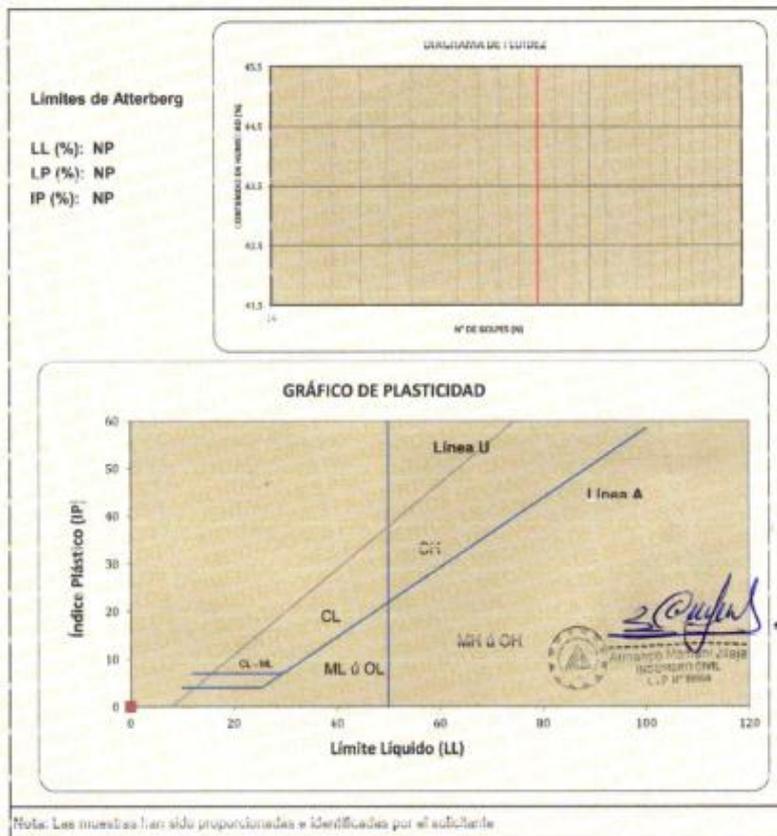
**Solicitante** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**Ubicación** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

**Cantera / Zona** : Río Matagente Tramo II **Fecha:** NOV-2019

**Muestra** : M - 1

**Profundidad (mts.)** : 0.00 - 3.00 **Fecha:** C-7



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



**LÍMITES DE ATTERBERG  
ASTM - D4318**

**Proyecto:** : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

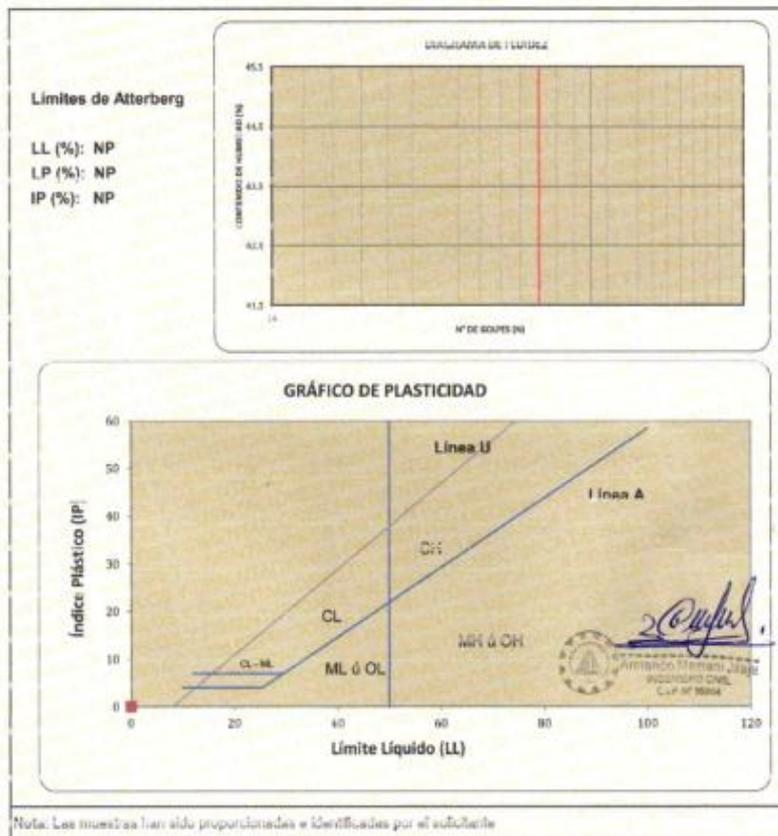
**Solicitante:** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASCA

**Ubicación:** : PROVINCIA DE CHINCHA, DEPARTAMENTO DE ICA

**Cantera / Zona:** : Río Chíncha **Fecha:** : Nov-2019

**Muestra:** : M - 1 **Calicata:** : C-8

**Profundidad (mts.):** : 3.00



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

## ANEXO E: ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS



**PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)**  
A.S.T.M. - 854

**PROYECTO:** EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES  
**SOLICITANTE:** BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA  
**UBICACION:** RIO CHINCHA  
**FECHA:** NOV-2019

CALICATA		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
MUESTRA		M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
PROFUNDIDAD		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
NRO DEL FRASCO		47	26	24	8	120	115
1	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	177.45	178.10	178.60	169.44	168.95	170.42
2	Peso del frasco volumétrico	93.25	93.25	93.80	86.56	85.72	92.14
3	Peso del suelo seco ( 1 - 2 ) (gr)	84.20	84.85	84.80	82.88	83.13	78.28
4	Peso del frasco + peso suelo + peso agua (gr)	389.93	391.52	392.85	389.92	392.1	378.24
5	Peso del frasco + peso del agua enrasada (gr)	338.9	341.85	344.1	342.12	339.85	330.12
6	Volumen del suelo ( 3 + 5 - 4 ) (cm <sup>3</sup> )	33.15	35.18	36.05	35.08	30.84	30.16
7	Gs (3)(6) gr/cc	2.21	2.11	2.35	2.26	2.70	2.6

CALICATA		C-7	C-8
MUESTRA		M-1	M-1
PROFUNDIDAD		3.00	3.00
NRO DEL FRASCO		111	95
1	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	170.58	171.05
2	Peso del frasco volumétrico	94.28	91.15
3	Peso del suelo seco ( 1 - 2 ) (gr)	76.3	79.9
4	Peso del frasco + peso suelo + peso agua (gr)	391.06	384.85
5	Peso del frasco + peso del agua enrasada (gr)	346.64	338.21
6	Volumen del suelo ( 3 + 5 - 4 ) (cm <sup>3</sup> )	31.88	33.26
7	Gs (3)(6) gr/cc	2.39	2.40



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

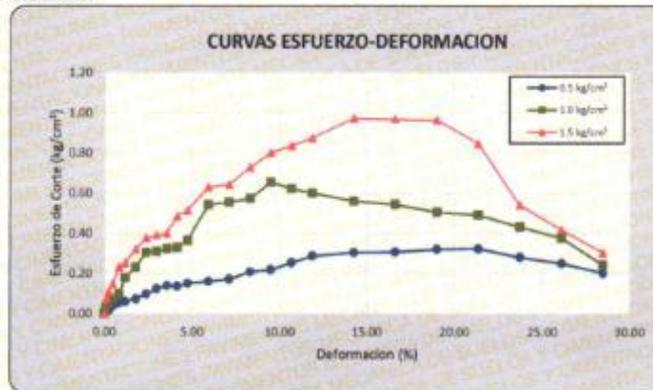
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



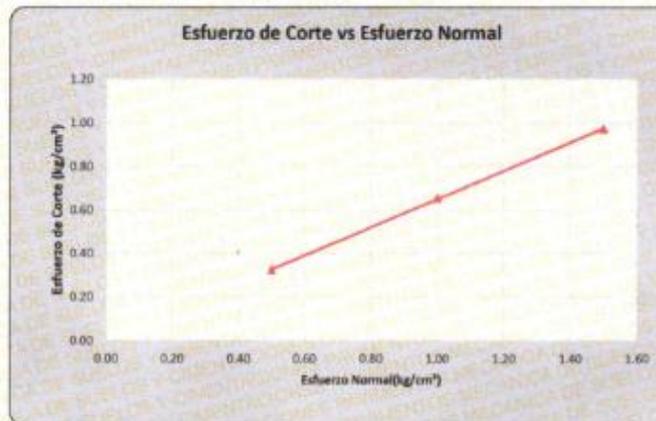
**SILEX** LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Esf. Normal (kg/cm²)	Esf. De Corte (kg/cm²)		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.32	0.31	0.15
1.00	0.65	0.50	0.24
1.50	0.97	0.85	0.30



Parametros	Maximo
Tan $\phi$	0.65
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	33
Cohesion (c) kg/cm²:	0.00

Analisis y Muestreo de Suelos  
INGENIERIA CIVIL  
E.P. 0-2009

Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD) ASTM D - 3080

**PROYECTO:** EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA. PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**SOLICITA:** BACH. RENÉ ROMARIO COILA SUASACA

**UBICACIÓN:** RÍO CHINCHA.

**FECHA:** NOV-2019

CALICATA: C-2  
MUESTRA: M-1  
PROFUNDIDAD (m): 3.00

MODELO: PS-107 Serie 140  
AASHTO: -  
SUCS: GP

Pag. 1/2

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )		0.50		1.00		1.50	
Etapas		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)		2.140	1.530	2.140	1.530	2.140	1.530
Ancho (cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Largo (cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Muestra (g)		145	118	146	119	153	124
Humedad (%)		7.50%	15.60%	7.80%	15.70%	8.50%	16.20%
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.88	2.14	1.90	2.16	1.99	2.25
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.75	1.85	1.76	1.87	1.83	1.94

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
0.12	0.01	0.50	0.12	0.05	1.00	0.12	0.08	1.50
0.24	0.02	0.50	0.24	0.06	1.00	0.24	0.12	1.50
0.47	0.02	0.50	0.47	0.09	1.00	0.47	0.14	1.50
0.83	0.06	0.50	0.83	0.10	1.00	0.83	0.15	1.50
1.19	0.07	0.50	1.19	0.13	1.00	1.19	0.20	1.50
1.78	0.10	0.50	1.78	0.19	1.00	1.78	0.29	1.50
2.37	0.11	0.50	2.37	0.28	1.00	2.37	0.35	1.50
2.97	0.12	0.50	2.97	0.32	1.00	2.97	0.36	1.50
3.56	0.14	0.50	3.56	0.34	1.00	3.56	0.39	1.50
4.15	0.17	0.50	4.15	0.33	1.00	4.15	0.46	1.50
4.75	0.18	0.50	4.75	0.35	1.00	4.75	0.53	1.50
5.93	0.19	0.50	5.93	0.39	1.00	5.93	0.60	1.50
7.12	0.23	0.50	7.12	0.42	1.00	7.12	0.66	1.50
8.31	0.23	0.50	8.31	0.45	1.00	8.31	0.68	1.50
9.50	0.28	0.50	9.50	0.49	1.00	9.50	0.72	1.50
10.68	0.30	0.50	10.68	0.58	1.00	10.68	0.80	1.50
11.87	0.31	0.50	11.87	0.58	1.00	11.87	0.93	1.50
14.24	0.32	0.50	14.24	0.57	1.00	14.24	1.00	1.50
16.62	0.34	0.50	16.62	0.57	1.00	16.62	0.99	1.50
18.99	0.34	0.50	18.99	0.53	1.00	18.99	0.98	1.50
21.36	0.34	0.50	21.36	0.45	1.00	21.36	0.94	1.50
23.74	0.32	0.50	23.74	0.40	1.00	23.74	0.82	1.50
26.11	0.25	0.50	26.11	0.31	1.00	26.11	0.50	1.50
28.49	0.16	0.50	28.49	0.20	1.00	28.49	0.30	1.50



Dirección : Psj. Relamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

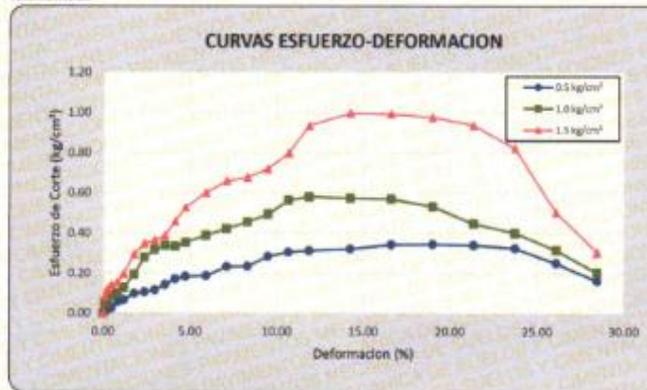
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

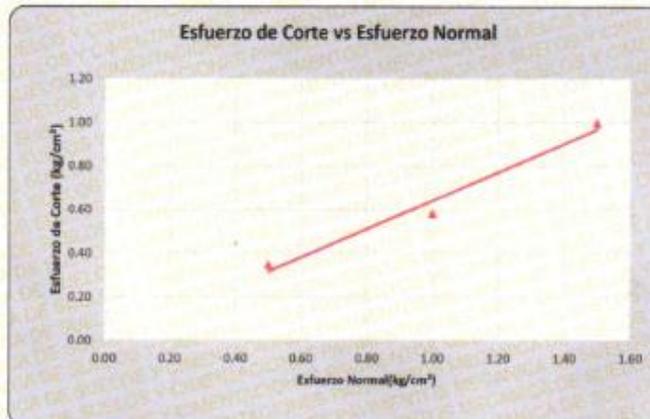
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Est. Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Est. De Corte (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.34	0.34	0.16
1.00	0.58	0.53	0.20
1.50	1.00	0.94	0.30



Parametros	Maximo
Tan $\phi$ :	0.65
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	33
Cohesion ( c ) kg/cm <sup>2</sup> :	0.02

Francisco Francisco Jajá  
 INGENIERO CIVIL  
 SILEX

Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD) ASTM D - 3080

**PROYECTO:** EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL  
ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**SOLICITA:** BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**UBICACION:** RIO CHINCHA

**FECHA:** NOV-2019

CALICATA: C-3  
MUESTRA: M-1  
PROFUNDIDAD (m): 0.0-3.00

MODELO: PS-107 Serie 140  
AASTHO: -  
SUCS: GP

Pag. 1/2

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )		0.50		1.00		1.50		
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura	(cm)	2.140	1.530	2.140	1.530	2.140	1.530	
Ancho	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Largo	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Peso Muestra	(g)	152	125	152	127	152	125	
Humedad	(%)	7.10%	16.20%	7.20%	16.30%	8.00%	16.50%	
Densidad Humeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.27	1.97	2.31	1.97	2.27	
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.84	1.95	1.84	1.98	1.83	1.95	
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
0.12	0.01	0.50	0.12	0.04	1.00	0.12	0.06	1.50
0.24	0.01	0.50	0.24	0.05	1.00	0.24	0.11	1.50
0.47	0.02	0.50	0.47	0.06	1.00	0.47	0.13	1.50
0.83	0.04	0.50	0.83	0.08	1.00	0.83	0.15	1.50
1.19	0.06	0.50	1.19	0.11	1.00	1.19	0.20	1.50
1.78	0.10	0.50	1.78	0.17	1.00	1.78	0.27	1.50
2.37	0.11	0.50	2.37	0.26	1.00	2.37	0.30	1.50
2.97	0.12	0.50	2.97	0.30	1.00	2.97	0.34	1.50
3.56	0.14	0.50	3.56	0.32	1.00	3.56	0.37	1.50
4.15	0.15	0.50	4.15	0.33	1.00	4.15	0.42	1.50
4.75	0.16	0.50	4.75	0.34	1.00	4.75	0.49	1.50
5.93	0.20	0.50	5.93	0.36	1.00	5.93	0.57	1.50
7.12	0.25	0.50	7.12	0.41	1.00	7.12	0.61	1.50
8.31	0.29	0.50	8.31	0.45	1.00	8.31	0.65	1.50
9.50	0.32	0.50	9.50	0.47	1.00	9.50	0.72	1.50
10.68	0.33	0.50	10.68	0.54	1.00	10.68	0.76	1.50
11.87	0.34	0.50	11.87	0.55	1.00	11.87	0.87	1.50
14.24	0.33	0.50	14.24	0.56	1.00	14.24	1.00	1.50
16.62	0.33	0.50	16.62	0.56	1.00	16.62	1.00	1.50
18.99	0.32	0.50	18.99	0.47	1.00	18.99	0.96	1.50
21.36	0.30	0.50	21.36	0.40	1.00	21.36	0.75	1.50
23.74	0.27	0.50	23.74	0.32	1.00	23.74	0.63	1.50
26.11	0.17	0.50	26.11	0.21	1.00	26.11	0.51	1.50
28.49	0.07	0.50	28.49	0.16	1.00	28.49	0.20	1.50

Revisor: Rene Romario Coila Suasaca

Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

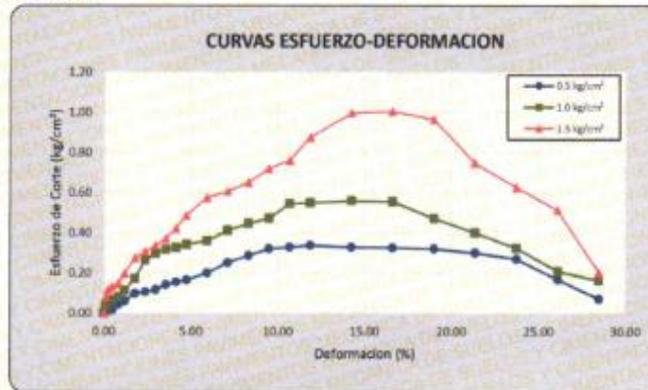
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

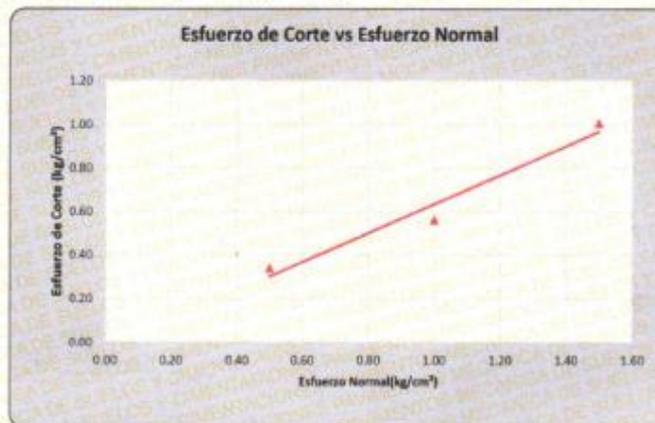
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Est. Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Est. De Corte (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.34	0.33	0.07
1.00	0.56	0.47	0.16
1.50	1.00	0.75	0.20



Parametros	Maximo
Tan $\phi$ :	0.67
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	34
Cohesion ( c ) kg/cm <sup>2</sup> :	0.00

*Conyuel*  
  
 Conyuel  
 Ingeniero Civil  
 C.O.P.E. 1984

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD) ASTM D - 3080

**PROYECTO:** EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**SOLICITA:** BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**UBICACION:** RIO CHINCHA

**FECHA:** NOV-2019

CALICATA: C-4  
MUESTRA: M-1  
PROFUNDIDAD (m): 0.0-3.00

MODELO: PS-107 Serie 140  
AASHTO: -  
SUCS: GP

Pag. 1/2

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )			0.50		1.00		1.50	
Etapas			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)			2.140	1.530	2.140	1.530	2.140	1.530
Ancho (cm)			6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Largo (cm)			6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Muestra (g)			150	122	151	127	152	125
Humedad (%)			8.20%	16.50%	8.33%	16.66%	9.30%	17.15%
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )			1.95	2.21	1.96	2.31	1.97	2.27
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )			1.80	1.90	1.81	1.98	1.81	1.94
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
0.12	0.02	0.50	0.12	0.06	1.00	0.12	0.10	1.50
0.24	0.03	0.50	0.24	0.07	1.00	0.24	0.13	1.50
0.47	0.03	0.50	0.47	0.08	1.00	0.47	0.17	1.50
0.83	0.04	0.50	0.83	0.10	1.00	0.83	0.18	1.50
1.19	0.06	0.50	1.19	0.11	1.00	1.19	0.24	1.50
1.78	0.11	0.50	1.78	0.19	1.00	1.78	0.28	1.50
2.37	0.12	0.50	2.37	0.25	1.00	2.37	0.33	1.50
2.97	0.12	0.50	2.97	0.26	1.00	2.97	0.36	1.50
3.56	0.15	0.50	3.56	0.28	1.00	3.56	0.38	1.50
4.15	0.17	0.50	4.15	0.30	1.00	4.15	0.43	1.50
4.75	0.19	0.50	4.75	0.34	1.00	4.75	0.51	1.50
5.93	0.20	0.50	5.93	0.36	1.00	5.93	0.59	1.50
7.12	0.23	0.50	7.12	0.39	1.00	7.12	0.61	1.50
8.31	0.25	0.50	8.31	0.44	1.00	8.31	0.68	1.50
9.50	0.26	0.50	9.50	0.49	1.00	9.50	0.74	1.50
10.68	0.28	0.50	10.68	0.56	1.00	10.68	0.78	1.50
11.87	0.31	0.50	11.87	0.57	1.00	11.87	0.92	1.50
14.24	0.33	0.50	14.24	0.58	1.00	14.24	0.97	1.50
16.62	0.35	0.50	16.62	0.59	1.00	16.62	0.99	1.50
18.99	0.28	0.50	18.99	0.48	1.00	18.99	0.95	1.50
21.36	0.19	0.50	21.36	0.38	1.00	21.36	0.76	1.50
23.74	0.11	0.50	23.74	0.24	1.00	23.74	0.60	1.50
26.11	0.12	0.50	26.11	0.13	1.00	26.11	0.48	1.50
28.49	0.10	0.50	28.49	0.13	1.00	28.49	0.17	1.50

Attilio Martín Jilka  
Ingeniero Civil  
C.I.P. 17 904

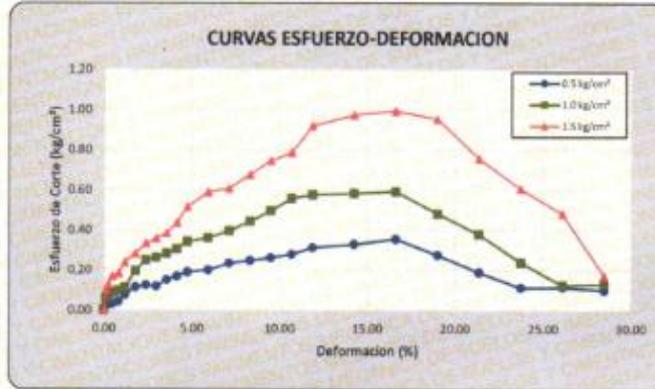
Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

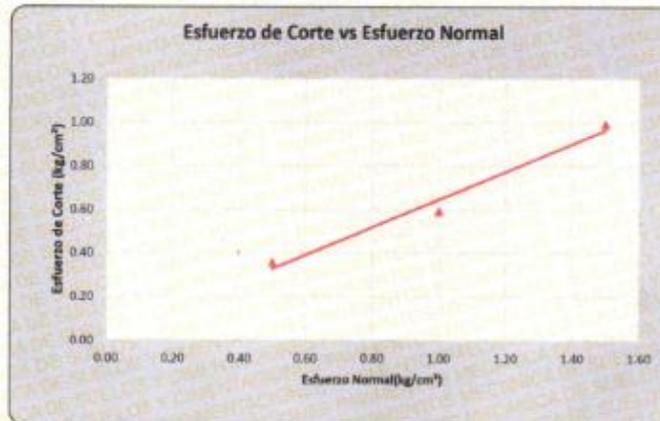
**SILEX** LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Est. Normal (kg/cm²)	Est. De Corte (kg/cm²)		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.35	0.35	0.10
1.00	0.59	0.48	0.13
1.50	0.99	0.76	0.17



Parametros	Maximo
Tan $\phi$	0.64
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	33
Cohesion (c) kg/cm²:	0.04



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD) ASTM D - 3080

**PROYECTO:** EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**SOLICITA:** BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**UBICACIÓN:** RIO CHINCHA

**FECHA:** NOV-2019

**CALICATA:** C-5  
**MUESTRA:** M-1  
**PROFUNDIDAD (m):** 0.00-3.00

**MODELO:** PS-107 Serie 140  
**AASTHO:** -  
**SUCS:** GP

Pag. 1/2

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.50		1.00		1.50			
Etapas	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	2.140	1.530	2.140	1.530	2.140	1.530	2.140	1.530
Ancho (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Largo (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Muestra (g)	152	125	152	127	152	125	152	125
Humedad (%)	8.30%	16.50%	8.38%	16.55%	9.20%	17.40%		
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.27	1.97	2.31	1.97	2.27		
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.95	1.82	1.96	1.81	1.93		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
0.12	0.02	0.50	0.12	0.04	1.00	0.12	0.07	1.50
0.24	0.02	0.50	0.24	0.05	1.00	0.24	0.11	1.50
0.47	0.03	0.50	0.47	0.07	1.00	0.47	0.13	1.50
0.83	0.04	0.50	0.83	0.09	1.00	0.83	0.14	1.50
1.19	0.06	0.50	1.19	0.12	1.00	1.19	0.19	1.50
1.78	0.08	0.50	1.78	0.18	1.00	1.78	0.28	1.50
2.37	0.09	0.50	2.37	0.25	1.00	2.37	0.33	1.50
2.97	0.10	0.50	2.97	0.29	1.00	2.97	0.34	1.50
3.56	0.12	0.50	3.56	0.31	1.00	3.56	0.38	1.50
4.15	0.16	0.50	4.15	0.30	1.00	4.15	0.44	1.50
4.75	0.17	0.50	4.75	0.34	1.00	4.75	0.51	1.50
5.93	0.17	0.50	5.93	0.37	1.00	5.93	0.59	1.50
7.12	0.22	0.50	7.12	0.41	1.00	7.12	0.64	1.50
8.31	0.27	0.50	8.31	0.44	1.00	8.31	0.69	1.50
9.50	0.28	0.50	9.50	0.47	1.00	9.50	0.73	1.50
10.68	0.32	0.50	10.68	0.54	1.00	10.68	0.78	1.50
11.87	0.32	0.50	11.87	0.58	1.00	11.87	0.95	1.50
14.24	0.35	0.50	14.24	0.57	1.00	14.24	1.02	1.50
16.62	0.35	0.50	16.62	0.54	1.00	16.62	1.02	1.50
18.99	0.25	0.50	18.99	0.46	1.00	18.99	1.00	1.50
21.36	0.18	0.50	21.36	0.32	1.00	21.36	0.77	1.50
23.74	0.11	0.50	23.74	0.22	1.00	23.74	0.67	1.50
26.11	0.09	0.50	26.11	0.15	1.00	26.11	0.51	1.50
28.49	0.07	0.50	28.49	0.12	1.00	28.49	0.20	1.50

Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

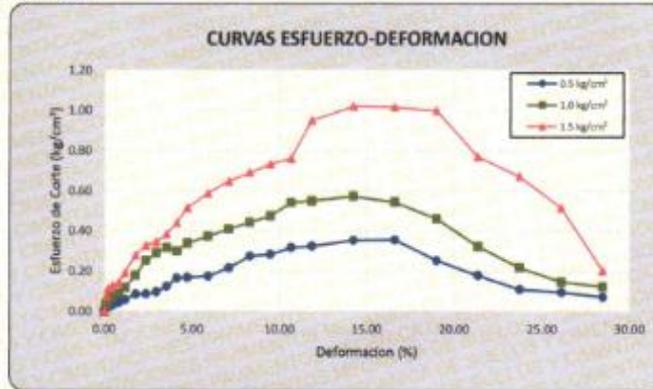
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

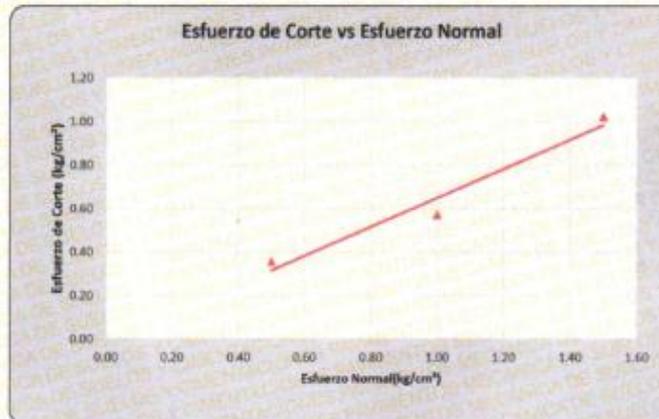
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Esf. Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esf. De Corte (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.35	0.35	0.07
1.00	0.57	0.46	0.12
1.50	1.02	0.77	0.20



Parametros	Maximo
Tan $\phi$ :	0.67
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	<b>34</b>
Cohesion (c) kg/cm <sup>2</sup> :	<b>0.02</b>



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD) ASTM D - 3080

**PROYECTO:** EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL  
ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA. PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES  
**SOLICITA:** BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA  
**UBICACIÓN:** RÍO CHINCHA  
**FECHA:** NOV-2019

SONDAJE: C-6  
MUESTRA: M-1  
PROFUNDIDAD (m): 0.00- 3.00

MODELO: PS-107 Serie 140  
AASTHO: -  
SUCS: SP

Pag. 1/2

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )		0.50		1.00		1.50		
Etapas		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (cm)		2.140	1.530	2.140	1.530	2.140	1.530	
Ancho (cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Largo (cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Peso Muestra (g)		134.2	110	135.2	112	142	125	
Humedad (%)		6.20%	13.20%	6.25%	13.35%	7.50%	15.50%	
Densidad Humeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.74	2.00	1.75	2.03	1.84	2.27	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.64	1.76	1.65	1.79	1.71	1.96	
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
0.12	0.02	0.50	0.12	0.04	1.00	0.12	0.06	1.50
0.24	0.02	0.50	0.24	0.05	1.00	0.24	0.13	1.50
0.47	0.03	0.50	0.47	0.09	1.00	0.47	0.14	1.50
0.83	0.04	0.50	0.83	0.11	1.00	0.83	0.18	1.50
1.19	0.06	0.50	1.19	0.15	1.00	1.19	0.22	1.50
1.78	0.07	0.50	1.78	0.19	1.00	1.78	0.28	1.50
2.37	0.08	0.50	2.37	0.24	1.00	2.37	0.33	1.50
2.97	0.09	0.50	2.97	0.27	1.00	2.97	0.37	1.50
3.56	0.11	0.50	3.56	0.31	1.00	3.56	0.41	1.50
4.15	0.11	0.50	4.15	0.33	1.00	4.15	0.48	1.50
4.75	0.13	0.50	4.75	0.34	1.00	4.75	0.51	1.50
5.93	0.14	0.50	5.93	0.33	1.00	5.93	0.56	1.50
7.12	0.16	0.50	7.12	0.36	1.00	7.12	0.61	1.50
8.31	0.19	0.50	8.31	0.37	1.00	8.31	0.65	1.50
9.50	0.22	0.50	9.50	0.40	1.00	9.50	0.67	1.50
10.68	0.24	0.50	10.68	0.42	1.00	10.68	0.71	1.50
11.87	0.25	0.50	11.87	0.46	1.00	11.87	0.75	1.50
14.24	0.27	0.50	14.24	0.52	1.00	14.24	0.76	1.50
16.62	0.28	0.50	16.62	0.53	1.00	16.62	0.83	1.50
18.99	0.28	0.50	18.99	0.53	1.00	18.99	0.69	1.50
21.36	0.27	0.50	21.36	0.45	1.00	21.36	0.62	1.50
23.74	0.22	0.50	23.74	0.32	1.00	23.74	0.54	1.50
26.11	0.18	0.50	26.11	0.24	1.00	26.11	0.48	1.50
28.49	0.14	0.50	28.49	0.20	1.00	28.49	0.41	1.50



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

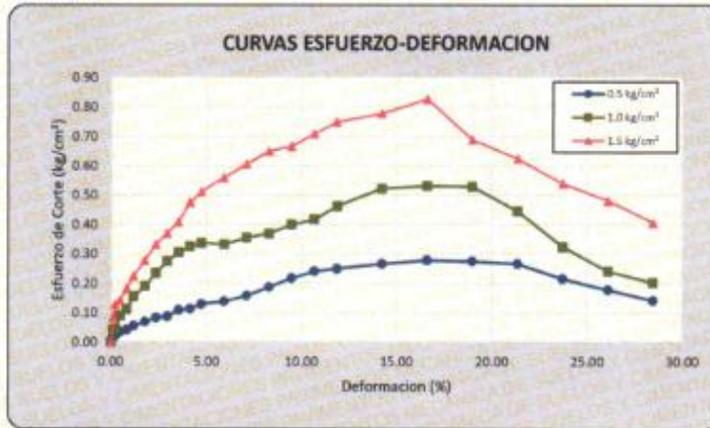
Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

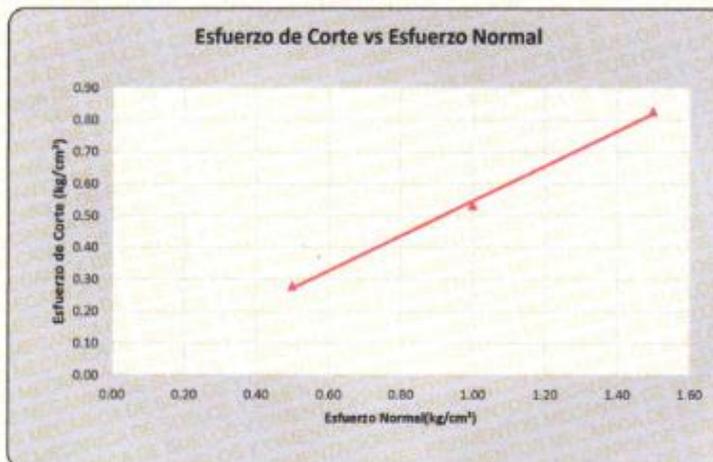
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Esf. Normal (kg/cm²)	Esf. De Corte (kg/cm²)		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.28	0.28	0.13
1.00	0.53	0.53	0.20
1.50	0.83	0.62	0.41



Parametros	Maximo
Tan $\phi$ :	0.55
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	<b>29</b>
Cohesion ( c ) kg/cm²:	<b>0.00</b>



Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

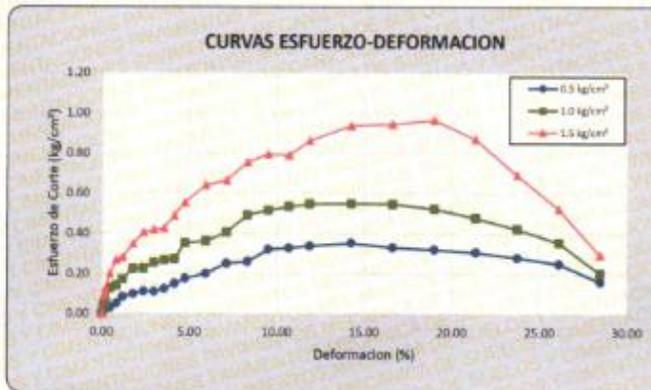


# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

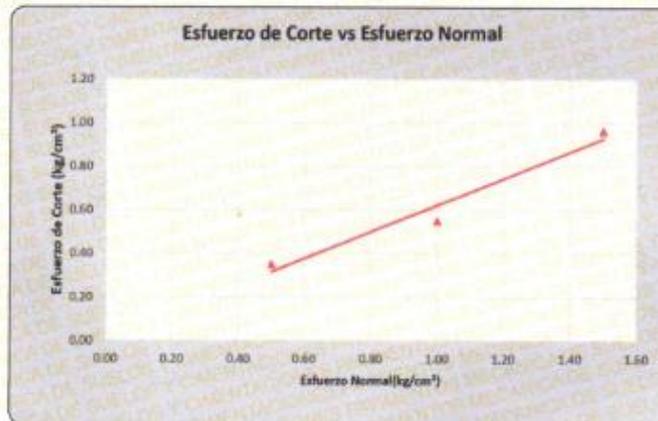
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN

GRAFICAS:

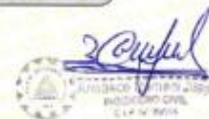
Pag. 2/2



Esf. Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esf. De Corte (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.35	0.33	0.16
1.00	0.55	0.52	0.20
1.50	0.96	0.87	0.29



Parametros	Maximo
Tan $\phi$ :	0.61
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	<b>31.4</b>
Cohesion ( c ) kg/cm <sup>2</sup> :	<b>0.05</b>



Direccion : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com  
 Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941

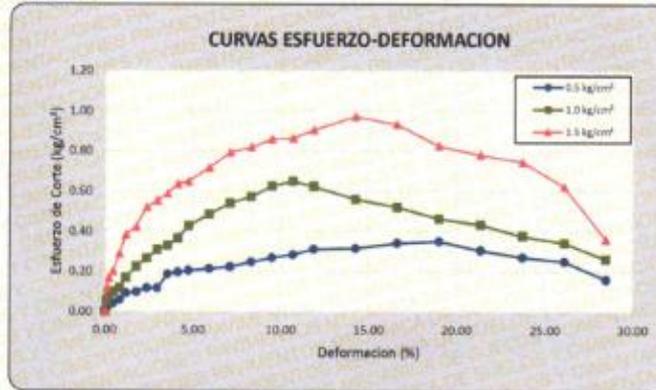


# SILEX LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

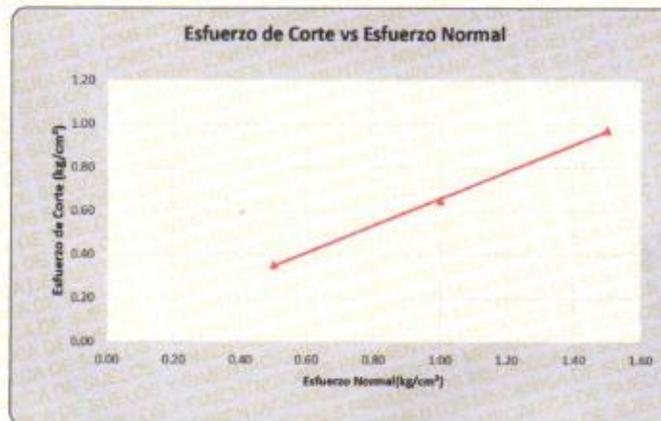
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Esf. Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esf. De Corte (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.35	0.34	0.16
1.00	0.65	0.46	0.26
1.50	0.97	0.78	0.36



Parametros	Maximo
Tan $\phi$ :	0.62
Angulo de Friccion ( $\phi$ ):	<b>31.8</b>
Cohesion ( c ) kg/cm <sup>2</sup> :	<b>0.04</b>



Dirección : Psj. Retamita N° 161, JAE - Puno - Ruc. 20448645925; E- mail: lapsilex@hotmail.com

Telefono: Claro 980844509 - Estudio: 051-353941



## ANEXO G: ENSAYO QUÍMICO DE SUELO

### ANALISIS DE SUELOS

**PROYECTO** :EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

**SOLICITADO** : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**UBICACION** : RIO CHINCHA

**FECHA** : NOV-2019

#### RIO CHINCHA - CHICO

N° DE CAMPO	Cl ppm	SO4 ppm	S. S. T ppm
Calicata C-1	36.54	72.15	234.61
Calicata C-2	33.19	60.76	227.70
Calicata C-3	28.15	52.74	217.25
Calicata C-4	35.21	65.34	231.08
Calicata C-5	32.22	61.05	236.47
Calicata C-6	31.27	58.66	229.47
Calicata C-7	32.74	62.38	182.45
Calicata C-8	22.66	51.20	169.10

La Muestra fue tomada por el interesado

INFORMADO POR:

  
Rene Coila Suasaca  
BIÓLOGO  
C. B. P. 8886

## ANEXO H: ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

### LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.  
SOLICITADO : BACH.RENE ROMARIO COILA SUKASACA  
UBICACIÓN : CHINCHA

FECHA: Nov-19

### DENSIDAD DE CAMPO - CONO DE ARENA

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
MUESTRA N°						
PROFUNDIDAD (m.)						
1. Peso del frasco + arena	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00
2. Peso del frasco + arena que queda	4586.00	4130.00	3802.00	4110.00	3960.00	4020.00
3. Peso de arena empleada	3414.00	3870.00	4198.00	3890.00	4040.00	3980.00
4. Peso de arena en el cono	1497.00	1497.00	1497.00	1497.00	1497.00	1497.00
5. Peso de arena en excavación	1917.00	2373.00	2701.00	2393.00	2543.00	2483.00
6. Densidad de la arena	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
7. Volumen de material extraído	1369.29	1695.00	1929.29	1709.29	1816.43	1773.57
8. Peso de la muestra	2792.00	3950.00	4030.00	3620.00	3890.00	3950.00
9. Densidad húmeda	2.04	2.33	2.09	2.12	2.14	2.23
10. Humedad	0.63	0.75	0.40	0.59	0.49	0.43
11. Densidad seca	2.03	2.31	2.08	2.11	2.13	2.22

### CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA N°	8	120	115	111	100	95
1. Peso recipiente + suelo húmedo	108.20	109.50	112.10	115.80	116.20	107.50
2. Peso recipiente + suelo seco	107.60	108.80	111.70	115.20	115.70	107.10
3. Peso de agua	0.60	0.70	0.40	0.60	0.50	0.40
4. Peso de recipiente	13.00	15.20	12.60	13.50	14.40	13.80
5. Peso de suelo seco	94.60	93.60	99.10	101.70	101.30	93.30
6. Contenido de humedad	0.63	0.75	0.40	0.59	0.49	0.43

### LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.  
SOLICITADO : BACH. RENE ROMARIO COILA SUASACA  
UBICACIÓN : CHINCHA

FECHA: Nov-19

#### DENSIDAD DE CAMPO - CONO DE ARENA

CALICATA	C-7	C-8			
MUESTRA N°					
PROFUNDIDAD (m.)					
1. Peso del frasco + arena	8000.00	8000.00	grs		
2. Peso del frasco + arena que queda	4009.00	4040.00	grs		
3. Peso de arena empleada	3991.00	3960.00	(1) - (2) grs		
4. Peso de arena en el cono	1497.00	1497.00	grs		
5. Peso de arena en excavación	2494.00	2463.00	(3) - (4) grs		
6. Densidad de la arena	1.40	1.40	gr/cc		
7. Volumen de material extraído	1781.43	1759.29	(5)/(6) cc		
8. Peso de la muestra	4503.00	3640.00	grs		
9. Densidad húmeda	2.53	2.07	(8)/(7) grs/cc		
10. Humedad	0.95	0.33	%		
11. Densidad seca	2.50	2.06	(9)/(1+(10/100)) grs/cc		

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA N°	18	30			
1. Peso recipiente + suelo húmedo	108.50	111.12	grs		
2. Peso recipiente + suelo seco	107.60	110.80	grs		
3. Peso de agua	0.90	0.32	(1) - (2) grs		
4. Peso de recipiente	13.00	15.20	grs		
5. Peso de suelo seco	94.60	95.60	(2)-(4) grs		
6. Contenido de humedad	0.95	0.33	(3)/(5)*100 %		

## ANEXO I: CALCULO DE CIMENTACIONES

### CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS

**Proyecto** TESIS "EVALUACION GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES. "

**Realizado por** : Bach. RENE ROMARIO COILA SUASACA

### ANALISIS DE CIMENTACION

Metodo de Analisis: Meyerhof

Parametros de carga y forma segun Vesic (1973)

Tipo de Falla General

Asentamiento Permisible Zapata / Losa (cm) 2.54

Factor Seguridad 3

N°	Calicata	Metodología	Tipo de Falla	Terreno de Fundación	Características de Cimentación				Parametros Geotécnicos					Qadm Resistencia		Qadm Asentamiento			
					Tipo cimentación	Ancho B (m)	Longitud L (m)	Profundidad Df (m)	Inclinación Carga (°)	Cohesion C (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo Fricción $\phi$ (°)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Nivel Freatico (m)	Modulo Elasticidad E (kg/cm <sup>2</sup> )	Poisson $\mu$	Qult (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	si (cm)
1	C-01	Meyerhof	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	33.0	2.03	0.00	300	0.30	9.4	3.1	3.1	1.35
2	C-02	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.02	33.0	2.31	0.00	300	0.30	13.6	4.5	4.5	1.77
3	C-03	Meyerhof	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	34.0	2.08	0.00	300	0.30	11.3	3.8	3.8	1.59
4	C-04	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.04	33.0	2.11	0.00	300	0.30	13.4	4.5	4.5	1.80
5	C-05	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.02	34.0	2.13	0.00	300	0.30	13.6	4.5	4.5	1.77
6	C-06	Meyerhof	General	SP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	29.0	2.22	0.00	300	0.30	6.5	2.2	2.2	1.03
7	C-07	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.05	31.4	2.50	0.00	300	0.30	14.5	4.8	4.8	1.86
8	C-08	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.04	31.8	2.06	0.00	300	0.30	11.1	3.7	3.7	1.55

**CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS**

**Proyecto** TESIS "EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES."

**Realizado por** : Bach. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN**

Método de Análisis: Terzaghi  
 Parámetros de carga y forma según Vesic (1973)  
 Tipo de Falla General  
 Asentamiento Permisible Zapata / Losa (cm) 2.54  
 Factor Seguridad 3

Nº	Calicata	Metodología	Tipo de Falla	Terreno de Fundación	Características de Cimentación				Parámetros Geotécnicos					Qadm Resistencia		Qadm Asentamiento			
					Tipo cimentación	Ancho B (m)	Longitud L (m)	Profundidad Df (m)	Inclinación Carga (°)	Cohesion C (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo Fricción $\phi$ (°)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Nivel Freatico (m)	Modulo Elasticidad E (kg/cm <sup>2</sup> )	Poisson $\mu$	Quit (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	si(cm)
1	C-01	Terzaghi	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	33.0	2.03	0.00	300	0.30	12.3	4.1	4.1	1.67
2	C-02	Terzaghi	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.02	33.0	2.31	0.00	300	0.30	17.7	5.9	5.9	2.15
3	C-03	Terzaghi	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	34.0	2.08	0.00	300	0.30	14.8	4.9	4.9	1.90
4	C-04	Terzaghi	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.04	33.0	2.11	0.00	300	0.30	17.3	5.8	5.8	2.11
5	C-05	Terzaghi	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.02	34.0	2.13	0.00	300	0.30	17.7	5.9	5.9	2.15
6	C-06	Terzaghi	General	SP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	29.0	2.22	0.00	300	0.30	8.4	2.8	2.8	1.26
7	C-07	Terzaghi	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.05	31.4	2.50	0.00	300	0.30	18.6	6.2	6.2	2.22
8	C-08	Terzaghi	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.04	31.8	2.06	0.00	300	0.30	14.3	4.8	4.8	1.86

**CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS**

**Proyecto** TESIS "EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES."

**Realizado por** : Bach. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**ANÁLISIS DE CIMENTACION**

Método de Análisis: Vesic  
 Parámetros de carga y forma según Vesic (1973)  
 Tipo de Falla General  
 Asentamiento Permisible Zapata / Losa (cm) 2.54  
 Factor Seguridad 3

Nº	Calicata	Metodología	Tipo de Falla	Terreno de Fundación	Características de Cimentación				Parámetros Geotécnicos					Qadm Resistencia		Qadm Asentamiento			
					Tipo cimentación	Ancho B (m)	Longitud L (m)	Profundidad Df (m)	Inclinación Carga (°)	Cohesión C (kg/cm²)	Ángulo Fricción $\phi$ (°)	Densidad (g/cm³)	Nivel Freático (m)	Modulo Elasticidad E (kg/cm²)	Poisson $\mu$	Quit (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	si(cm)
1	C-01	Vesic	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	33.0	2.03	0.00	300	0.30	10.0	3.3	3.3	1.42
2	C-02	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.02	33.0	2.31	0.00	300	0.30	14.3	4.8	4.8	1.66
3	C-03	Vesic	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	34.0	2.08	0.00	300	0.30	12.0	4.0	4.0	1.65
4	C-04	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.04	33.0	2.11	0.00	300	0.30	14.0	4.7	4.7	1.85
5	C-05	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.02	34.0	2.13	0.00	300	0.30	14.3	4.8	4.8	1.86
6	C-06	Vesic	General	SP	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.00	29.0	2.22	0.00	300	0.30	7.0	2.3	2.3	1.06
7	C-07	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.05	31.4	2.50	0.00	300	0.30	14.1	4.7	4.7	1.95
8	C-08	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	1.5	0.0	0.04	31.8	2.06	0.00	300	0.30	10.8	3.6	3.6	1.61

**CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS**

**Proyecto** TESIS 'EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA – ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.'

**Realizado por** : Bach. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN**

Método de Análisis: Meyerhof

Parámetros de carga y forma según Vesic (1973)

Tipo de Falla General

Asentamiento Permisible Zapata / Losa (cm) 2.54

Factor Seguridad 3

N°	Calicata	Metodología	Tipo de Falla	Terreno de Fundación	Características de Cimentación				Parámetros Geotécnicos					Qadm Resistencia		Qadm Asentamiento			
					Tipo cimentación	Ancho B (m)	Longitud L (m)	Profundidad Df (m)	Inclinación Carga (°)	Cohesion C (kg/cm²)	Angulo Fricción $\phi$ (°)	Densidad (g/cm³)	Nivel Freático (m)	Modulo Elasticidad E (kg/cm²)	Poisson $\mu$	Qult (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)
1	C-01	Meyerhof	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	33.0	2.03	0.00	300	0.30	12.4	4.1	4.1	1.67
2	C-02	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.02	33.0	2.31	0.00	300	0.30	17.4	5.8	5.8	2.11
3	C-03	Meyerhof	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	34.0	2.08	0.00	300	0.30	14.8	4.9	4.9	1.90
4	C-04	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.04	33.0	2.11	0.00	300	0.30	16.7	5.6	5.6	2.07
5	C-05	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.02	34.0	2.13	0.00	300	0.30	17.4	5.8	5.8	2.11
6	C-06	Meyerhof	General	SP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	29.0	2.22	0.00	300	0.30	8.6	2.9	2.9	1.28
7	C-07	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.05	31.4	2.50	0.00	300	0.30	18.1	6.0	6.0	2.15
8	C-08	Meyerhof	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.04	31.8	2.06	0.00	300	0.30	13.8	4.6	4.6	1.81

**CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS**

**Proyecto** TESIS 'EVALUACIÓN GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RIO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES. '

**Realizado por** : Bach. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**ANALISIS DE CIMENTACION**

Metodo de Analisis: Terzaghi

Parametros de carga y forma segun Vesic (1973)

Tipo de Falla General

Asentamiento Permisible Zapata / Losa (cm) 2.54

Factor Seguridad 3

Nº	Calicata	Metodología	Tipo de Falla	Terreno de Fundación	Características de Cimentación				Parametros Geotecnicos					Qadm Resistencia		Qadm Asentamiento			
					Tipo cimentación	Ancho B (m)	Longitud L (m)	Profundidad Df (m)	Inclinacion Carga (°)	Cohesion C (kg/cm²)	Angulo Friccion $\phi$ (°)	Densidad (g/cm³)	Nivel Freatico (m)	Modulo Elasticidad E (kg/cm²)	Poisson $\mu$	Quit (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	si(cm)
1	C-01	Terzaghi	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	33.0	2.03	0.00	300	0.30	15.9	5.3	5.3	1.99
2	C-02	Terzaghi	General	GP/GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.02	33.0	2.31	0.00	300	0.30	22.4	7.5	7.5	2.50
3	C-03	Terzaghi	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	34.0	2.08	0.00	300	0.30	19.2	6.4	6.4	2.25
4	C-04	Terzaghi	General	GP/GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.04	33.0	2.11	0.00	300	0.30	21.4	7.1	7.1	2.41
5	C-05	Terzaghi	General	GP/GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.02	34.0	2.13	0.00	300	0.30	22.4	7.5	7.5	2.50
6	C-06	Terzaghi	General	SP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	29.0	2.22	0.00	300	0.30	11.0	3.7	3.7	1.55
7	C-07	Terzaghi	General	GP/GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.05	31.4	2.50	0.00	300	0.30	23.1	7.7	7.7	2.52
8	C-08	Terzaghi	General	GP/GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.04	31.8	2.06	0.00	300	0.30	17.6	5.9	5.9	2.15

**CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS**

**Proyecto** TESIS 'EVALUACIÓN GEOLOGICA GEOTECNICA, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL RÍO CHINCHA - ICA, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.'

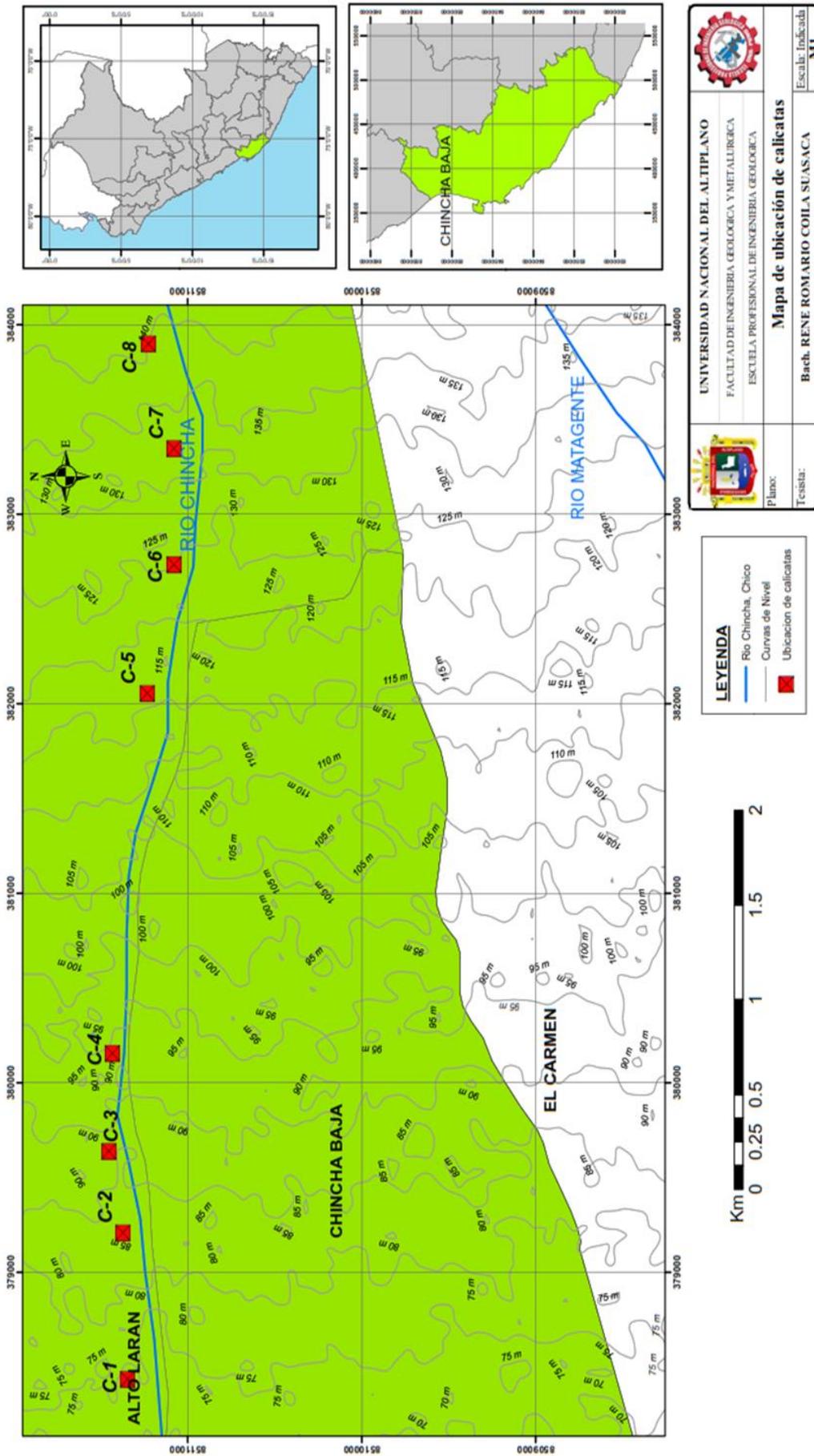
**Realizado por** : Bach. RENE ROMARIO COILA SUASACA

**ANÁLISIS DE CIMENTACION**

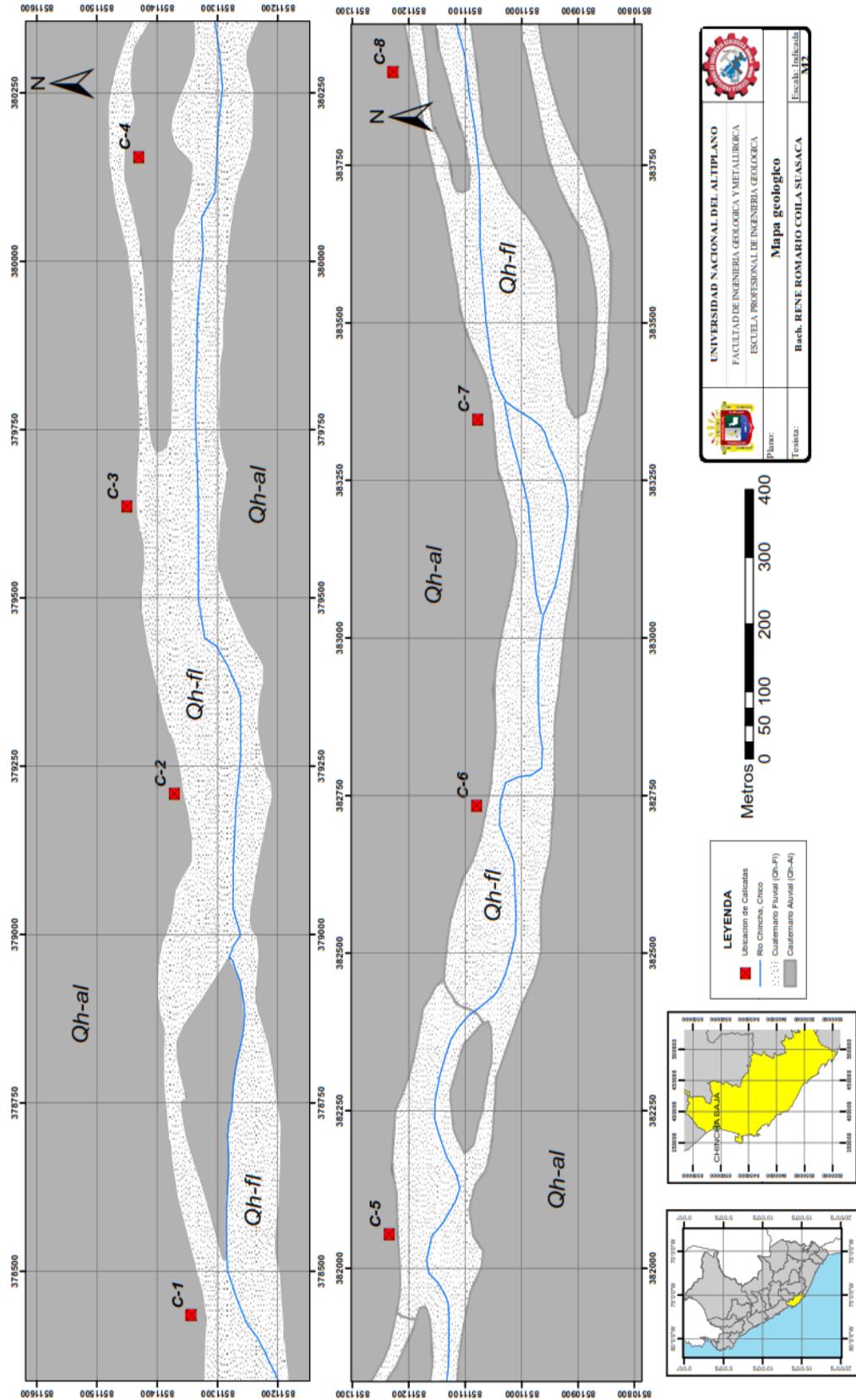
Método de Análisis: Vesic  
 Parámetros de carga y forma según Vesic (1973)  
 Tipo de Falla General  
 Asentamiento Permissible Zapata / Losa (cm) 2.54  
 Factor Seguridad 3

Nº	Calicata	Metodología	Tipo de Falla	Terreno de Fundación	Características de Cimentación				Parámetros Geotécnicos						Qadm Resistencia		Qadm Asentamiento		
					Tipo cimentación	Ancho B (m)	Longitud L (m)	Profundidad Df (m)	Inclinación Carga (°)	Cohesion C (kg/cm²)	Angulo Fricción $\phi$ (°)	Densidad (g/cm³)	Nivel Freatico (m)	Modulo Elasticidad E (kg/cm²)	Poisson $\mu$	Quit (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	Qadm (kg/cm²)	si(cm)
1	C-01	Vesic	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	33.0	2.03	0.00	300	0.30	12.9	4.3	4.3	1.72
2	C-02	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.02	33.0	2.31	0.00	300	0.30	18.1	6.0	6.0	2.15
3	C-03	Vesic	General	GP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	34.0	2.08	0.00	300	0.30	15.5	5.2	5.2	1.99
4	C-04	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.04	33.0	2.11	0.00	300	0.30	17.3	5.8	5.8	2.11
5	C-05	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.02	34.0	2.13	0.00	300	0.30	18.1	6.0	6.0	2.15
6	C-06	Vesic	General	SP	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.00	29.0	2.22	0.00	300	0.30	9.1	3.0	3.0	1.31
7	C-07	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.05	31.4	2.50	0.00	300	0.30	18.8	6.3	6.3	2.25
8	C-08	Vesic	General	GP GM	Cim. Corrido	2.0	2.0	2.0	0.0	0.04	31.8	2.06	0.00	300	0.30	15.1	5.0	5.0	1.91

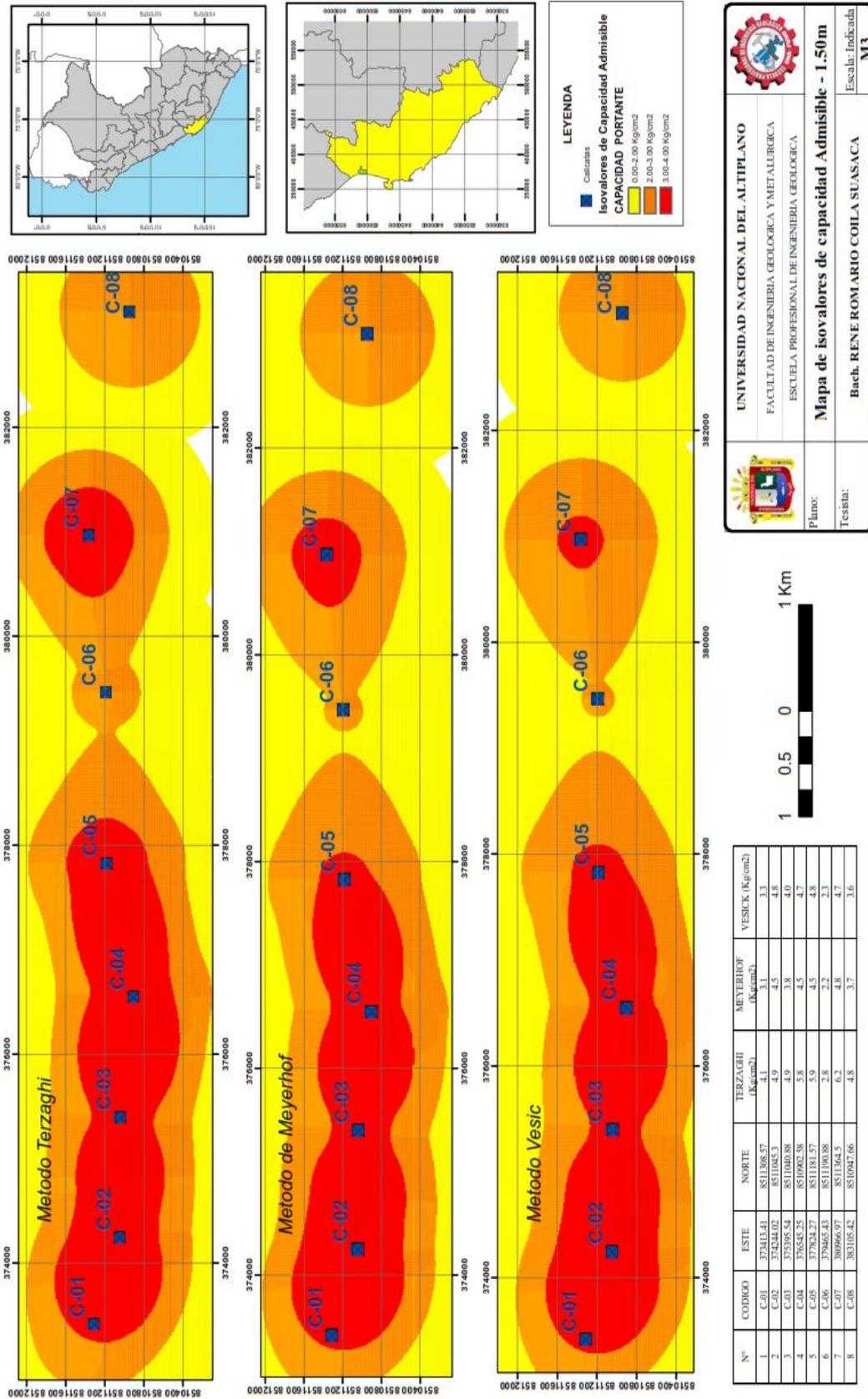
## ANEXO J: MAPA DE UBICACIÓN DE CALICATAS



### ANEXO K: MAPA GEOLÓGICO LOCAL



**ANEXO L: MAPA DE ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE A 1.50 m.**



**ANEXO M: MAPA DE ISOVALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE A 2.00 m.**

