



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

**ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA  
FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR  
PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO**

**PRESENTADO POR  
DIEGO ASTOCONDOR PEÑARRIETA**

**ASESOR  
EITHEL YVAN MEDRANO LIZARZABURU**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ  
2020**



**CC BY-NC**

**Reconocimiento – No comercial**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, y aunque en las nuevas creaciones deban reconocerse la autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS  
PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL  
DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE  
MONSEFÚ - CHICLAYO**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**PRESENTADA POR**

**ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, que siempre me apoyaron tanto moralmente como económicamente, a mis hermanos, por su apoyo incondicional y consejos para seguir adelante siempre, a mis abuelos que siempre estuvieron pendientes de mis necesidades y su cariño brindado hacia mi persona, y por último a la familia Fernández, que me apoyaron mucho en el desarrollo de esta investigación. A todos ellos siempre los tendré presentes y estaré infinitamente agradecidos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis docentes que fueron parte de mi desarrollo como estudiante y futuro profesional, a mis asesores por el tiempo dedicado y la paciencia que tuvieron con todos los alumnos, a mis amigos que me dieron fuerzas para seguir adelante.

## **ÍNDICE**

	Pág.
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xix
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema General .....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivos General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.5. Limitaciones de la investigación.....	5
1.6. Viabilidad de la investigación.....	6
1.6.1. Viabilidad del recurso humano.....	6
1.6.2. Viabilidad técnica .....	6
1.6.3. Viabilidad económica .....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO .....	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Nivel Internacional.....	7
2.1.2. Nivel Nacional.....	9
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Zonificación Geotécnica.....	11
2.2.1.1. Definición .....	11
2.2.1.2. Metodología.....	12
2.2.2. Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) con fines de cimentación	13
2.2.2.1. Definición .....	13
2.2.3. Suelo.....	14
2.2.3.1. Definición .....	14
2.2.3.2. Composición.....	16

2.2.3.3.	Características del suelo.....	17
2.2.3.4.	Tipos de Suelos.....	18
2.2.4.	Cimentaciones Superficiales.....	20
2.2.5.	Clasificación de los suelos.....	25
2.2.6.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) .....	25
2.3.	Definición de términos básicos.....	27
2.3.1.	Mecánica de suelos.....	27
2.3.2.	Sondeos mecánicos.....	27
2.3.3.	Ensayo de Penetración Dinámica Ligera (DPL).....	28
2.3.4.	Ensayo de Corte Directo .....	29
2.3.5.	Calicatas .....	31
2.3.6.	Granulometría.....	31
2.3.7.	Límites de Atterberg.....	32
2.3.8.	Contenido de Humedad .....	33
2.3.9.	Mapas geotécnicos .....	33
2.3.10.	Ingeniería Geotécnica .....	33
2.3.11.	Unidad Geotécnica.....	34
2.3.12.	Cimentación.....	34
2.3.13.	Resistencia .....	34
2.3.14.	ASTM.....	34
2.3.15.	NTP.....	35
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	35
2.4.1.	Hipótesis General.....	35
2.4.2.	Hipótesis Específicas .....	35
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....		36
3.1.	Diseño Metodológico.....	36
3.1.1.	Tipo de la Investigación .....	36
3.1.2.	Nivel de la Investigación .....	36
3.1.3.	Enfoque de la Investigación.....	36
3.1.4.	Diseño de la Investigación .....	36
3.2.	Definición de Variables.....	37
3.2.1.	Variable Independiente .....	37
3.2.2.	Variable Dependiente.....	37

3.3.	Operacionalización de Variables.....	38
3.4.	Población y Muestra.....	39
3.4.1.	Población.....	39
3.4.2.	Muestra.....	39
3.4.3.	Técnicas e instrumentos de obtención de datos.....	40
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....		44
4.1	Ubicación Geográfica.....	44
4.2	Objetivos.....	46
4.3	Ubicación de Puntos de estudio.....	46
4.3.1.	Calicatas.....	47
4.4.	Estratos.....	49
4.5.	Ensayos elaborados.....	50
4.5.1.	Método de ensayo para determinar el Contenido de Humedad (Norma NTP 339.127:1998).....	51
4.5.2.	Método de Ensayo para análisis granulométrico (Norma: NTP 339.128:1999).....	55
4.5.3.	Método de Ensayo para determinar límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (Norma: NTP 339.129:1999).....	61
4.5.4.	Método para la clasificación de suelos. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). (Norma: NTP 339.134:1999).....	76
4.5.5.	Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (Norma: NTP 339.171:2002) ..	78
4.5.6.	Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. (NTP 339.152:2002).....	90
CAPÍTULO V. RESULTADOS.....		97
5.1	Contenido de Humedad.....	97
5.2	Análisis Granulométrico.....	98
5.3	Límites de Atterberg.....	102
5.4	Clasificación de los Suelos.....	105
5.5	Ensayos de Corte Directo.....	109
5.6	Capacidad de Carga Admisible.....	111
5.7	Sales Solubles Totales (SST).....	113

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	120
6.1.    Contrastación de Hipótesis.....	120
6.1.1.    Contrastación de Hipótesis General.....	120
6.1.2.    Contrastación de Hipótesis Específicas .....	120
CONCLUSIONES .....	123
RECOMENDACIONES .....	124
FUENTES DE INFORMACIÓN .....	125
ANEXOS .....	129

## INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Mapa de Zonificación Zona Noroeste Ciudad Juliaca .....	13
Figura 2: Mecánica de Suelos y Rocas .....	14
Figura 3: El suelo.....	15
Figura 4: Características del suelo.....	17
Figura 5: Capas del Suelo.....	18
Figura 6: Tipos de Suelos.....	20
Figura 7: Falla por Capacidad de Carga en un Suelo Bajo una Cimentación Rígida continúa.....	22
Figura 8: Mecánica de Suelos.....	27
Figura 9: Sondeos estudio de suelos.....	28
Figura 10: Muestras recolectadas del sondeo.....	28
Figura 11: Aparato de Corte Directo .....	29
Figura 12: Dispositivo para el Ensayo de Corte Directo.....	30
Figura 13: Calicata a Cielo Abierto .....	31
Figura 14: Ensayo de Granulometría.....	32
Figura 15: Ensayo de Límite Líquido .....	32
Figura 16: Mapa geotécnico.....	33
Figura 17: Balanza electrónica.....	41
Figura 18: Papel Film .....	41
Figura 19: Equipo de Corte Directo.....	42
Figura 20: Cuaderno de apuntes .....	42
Figura 21: Mapa del departamento de Lambayeque .....	44
Figura 22: Mapa de la Provincia de Chiclayo .....	45
Figura 23: Área de estudio .....	45
Figura 24: Plano del área de estudio .....	46
Figura 25: Ubicación y señalización de la calicata N°1 .....	47
Figura 26: Ubicación y señalización de la calicata N°4.....	48
Figura 27: Puntos de calicatas.....	48
Figura 28: Excavación con retroexcavadora .....	49
Figura 29: Verificación de la profundidad de las calicatas .....	49
Figura 30: Recolección de muestras.....	51
Figura 31: Muestreando los estratos.....	52
Figura 32: Transporte de las muestras .....	52
Figura 33: Cuarteo de la muestra .....	53

Figura 34: Secado de la muestra .....	53
Figura 35: Muestra seca.....	54
Figura 36: Cuarteo de muestra para granulometría .....	55
Figura 37: Lavado de muestra por tamiz N°200.....	56
Figura 38: Secado de muestra en horno .....	56
Figura 39: Tamizado de las muestras.....	57
Figura 40: Separación de tamices .....	57
Figura 41: Pesaje de lo retenido en cada tamiz .....	58
Figura 42: Toma de datos obtenidos por pesaje .....	58
Figura 43: Curva Granulométrica para M-1 C-1 .....	61
Figura 44: Cuarteo de muestra para cálculo de Límites .....	62
Figura 45: Tamizado por la malla N°40 .....	62
Figura 46: Colocación de agua destilada.....	63
Figura 47: Mezcla de la muestra en tara .....	63
Figura 48: Mezcla de la muestra en vidrio.....	64
Figura 49: Colocación de muestra .....	64
Figura 50: Apisonamiento de la muestra .....	65
Figura 51: Acanaladores para la copa de Casagrande.....	65
Figura 52: Ranurado de la muestra a ensayar .....	66
Figura 53: Realizando los golpes.....	66
Figura 54: Unión de la muestra luego de los golpes .....	67
Figura 55: Comprobación de la unión.....	67
Figura 56: Toma de muestra del ensayo de Casagrande.....	68
Figura 57: Secado de la muestra .....	68
Figura 58: Curva de Fluidez para M-1 C-1 .....	71
Figura 59: Capa de muestra para ensayo de Límite Plástico .....	72
Figura 60: Enrollado de la muestra .....	72
Figura 61: Culminación del procedimiento de enrollado .....	73
Figura 62: Colocación de muestra al horno.....	73
Figura 63: Carta de Plasticidad.....	77
Figura 64: Excavación con retroexcavadora .....	78
Figura 65: Tallado de muestra .....	78
Figura 66: Embalado de la muestra tallada .....	79
Figura 67: Extracción de muestras .....	79

Figura 68: Embalado y etiquetado de la muestra .....	80
Figura 69: Transporte de las muestras hacia el laboratorio.....	80
Figura 70: Tallado de muestra para ensayo del Corte Directo .....	81
Figura 71: Comprobación de pesos de las muestras .....	81
Figura 72: Preparación de muestra a sumergir .....	82
Figura 73: Muestras sumergidas.....	83
Figura 74: Desarmado de las muestras sumergidas.....	83
Figura 75: Armado de Equipo de Corte Directo .....	84
Figura 76: Aplicación de la Fuerza Normal.....	84
Figura 77: Elaboración del Ensayo de Corte Directo .....	85
Figura 78: Pesado e introducido de la muestra ensayada.....	85
Figura 79: Datos obtenidos del Ensayo de Corte Directo para la C-1 a la profundidad de 1.00 m.....	86
Figura 80: Curva Esfuerzo–Deformación para la C-1 (h=1.0 m) .....	87
Figura 81: Envolvente de Mohr para C-1 (h=1.0 m).....	87
Figura 82: Envolvente de Mohr .....	89
Figura 83: Muestra patrón de C-6, M-3.....	90
Figura 84: Cuarteo de muestra Patrón .....	91
Figura 85: Secado de la muestra a ensayar.....	91
Figura 86: Tamizado por la malla N°10 .....	92
Figura 87: Muestras mezcladas con agua destilada .....	92
Figura 88: Reposo de las muestras .....	93
Figura 89: Filtrado de solución .....	93
Figura 90: Secado de la solución filtrada.....	94
Figura 91: Resultados del Ensayo de Análisis Granulométrico desde 0.00 hasta 1.00 m .....	101
Figura 92: Resultados del Ensayo de Análisis Granulométrico desde 1.00 hasta 2.20 m .....	101
Figura 93: Resultados del Ensayo de Análisis Granulométrico desde 2.20 hasta 3.00 m .....	102
Figura 94: Resultados de clasificación de los suelos desde 0.00 hasta 1.00 m .....	107
Figura 95: Resultados de clasificación de los suelos desde 1.00 hasta 2.20 m .....	107

Figura 96: Resultados de clasificación de los suelos desde 2.20 hasta 3.00 m .....	108
Figura 97: Clasificación salina de todas las muestras según ACI .....	115
Figura 98: Clasificación salina de todas las muestras según su CE .....	115
Figura 99: Mapa de Zonificación Geotécnica (Df = 1.00 m).....	117
Figura 100: Mapa de Zonificación Geotécnica (Df = 1.50 m) .....	118
Figura 101: Mapa de Zonificación Geotécnica (Df = 2.00 m) .....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Población Total y Tasa de crecimiento promedio anual, 1940 – 2017. ....	1
Tabla 2: Viviendas, Población, Población por Vivienda, hogares.....	2
Tabla 3: Población y condición de Pobreza, Según Distrito .....	4
Tabla 4: Índice de Desarrollo Humano (IDH), Según Distrito .....	4
Tabla 5: Factores de Capacidad de carga Terzaghi .....	23
Tabla 6: Factores de Capacidad de carga de Terzaghi Modificados .....	24
Tabla 7: Sistema Unificado de Clasificación SUCS – ASTM D2487 .....	26
Tabla 8: Comparación entre ensayo de DPL y Corte Directo.....	30
Tabla 9: Operacionalización de Variables: Variable Independiente .....	38
Tabla 10: Operacionalización de Variables: Variable Dependiente.....	38
Tabla 11: Tamices de malla cuadrada.....	41
Tabla 12: Puntos de Calicatas .....	47
Tabla 13: Número de Estratos por calicata .....	50
Tabla 14: Datos de M-1 C-1 .....	54
Tabla 15: Pesos Retenidos M-1 C-1 .....	59
Tabla 16: Análisis Granulométrico .....	60
Tabla 17: Datos de Ensayo Límite Líquido para M-1 C-1 .....	69
Tabla 18: Datos finales del ensayo del Limite Líquido.....	70
Tabla 19: Datos de ensayo de LP, M-1 C-1 .....	74
Tabla 20: Distribución granulométrica de la muestra M-1 C-1.....	76
Tabla 21: Tiempo mínimo de Reposo según Clasificación .....	82
Tabla 22: Datos de Ensayo de SST.....	95
Tabla 23: Resultados para C-1 M-2.....	96
Tabla 24: Resumen de los resultados del Ensayo de Contenido de Humedad para C-1, C-2 y C-3 .....	97
Tabla 25: Resumen de los resultados del Ensayo de Contenido de Humedad para C-4, C-5 y C-6 .....	98
Tabla 26: Resultados del Ensayo del Análisis Granulométrico para C-1, C-2 y C-3.....	99
Tabla 27: Resultados del Ensayo del Análisis Granulométrico para C-4, C-5 y C-6.....	100

Tabla 28: Resultados de los Ensayos para determinar el LL, LP e IP para C-1, C-2 y C-3.....	103
Tabla 29: Resultados de los Ensayos para determinar el LL, LP e IP para C-4, C-5 y C-6.....	104
Tabla 30: Resultados de la Clasificación de Suelos mediante SUCS para C-1, C-2 y C-3.....	105
Tabla 31: Resultados de la Clasificación de Suelos mediante SUCS para C-4, C-5 y C-6.....	106
Tabla 32: Resultados del Ensayo de Corte Directo para C-1, C-2 y C-3 ....	109
Tabla 33: Resultados del Ensayo de Corte Directo para C-4, C-5 y C-6 ....	110
Tabla 34: Resultados de la Capacidad de Carga Admisible para C-1, C-2 y C-3.....	111
Tabla 35: Resultados de la Capacidad de Carga Admisible para C-4, C-5 y C-6.....	112
Tabla 36: Resultados del Ensayo para determinar las SST en C-1, C-2 y C-3 .....	113
Tabla 37: Resultados del Ensayo para determinar las SST en C-4, C-5 y C-6 .....	114

## RESUMEN

Esta tesis tiene como finalidad hallar las características físicas y mecánicas del suelo en el sector Pómape del Distrito de Monsefú, se considera los conceptos básicos del proyecto y los procedimientos de los ensayos de laboratorio.

La metodología usada fue deductiva, así como se realizó investigación en el campo o área de estudio según las especificaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP) existente que se aplica a los ensayos realizados en dicho proyecto.

La problemática de esta tesis se identificó en base a experiencia y a datos estadísticos, como el Índice de Pobreza de dicho distrito, el número de viviendas informales, entre otros. Así como, el objetivo general de este proyecto es en determinar en qué medida aporta el estudio de zonificación para los fines de cimentación del distrito de Monsefú.

Se calcularon las propiedades mecánicas mediante el ensayo de Corte Directo. Posteriormente se elaboró un mapa de Zonificación Geotécnica el cual aportará mucho a los pobladores y al distrito en las futuras construcciones en la zona de estudio y sus alrededores.

Por otro lado, luego de realizar los ensayos y analizándolos según la hipótesis, se corroboró que el estudio de zonificación y el mapa de zonificación tiene un gran aporte para los fines de cimentación superficial en el Sector Pómape del Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

**Palabras clave:** Zonificación de suelos, zonificación geotécnica, mapa de zonificación, cimentación superficial, propiedades físicas, propiedades químicas, propiedades mecánicas, mecánica de suelos, capacidad portante admisible.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to find the physical and mechanical characteristics of the soil in the Pomape sector of the Monsefú District, it considers the basic concepts of the project and the procedures of laboratory tests.

The methodology used was deductive, as well as research was carried out in the field or study area according to the specifications of the existing Peruvian Technical Standard (NTP) that applies to the tests carried out in said project.

The problem of this thesis was identified based on experience and statistical data, such as the Poverty Index of said district, the number of informal dwellings, among others. Likewise, the general objective of this project is to determine to what extent the zoning study contributes to the foundation purposes of the Monsefú district.

Mechanical properties were calculated by two tests, Direct Shear Test and Light Dynamic Penetration Test. Subsequently, a Geotechnical Zoning map was prepared, which will contribute much to the residents and the district in future construction in the study area and its surroundings.

On the other hand, after carrying out the tests and analyzing them according to the hypothesis, it was corroborated that the zoning study and the zoning map have a great contribution for the purposes of foundations in the Pomape Sector of the Monsefú District, Province of Chiclayo, and Department of Lambayeque.

**Keywords:** Soil zoning, geotechnical zoning, zoning map, surface foundation, physical properties, chemical properties, mechanical properties, soil mechanics, allowable bearing capacity.

## INTRODUCCIÓN

Como antecedentes de este proyecto se ha realizado estudios de zonificaciones en diferentes ciudades y países. Todos estos estudios se emplearon con diferentes parámetros y diferentes ensayos como: Ensayos de Penetración Estándar (SPT), Ensayos de corte Triaxiales, Ensayos para la clasificación de los suelos; que fueron necesarios para lograr la elaboración de dichos estudios.

Esta tesis aporta un plano de zonificación geotécnica para fines de cimentación superficial en el Sector Pómape, Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. Se tuvo en consideración las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos; elaborando diferentes ensayos para determinarlas.

La problemática de esta tesis nos cuenta que la mayoría de viviendas existentes en el distrito de Monsefú, son informales, no cuentan con ningún estudio de suelos previos a su diseño de dichas viviendas, por lo que se justifica elaborar un plano de zonificación geotécnica que pueda aportar con los futuros diseños que se van a emplear en este sector.

También cabe mencionar que el objetivo general de esta tesis se basa en elaborar un estudio de zonificación de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú – Chiclayo. Mientras que, los objetivos específicos son determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos para los fines de cimentación superficial.

En lo que respecta a la hipótesis se tiene que el estudio de zonificación de los suelos es información relevante para los fines de cimentación superficial de dicho sector, se usaron las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos, para los cuales se emplearon diferentes ensayos en diferentes laboratorios.

Por otro lado, esta tesis tuvo como limitaciones las siguientes: hubo limitaciones económicamente, tras la pandemia por el COVID-19 y al clausurarse los laboratorios de la Universidad, se tuvo que contratar 2 laboratorios para la elaboración de esta investigación, por lo tanto, se tuvo que invertir mucho más de lo pronosticado. También hubo limitaciones de Acceso, por la cuarentena e inmovilización social se prohibieron los accesos hacia otros distritos, por lo que se retardó el desarrollo de esta investigación. Esta investigación a su vez cuenta con un alcance el cual está en el hecho que se realizará un estudio de zonificación con la ayuda de un plano de zonificación geotécnica, teniendo en cuenta los resultados de los siguientes ensayos: Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Clasificación de suelos, Sales Solubles Totales y el Ensayo de Corte Directo.

Finalmente, esta tesis cuenta con la siguiente estructura: En el capítulo I se especifica el planteamiento del problema. Mientras que en el capítulo II se presenta el Marco Teórico. En el capítulo III se detalla la Metodología de la Investigación. El capítulo IV muestra el desarrollo de la investigación. Así mismo en el capítulo V se expone los resultados de la investigación, el análisis y la explicación de las mismas. El capítulo VI presenta la discusión de resultados. Por último, se muestra las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

Según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) 2018, con el transcurso de los años vemos como aumenta la población en el Perú, en el 2010 habían 29.37 millones de habitantes, en el 2017 hubo 31.237 millones de habitantes, y en la actualidad se estima que llegará a los 33.05 millones de habitantes.

Tabla 1: Población Total y Tasa de crecimiento promedio anual, 1940 – 2017.

Año	Total <sup>1/</sup>	Variación intercensal	Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual (%)
1940	7 023 111			
		3 397 246	161 774	1,9
1961	10 420 357			
		3 701 207	336 473	2,8
1972	14 121 564			
		3 640 667	404 519	2,6
1981	17 762 231			
		4 877 212	406 434	2,0
1993	22 639 443			
		5 581 321	398 666	1,6
2007 <sup>2/</sup>	28 220 764			
		3 016 621	301 662	1,0
2017	31 237 385			

Fuente: (INEI, 2018)

Esto trae consigo que las personas busquen un lugar donde vivir y esto les obliga a construir sus viviendas en asentamientos humanos sin estudios preliminares. Sin tener conocimiento de la calidad y características de los suelos en donde construirán su vivienda. Además, la mayoría desconoce los procesos constructivos y no saben diferenciar la calidad de los materiales, y con la baja economía que cuentan genera mayor probabilidad de que sus viviendas y las colindantes sufran grandes asentamientos diferenciales, el cual puede llegar al colapso. Lo que

causaría muchas consecuencias negativas para los familiares o personas que vivan en dichas viviendas. (Audefroy, 2003)

Existen 10 millones 102 mil 849 viviendas particulares, representando el 2.9 % de la tasa de crecimiento promedio anual. El distrito de Monsefú cuenta con 6070 viviendas. (INEI, 2018)

La gran parte de las construcciones del distrito de Monsefú son informales, se tiene muy poca información de estudios de suelos en dicho distrito

Tabla 2: Viviendas, Población, Población por Vivienda, hogares

DISTRITO	Viviendas Con ocupantes presentes	Población	Población Vivienda X	Hogares
CHICLAYO	56,502	264,618	4.7	60,427
JOSE L. ORTIZ	32,810	167,758	5.1	36,427
LA VICTORIA	15,596	80,191	5.1	17,319
LAMBAYEQUE	13,928	66,000	4.7	14,628
PIMENTEL	7,724	34,320	4.4	7,897
REQUE	2,869	13,052	4.5	3,035
POMALCA	5,349	23,493	4.4	5,523
SAN JOSE	2,541	12,772	5.0	2,594
<b>MONSEFU</b>	<b>6,070</b>	<b>30,428</b>	<b>5.0</b>	<b>6,327</b>
SANTA ROSA	2,231	11,297	5.1	2,335
ETEN	2,402	10,598	4.4	2,457
PTO ETEN	592	2205	3.7	607
<b>TOTAL</b>	<b>148,614</b>	<b>716,732</b>	<b>4.8</b>	<b>159,576</b>

Fuente: (INEI, 2018)

Los pobladores no toman en cuenta el estudio de suelos para el diseño de las viviendas.

Por este motivo se elaboró el presente trabajo de investigación, con el fin de zonificar los suelos del distrito de Monsefú, así podrán usar los siguientes resultados para los fines que sean necesarios.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la relación entre el estudio de zonificación y los fines de cimentación superficial del sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo??

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Las propiedades físicas de los suelos serán relevantes para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo?
- ¿Las propiedades químicas de los suelos serán relevantes para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo?
- ¿Las propiedades mecánicas de los suelos serán relevantes para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivos General**

Elaborar un estudio de zonificación de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades físicas de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo
- Determinar las propiedades químicas de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo

#### 1.4. Justificación de la investigación

Según INEI (2017), en el distrito de Monsefú hay aproximadamente 30,819 personas y el Índice de pobreza del Distrito de Monsefú es de 51.5%, siendo el Distrito con más índice de pobreza y teniendo un ingreso familiar per capital de S/ 421.6. Véase en las siguientes figuras:

Tabla 3: Población y condición de Pobreza, Según Distrito

Distrito Urbanos	Pobre En %				No Pobre	Ranking De Pobreza
	Poblacion	Total De Pobres	Extremo	No Extremo		
CHICLAYO	266,976	20.0	2.4	17.6	80.0	1724
JOSE L. ORTIZ	165,453	35.3	5.1	30.2	64.7	1451
LA VICTORIA	79,494	33.8	4.5	29.3	66.2	1489
LAMBAYEQUE	65,389	34.0	4.9	29.1	66.0	1483
PIMENTEL	33,093	27.4	3.4	24.0	72.6	1605
REQUE	12,897	28.8	3.4	25.5	71.2	1582
POMALCA	23,625	27.8	3.4	24.4	72.2	1600
SAN JOSE	12,460	44.2	6.8	37.4	55.8	1306
<b>MONSEFU</b>	<b>30,819</b>	<b>51.5</b>	<b>11.4</b>	<b>40.1</b>	<b>48.5</b>	<b>1144</b>
SANTA ROSA	11,218	45.6	7.8	37.8	54.4	1278
ETEN	10,920	37.6	5.7	32.0	62.4	1413
PTO ETEN	2,290	15.4	1.2	14.2	84.6	1772
<b>Total</b>	<b>714,634</b>	<b>33.5</b>	<b>5.0</b>	<b>28.47</b>	<b>67</b>	

Fuente: (INEI, 2018)

Tabla 4: Índice de Desarrollo Humano (IDH), Según Distrito

Distrito Urbanos	Población		Índice de Desarrollo Humano		Esperanza de vida a Nacer		Analfabetismo		Escolaridad		Logro Educativo		Ingreso Familiar Per capital	
	Hab.	Ranking	IDH	ranking	años	ranking	%	ranking	%	ranking	%	ranking	%	ranking
	CHICLAYO	238,057	5	0.6406	19	73	22	94.5	26	87.1	75	92	31	451.6
JOSE L. ORTIZ	153,472	29	0.6334	206	72.7	213	94.8	247	85.5	984	91.7	333	422.9	273
LA VICTORIA	75,729	62	0.6366	196	73	188	94.9	243	86.2	910	92	310	428.7	263
LAMBAYEQUE	61,025	79	0.6319	214	72.8	210	93.7	344	83.9	1,130	90.4	453	439.7	253
PIMENTEL	29,622	164	0.651	144	73.2	178	96.8	116	88.2	702	93.9	148	471.6	220
REQUE	12,690	375	0.6307	217	72.2	260	92.2	470	87.8	739	90.7	422	443.7	250
POMALCA	23,134	208	0.6161	314	71.3	375	92	485	83.4	1,164	89.1	582	419.3	279
SAN JOSE	12,156	392	0.6134	330	71	413	94.6	267	79.5	1,387	89.6	536	403.2	322
<b>MONSEFU</b>	<b>30,591</b>	<b>157</b>	<b>0.6007</b>	<b>420</b>	<b>70.7</b>	<b>465</b>	<b>87.1</b>	<b>870</b>	<b>82</b>	<b>1,256</b>	<b>85.4</b>	<b>899</b>	<b>421.6</b>	<b>277</b>
SANTA ROSA	10,935	434	0.6249	258	72.7	212	93.2	390	8.1	1,299	89.2	577	422.6	274
ETEN	11,119	429	0.5982	442	68.2	843	87.4	839	87.7	755	87.5	713	444.7	247
PTO ETEN	2,395	1253	0.6714	82	73.4	164	98.9	24	92.4	182	96.7	17	533	168

Fuente: (INEI, 2018)

Considerando esta información se asume que las familias no cuentan con solvencia económica para realizar estudios de mecánica de suelos, por tal motivo esta investigación es muy importante y viable puesto que se

asume que se construirán una vivienda por cada 120 m<sup>2</sup>, se beneficiarán directamente 270 familias aproximadamente e indirectamente construcciones aledañas para tomarla como referencia. La presente tesis busca zonificar los suelos de cimentación del Sector Pómape que se ubica en el distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo por medio de diferentes ensayos de laboratorio, estos resultados ayudarán a que los ingenieros responsables de los diseños de las futuras construcciones puedan proponer un eficiente diseño de cimentación y así poder evitar posibles problemas como asentamientos, fisuras o incluso llegar hasta las fallas en las cimentaciones de este distrito.

### 1.5. Limitaciones de la investigación

En esta investigación tuvo las siguientes limitaciones:

- **Limitación Social:** Inicialmente se tuvo problemas para ubicar a los propietarios del área de estudio y también obtener los permisos correspondientes, pero al final se pudo obtener todos los permisos con los consentimientos de los propietarios para poder realizar los diferentes procedimientos en el área de estudio.
- **Limitación Económica:** Tras la situación actual, la pandemia del COVID-19 y la elaboración de los ensayos en dos laboratorios particulares, se contó con menos recursos económicos de los que estuvo previsto para la elaboración de la investigación.
- **Limitación de Tiempo:** Debido a la pandemia, los cronogramas y las actividades para realizar la recolección de los datos y elaboración de ensayos, se vieron afectados, por lo que demoraron más tiempo de lo pronosticado.
- **Limitación de Acceso:** Por causa del estado de emergencia, las fronteras de algunos distritos y accesos se vieron restringidos, por lo que acceder al área de estudio y al laboratorio particular, fue muy complicado.

## **1.6. Viabilidad de la investigación**

### **1.6.1. Viabilidad del recurso humano**

Se contó con personal en la zona para poder realizar la toma de muestra, Mano de Obra no Calificada (MONC), así como también se contó con Mano de Obra Calificada (MOC), como es el operario de la maquinaria pesada y también se contó con la maquinaria pesada, retroexcavadora, la cual se utilizó para la excavación de las calicatas.

### **1.6.2. Viabilidad técnica**

Para la realización de la tesis se cuenta con los permisos, recursos, materiales como equipos y acceso a laboratorio para realizar los diferentes ensayos.

### **1.6.3. Viabilidad económica**

Todos los gastos que se generaron en esta investigación fueron asumidos por el tesista.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEORICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Nivel Internacional**

Lenz (2016), en su trabajo de investigación titulada: “Zonificación geotécnica de la ciudad de Xalapa, Veracruz. México”, elaboró una zonificación mediante 144 estudios geotécnicos recolectado de toda el área metropolitana de Xalapa, Veracruz. Dentro de los estudios recolectados, con respecto a los trabajos en campo se elaboraron: sondeos profundos en los que se realizaron ensayos de Penetración Estándar (SPT), también se hicieron Pozos a Cielo Abierto (PCA). Con respecto a los trabajos en Laboratorio se realizaron: contenido de humedad, granulometría, densidad de sólidos, límite líquido, límite plástico, peso volumétrico natural, ensayo triaxial no consolidado – no drenado y consolidación unidimensional. Dando como resultado que: Los suelos de las zonas urbanas y conurbadas de Xalapa tienen como cimentaciones materiales volcánicos. En la ciudad de Xalapa, predominan los suelos arcillosos de alta plasticidad, arenas limosas y arenas arcillosas. Proponiendo un plano de zonificación geotécnica señalando 4 zonas en dicha ciudad.

Claro (2018), en su trabajo de investigación titulada: “Clasificación geotécnica de datos de muestras de suelos de distintos sitios del área metropolitana de Bucaramanga y validación de información con la base de datos del servicio geológico colombiano” realizó una zonificación en base a estudios geotécnicos anteriores, su objetivo es digitalizar e interpretar todos los documentos relacionados a proyectos antiguos que realizaron estudios de suelos. Realizándose un total de 24 proyectos con un aproximado de 170 sondeos y 15 número de informes de resultados. Concluyendo que hay 4 Unidades Geológicas en dicha zona, mostrando su mapa de zonificación.

Masís (2017), en su trabajo de investigación titulada: “Zonificación y caracterización geotécnica de los suelos de la sede central del Instituto Tecnológico de Costa Rica” hace un buen aporte al Instituto, ya que

carece de mapas de zonificación. Estos estudios ayudarán a que las autoridades tomen su trabajo para un futuro diseño que sea eficaz. Este trabajo tiene como objetivo principal zonificar la sede central a diferentes alturas (0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5 m, 3.0 m, 3.5 m, 4.0 m) teniendo en cuenta las características geotécnicas del lugar, recopilando información geotécnica y elaborando ensayos de campo y de laboratorio para complementar esa información recolectada. Dentro de los ensayos de campo se elaboró el ensayo de Penetración Estándar, Límites de Atterberg, entre otros. Concluyendo que con respecto al Contenido de Humedad varía entre 17% y 58%, el nivel freático varía de 2.25 m a 3.60 m de profundidad. Existe un gran número de limos y arcillas. Entre las profundidades 0.5 y 1.0 m se encuentra una resistencia que varía de 5 T/m<sup>2</sup> a 10 T/m<sup>2</sup>, a la profundidad de 1.5 m se presenta una resistencia entre 17 T/m<sup>2</sup> y 22 T/m<sup>2</sup>, desde la profundidad 2.5 a 3.0 m predomina una resistencia mayor a 50 T/m<sup>2</sup>.

Ibarra (2019), en su trabajo de investigación titulada: "Caracterización geotécnica de un sector de la ciudad de Neuquén" ubicada en Argentina, recopiló estudios de suelos realizados en dicha zona, con la intención de usarlo para la zonificación. Y esto ser usado para conocer las limitaciones que existe en dichos suelos para un futuro proyecto de ingeniería. Dentro de los estudios recolectados se realizaron 3 barrenados de 2 pulgadas de diámetro y profundidad de 1 m como máximo, 7 barrenados de 6 pulgadas de diámetro y profundidad de 3.40 m como máximo, 11 barrenados de 8 pulgadas de diámetro y profundidad de 4.50 m como máximo, 9 excavaciones con retroexcavadora con profundidad máxima de 2.80 m, 2 sondeos con equipo perforador con profundidad máxima de 4.50 m. Concluyendo que en dicha zona predomina las gravas arenosas, depósito de barra. Como segunda predominación son las arenas y limos con presencia de grava media y fina. Así como separar en 4 Unidades Geotécnicas (UG), siendo la UG – 4 la zona que tiene más capacidad portante.

Solorio y Vásquez (2017), en su tesis titulada: "Zonificación geotécnica superficial de la ciudad de Uruapan, Michoacán" ubicada en México,

realiza una zonificación recolectando una suma de 175 estudios de mecánica de suelos. Dentro de los cuales obtuvieron que, entre las profundidades de 0 a 1 metro, se encuentran en mayor proporción: Limo de alta plasticidad (MH), arena Limosa (SM), arena arcillosa (SC), limo de baja plasticidad (ML), arena pobremente graduada (SP); con una capacidad de carga entre 4 a 14 Tn/m<sup>2</sup>. Entre las profundidades de 1 a 2 m, se encuentran en mayor proporción: Limo de alta plasticidad (MH), Arena Limosa (SM), Limo de baja plasticidad (ML), Arcilla de baja plasticidad (CL); con una capacidad de carga entre 3 a 14 Tn/m<sup>2</sup>. Entre las profundidades de 2 a 3 m, se encuentra en mayor proporción: Limo de alta plasticidad (MH), Arena Limosa (SM), Arena Arcillosa (SC), Limo de baja plasticidad (ML); con una capacidad de carga entre 1 a 16 Tn/m<sup>2</sup>. Entre las profundidades de 3 a 4 m, se encuentra en mayor proporción: Limo de alta plasticidad (MH), Arena Limosa (SM), Limo de baja plasticidad (ML), Arcilla de baja plasticidad (CL); con una capacidad de carga entre 3 a 16 Tn/m<sup>2</sup>.

### **2.1.2. Nivel Nacional**

Córdova y Sanchez (2019), en su tesis titulada: “Zonificación geotécnica de los suelos de asentamiento urbano con fines de cimentación en el distrito de Samanco – Provincia del Santa – Departamento Ancash”, elaboraron una zonificación para seis centros poblados, en cada centro poblado se realizaron puntos de investigación. Se ejecutaron 24 calicatas para la elaboración del ensayo de corte directo “in situ” de diferentes profundidades, debido a la aparición del nivel freático, así mismo se realizó 24 ensayos de DPL y 24 ensayos de Densidad de campo. Se determinaron 12 Zonas Geotécnicas, clasificando los suelos y calculando las capacidades portantes que varían de 0.34 kg/cm<sup>2</sup> y 1.70 kg/cm<sup>2</sup>. Además colocan el nivel freático, si es que lo encuentran en sus calicatas.

Córdova y Montalvan (2017), en su tesis titulada: “Zonificación geotécnica del barrio centro del distrito de Picota, Provincia de Picota – Región San Martín”, realizaron una zonificación ejecutando 18 calicatas

para realizar ensayos como densidad de campo y corte directo, con la finalidad de hallar las características del suelo. Dentro de las características físicas, llegaron a la conclusión que predominaban 3 tipos de suelos: arcilla de baja plasticidad, limo arcilloso de baja plasticidad y limo arcilloso orgánico. Con respecto a las características mecánicas, dividieron en tres zonas: Zona I (de 1.01 hasta 1.34 kg/cm<sup>2</sup>), Zona II (de 0.81 hasta 0.91 kg/cm<sup>2</sup>) y Zona III (de 0.58 hasta 0.68 kg/cm<sup>2</sup>).

Carranza y Ponce (2017), en su tesis titulada: “Estudio de zonificación geotécnica en el sector III del centro poblado el milagro para el diseño de cimentaciones superficiales”, ejecutaron un estudio de zonificación en el distrito de Huanchaco, Provincia de Trujillo, Departamenteo de La libertad. Determinaron que se debía realizar 10 calicatas para 1 hectárea de area de estudio. Definieron 4 zonas geotécnicas, Zona I: se caracteriza por ser una Grava Bien Graduada (GW) con una capacidad admisible entre 3.51 kg/cm<sup>2</sup> a 5.36 kg/cm<sup>2</sup>, con una profundidad entre 1.20 m a 1.80 m. Zona II: se caracteriza por ser una Grava Bien Graduada (GW) con una capacidad admisible entre 3.44 kg/cm<sup>2</sup> a 5.26 kg/cm<sup>2</sup>, con una profundidad entre 1.20 m a 1.80 m. Zona III: se caracteriza por ser una Grava Bien Graduada (GW) con una capacidad admisible entre 3.47 kg/cm<sup>2</sup> a 5.30 kg/cm<sup>2</sup>, con una profundidad entre 1.20 m a 1.80 m. Zona IV: : se caracteriza por ser una Grava Bien Graduada (GW) con una capacidad admisible entre 3.37 kg/cm<sup>2</sup> a 5.15 kg/cm<sup>2</sup>, con una profundidad entre 1.20 m a 1.80 m. En ninguna de estas calicatas se encontraron presencia de la Napa Freática. Luego diseñaron cimentaciones cuadradas y corridas, recomendando usar la cuadrada por ser mas económica.

Yanapa y Aquise (2017), en su tesis titulada: “Zonificación Geotécnica y Capacidad Portante para cimentaciones superficiales en la zona Nor Oeste de la ciudad de Juliaca”, elaboraron una zonificación geotécnica realizando 19 calicatas y 18 ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), así como densidad de campo, Límites de consistencia, entre otros. Concluyendo con la zonificación de 3 Zonas; Zona I: Conformado por suelos arenosos, clasificados en SP, SP-SM y SM, con una

capacidad admisible promedio de 1.55 kg/cm<sup>2</sup>. Zona II: Conformado por suelos finos con baja a media compresibilidad, clasificados en ML, CL-ML y CL, con una capacidad admisible promedio de 0.53 kg/cm<sup>2</sup>. Zona III: Conformado por suelos finos con alta compresibilidad, clasificados en CH, con una capacidad admisible promedio de 0.42 kg/cm<sup>2</sup>.

Cotrina (2017), en su tesis titulada: “Zonificación geotécnica de los suelos de fundación, mediante los ensayos de corte directo y DPL en la urbanización los girasoles - Jaen – 2016”, elaboró los ensayos de Corte Directo y Penetrómetro Dinámico Ligero. Realizando 5 calicatas para dicho trabajo de investigación, llegando a la conclusión que cuenta con 3 Zonas Geotécnicas; Zona I: caracterizado por que el nivel freático se encontró a 1.50 m de profundidad y una capacidad portante que encuentra entre 0.95 kg/cm<sup>2</sup> y 1.65 kg/cm<sup>2</sup>. Zona II: caracterizado por no haber encontrado el nivel freático y por tener una capacidad portante que se encuentra entre 1.65 y 1.80 kg/cm<sup>2</sup>. Zona III: caracterizado por no registrar nivel freático, con presencia de arcillas, limos, arena y grava; además una capacidad portante que encuentra entre 1.85 y 1.95 kg/cm<sup>2</sup>.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Zonificación Geotécnica**

#### **2.2.1.1. Definición**

Se denomina al agrupamiento de partículas de un terreno que cuenten con características homogéneas. La zonificación está en función al objetivo del estudio y a la recolección de datos. En una zonificación existen Unidades Geotécnicas. La microzonificación sísmica de un territorio es el resultado de un proceso extenso y detallado del que la zonificación geotécnica hace parte, refiriéndose a una de las actividades inmediatamente anteriores a los análisis y modelamiento de la respuesta dinámica de los suelos. El objetivo principal de la zonificación geotécnica dentro del proceso es determinar los usos del suelo. (Bravo & Zéqueda, 2015)

Los estudios de Zonificación Geotécnica, nos dan la posibilidad de tener información sobre los suelos (como son las propiedades físicas, químicas y mecánicas) que serán empleados para futuras construcciones. Para conocer las características de los suelos, se tendrá que realizar Estudios de Mecánica de Suelos básicos. (Carranza & Ponce, 2017)

#### **2.2.1.2. Metodología**

Para hacer una zonificación hay muchas maneras o métodos para realizarla, pero al fin y al cabo llegan al mismo destino, el cual se refiere a identificar y resaltar una zona que contenga información geotécnica y/o geológica. Además, el lenguaje empleado debe ser simple pero técnico a la vez, entendible para personas que no se ejercen trabajos relacionados al tema. (Bravo & Zéqueda, 2015)





Figura 2: Mecánica de Suelos y Rocas  
Fuente: (Cotrina, 2017)

### **2.2.3. Suelo**

#### **2.2.3.1. Definición**

Se define suelo a todas las partículas naturales que fueron descompuestas físicamente y químicamente de las rocas, y cuyo origen es orgánico. Se puede dividir en suelo residual y suelo transportado. (Terzaghi, 1986)

Según Raffino (2020). El suelo es el fragmento más sobresaliente de la corteza terrestre, conformada en casi todos los casos por descomposición de rocas procedente de transformaciones, como son la erosión y otras alteraciones químicas y físicas, también de materia orgánica producto de procesos biológicos que se desarrolla en el terreno.



Figura 3: El suelo  
Fuente: (Raffino, 2020)

El suelo es la parte más visible de la superficie terrestre, es el lugar en donde se realiza el sembrío de las cosechas, donde se elaboran edificios o casas y en donde se sepulta a los muertos. El suelo es una superficie profundamente multiforme y variada, así como es en donde se origina una variedad de fenómenos climáticos, como por ejemplo, las precipitaciones, ventarrones, etc.

De la misma forma, el suelo es el lugar donde acontecen procesos físicos y químicos, también en el suelo se encuentra animales pequeños y diversos microorganismos, cuya existencia aporta de primera mano en la fecundidad del suelo mismo.

Los suelos están compuestos por las partículas de las rocas y el almacenamiento de distintos componentes que se acumulan por siglos, en una sucesión que incluye una cantidad grande de diferentes propiedades físicas, químicas y mecánicas, que da como consecuencia un numeroso número de estratos bien pronunciados, parecido a las de una torta, los cuales se pueden observar en la fractura de la corteza terrestre.

### 2.2.3.2. Composición

También Raffino (2020) nos dice que: El suelo está conformado por elementos de partículas sólidas, líquidas y gaseosas, así como:

**Partículas Sólidas:** Dichas partículas componen una parte denominada Esqueleto Mineral del suelo, como son: silicatos, óxidos e hidróxidos de hierro y de aluminio, clastos, carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos y sólidos orgánicos u orgánico-minerales.

**Partículas Líquidas:** En el suelo existe mucha abundancia de agua (H<sub>2</sub>O), pero a veces no lo encontramos en estado puro, en algunos casos se encuentra saturado de iones y sales y diferentes materias orgánicas. Hay diferentes formas en las cuales el agua se traslada en el suelo. Puede darse por capilaridad, teniendo en cuenta la permeabilidad del suelo, y traslada grandes materias de un nivel a otro.

**Partículas Gaseosas:** En el suelo se encuentran diversas variedades de partículas gaseosas, como el oxígeno (O<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), estos pueden varias estando sometido a la condición del suelo, ya que puede presentarse hidrocarburos gaseosos como por ejemplo, el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Se encuentra una variedad inmensa sobre los gases ubicados en el suelo.



Figura 4: Características del suelo  
Fuente: (Raffino, 2020)

### 2.2.3.3. Características del suelo

Así como también Raffino (2020) nos cuenta que: Cuando se habla de características y propiedades del suelo, encontramos una inmensa variedad, todo depende del tipo de suelo y su vida año tras año. Así como también interviene el historial del lugar donde se ubica el suelo. Las características más pronunciadas son:

**Versatilidad:** El suelo casi siempre está compuesto por partículas que no son homogéneas ni en tamaño ni en su textura. El suelo puede aparentar homogeneidad, pero tiene compuestos variados, como rocas de diferentes tamaños y diferentes naturalezas.

**Fertilidad:** El suelo en algunos casos puede contar con nutrientes procedentes del azufre, nitrógeno u otros elementos que son importantes para dar vida a las plantas. Y esto tiene que ver con la disposición del agua y componentes orgánicos, así como los poros que tenga dicho suelo.

**Transformabilidad:** En los suelos se encuentran muchas partículas que están en constante proceso de transformación, no es posible observarlo directamente, pero están en un continuo cambio tanto físicamente y químicamente.

**Solidez:** Los suelos cuentan con diferentes propiedades físicas, como por ejemplo, la solidez y la textura. Hay algunos más macizos y rígidos, otros más maleables y blandos, todo depende de su vida año tras año.

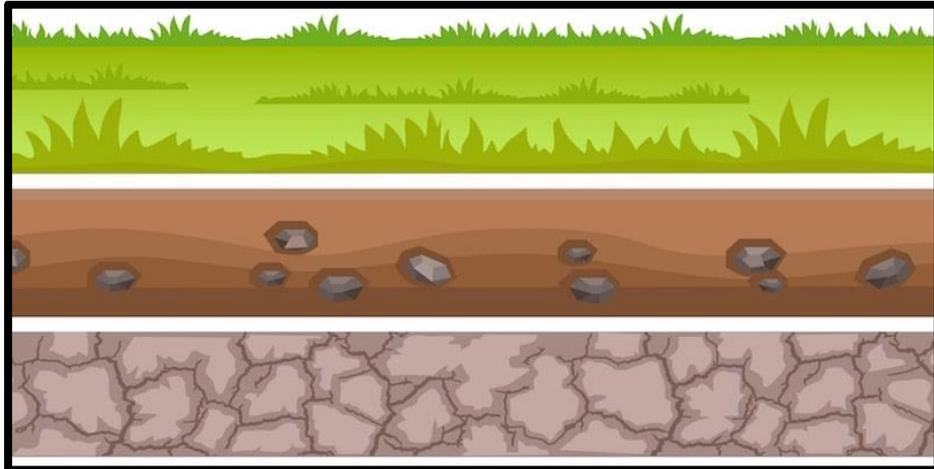


Figura 5: Capas del Suelo  
Fuente: (Raffino, 2020)

#### 2.2.3.4. Tipos de Suelos

Por último Raffino (2020) comenta que: El suelo cuenta con diferentes tipos, cada uno producto de diferentes procesos de formación, producto de la sedimentación, la deposición eólica, la meteorización y los residuos orgánicos. El suelo puede clasificarse mediante dos distintos criterios, los cuales tenemos:

##### **Según su estructura:**

**Arenosos:** Estos suelos no tienen la propiedad de conservar el agua, no tienen beneficios para la siembra, por lo que se considera un suelo infértil.

**Calizos:** Cuentan con muchos minerales calcáreos, en otras palabras, cuentan con muchas sales. Esto les otorga más solidez, aridez y un aparente color blanco.

**Humíferos:** Este suelo se caracteriza por ser color oscuro pronunciado, esto tiene que ver con la cantidad de material orgánico

en descomposición que se encuentra, este suele tener una buena retención de agua, lo cual los hace fértiles.

**Arcillosos:** Estos suelos están conformados por partículas finas, aparentan un color amarillo y cuentan con una buena retención de agua. Esto hace que tiendan a empantanar rápido.

**Pedregosos:** Está conformado por diversas rocas de diferentes diámetros, tienen la característica de la porosidad, por lo que no cuentan con la retención de agua.

**Mixtos:** Se denominan así cuando tienen una mezcla, casi siempre se refiere a la mezcla entre los suelos arenosos y suelos arcillosos.

#### **Según sus características físicas:**

**Litsoles:** Estos suelos se caracterizan por tener una capa delgada de suelo de aproximadamente 10cm de profundidad, usualmente cuentan con vegetación muy escasa, Se les llama también "leptsoles".

**Cambisoles:** Se les denomina así a los suelos jóvenes, los cuales son buenos para arbustos o hierbas que no tengan muchas exigencias. Estos suelos tienen acumulación inicial de arcillas.

**Luvisoles:** Se denominan así a los suelos con características arcillosas y que se encuentran saturados del 50% a más.

**Acrisoles:** Con las mismas características que el Luvisoles, solo que se encuentran saturados por debajo del 50%

**Gleysoles:** Estos suelos se caracterizan por permanecer casi siempre con agua.

**Fluvisoles:** Se les denominan a los suelos que son jóvenes que pertenecen a almacenamientos fluviales, casi siempre cuentan con calcio.

**Rendzina:** Se les denomina así a los suelos que contienen mucho material orgánico sobre piedra caliza.

**Vertisoles:** Son suelos que tienen características arcillosas y son negros, casi siempre se ubican muy próximo de escurrimientos y pendientes rocosas.



Figura 6: Tipos de Suelos  
Fuente: (Raffino, 2020)

## 2.2.4. Cimentaciones Superficiales

### 2.2.4.1. Definición

Según Brajas (2011) nos cuenta que, una cimentación se denomina al grupo de elementos estructurales que tienen como finalidad llevar las cargas ejercidas por dicha estructura hacia el suelo, de tal manera que al diseñar, no supere el esfuerzo admisible. La cimentación tiene como función permitir que toda la fuerza generada por la estructura, se dirija hacia el suelo o roca ubicado debajo de la cimentación.

Se denomina cimentación superficial a aquella en la cual, el área de contacto entre la estructura y el terreno se encuentra ubicado bajo el terreno que la rodea. Se le denomina cimentación superficial siempre y cuando la profundidad de cimentación sea entre 0,50 m. y 4 m, y cuando las tensiones admisibles de las distintas capas del terreno

que se determinen hasta esa cota, posibiliten apoyar la estructura en forma directa sin estimular asentamientos excesivos de la estructura que puedan alterar la funcionalidad de dicha estructura:

Para que las cimentaciones superficiales puedan trabajar de modo aceptable deben contener dos propiedades fundamentales.

- 1) Las cimentaciones deben ser seguras, esto conlleva a que debe soportar una falla general por corte que genera el suelo que las soporta.
- 2) Las cimentaciones superficiales no deben contar con un asentamiento más de lo permitido según la normativa empleada, el cual se somete a diferentes consideraciones.

La capacidad de carga última se llama a la carga que se genera por un área unitaria de la cimentación en la cual surge la falla por corte en la superficie.

Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi:

Según (Terzaghi, 1943), que fue el primero en publicar una teoría completa que pueda evaluar la capacidad de carga última de las cimentaciones superficiales. Según su teoría, se le denomina cimentación superficial si su profundidad de cimentación ( $D_f$ ), es menor o igual que su ancho. Pero por otro lado, investigadores siguientes recomiendan que las cimentaciones con profundidad igual a tres o cuatro veces su ancho se podían denominar como cimentaciones superficiales.

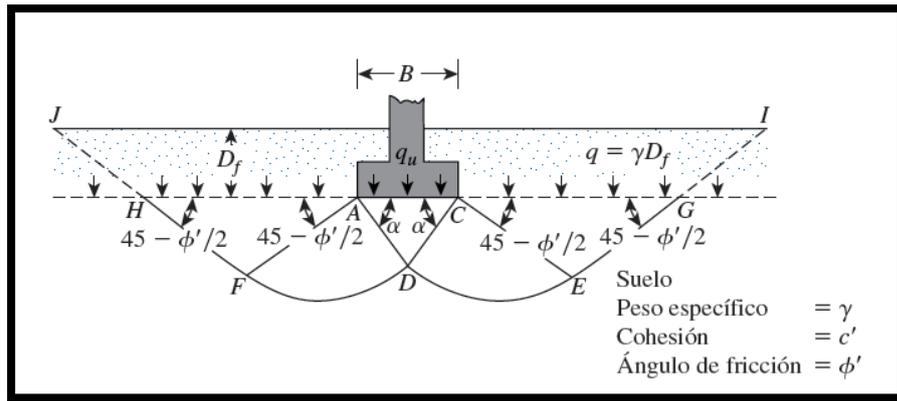


Figura 7: Falla por Capacidad de Carga en un Suelo Bajo una Cimentación Rígida continúa  
 Fuente: (Brajas, 2011)

Terzaghi indicó la capacidad de carga última en la siguiente fórmula:

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación continua o corrida})$$

Donde:

C = Cohesión del suelo

$\gamma$  = Peso Específico del suelo

$q = \gamma D_f$

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Son factores de capacidad de carga, también son adimensionales y dependen del ángulo de fricción del suelo  $\phi'$ .

Estos factores de capacidad de carga  $N_c, N_q$  y  $N_\gamma$  se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

$$N_c = 2 \tan^3 \theta + 2 \tan \theta \quad N_q = \tan^4 \theta \quad N_\gamma = \tan^5 \theta$$

Tabla 5: Factores de Capacidad de carga Terzaghi

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma^*$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma^*$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	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	0.27	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	1 072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Fuente: (Brajas, 2011)

Para calcular la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas y circulares, la ecuación se puede cambiar según el caso:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación cuadrada})$$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación circular})$$

Para cimentaciones que se encuentran en el modo de falla local por corte en suelos, Terzaghi recomendó las modificaciones para las ecuaciones que se mostrarán a continuación:

$$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma \quad (\text{cimentación continua})$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma \quad (\text{cimentación circular})$$

$N'_c$ ,  $N'_q$ ,  $N'_\gamma$  Son los factores de capacidad de carga modificados, se pueden calcular utilizando las ecuaciones de los factores de capacidad de carga reemplazando  $\phi$  por  $\phi' = \tan^{-1}(23 \tan \phi)$  la variación de  $N'_c, N'_q, N'_\gamma$  con el ángulo de fricción del suelo  $\phi$  se da en la siguiente tabla:

Tabla 6: Factores de Capacidad de carga de Terzaghi Modificados

$\phi'$	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$	$\phi'$	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	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	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	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	0.128	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: (Brajas, 2011)

Las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi ahora se han actualizado por diferentes autores para tomar en cuenta los efectos de la forma de la cimentación (B/L), la profundidad de cimentación (Df) y la inclinación de la carga.

### Capacidad de Carga Permisible

Para calcular la capacidad de carga permisible de las cimentaciones superficiales se necesita incluir un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última. Como se puede observar en la siguiente ecuación:

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

### 2.2.5. Clasificación de los suelos

Se define la clasificación de los suelos, como la correlación que debe tener las propiedades físicas de los suelos luego de alcanzar resultados de ensayos simples de laboratorio. Las correlaciones derivan de las características granulométricas. (Terzaghi, 1986)

### 2.2.6. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

#### 2.2.6.1. Reseña Histórica

Según la (NTP 339.134, 1999) Es una de las formas de clasificación de suelos, una de las más eficientes y más usada, lo desarrolló Arthur Casagrande en plena Segunda Guerra Mundial. Fue aprobado en 1952. Actualmente lo estandarizaron en la norma ASTM D 2487-93.

En el Perú, tras reuniones realizadas desde abril del 1996 hasta enero del 1998, se decidió aplicar una Norma Técnica Peruana que contenga los mismos parámetros que la norma Americana. Es así como que en 1999 se oficializó la **NTP 339.134:1999 Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería SUCS.**

#### 2.2.6.2. Objetivos

Este ensayo determina o identifica los suelos con respecto a sus cualidades estructurales y su plasticidad, así como su conducta como material de construcción.

Su clasificación se basa en el porcentaje de gravas, arenas y finos, su distribución granulométrica y su plasticidad y compresibilidad. Este sistema los separa entre Suelos de grano grueso, Suelos de grano fino y Suelos altamente orgánicos (NTP 339.134, 1999)

Tabla 7: Sistema Unificado de Clasificación SUCS – ASTM D2487

GRUPOS		SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	CRITERIOS DE CLASIFICACION			
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b> (mas del 50 % es retenido en el tamiz No 200)  <b>&gt; 50% Ret. N° 200</b>	<b>GRAVAS</b> (mas del 50% de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No 4)  <b>&gt; 50% F.G. ret. Tamiz N° 4</b>	Gravas Limpias (menos de 5% de finos)	<b>GW</b>	Grava bien gradada	solo Granulometría	Cu > 4 y 1 < Cc < 3	
			<b>GP</b>	Grava pobremente gradada		Cu < 4 y/ó 1 > Cc > 3	
		Gravas con finos (mas de 12% de finos)	<b>GM</b>	Grava limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			<b>GC</b>	Grava arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			<b>GC-GM</b>	Grava limosa arcillosa	Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
			Gravas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	<b>GW-GM</b>	Grava bien gradada con limo	Granulometría( Cc, Cu) y plasticidad ( Carta de Plasticidad)  Símbolo dual	
		<b>GW-GC</b>		Grava bien gradada con arcilla			
		<b>GP-GM</b>		Grava pobremente gradada con limo			
	<b>GP-GC</b>	Grava pobremente gradada con arcilla					
	<b>ARENAS</b> (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz No 4)  <b>≥50% F.G. Pasa Tamiz N° 4</b>	Arenas Limpias (poco o ningún fino)	<b>SW</b>	Arena bien gradada	solo Granulometría	Cu > 6 y 1 < Cc < 3	
			<b>SP</b>	Arena pobremente gradada		Cu < 6 y/ó 1 > Cc > 3	
		Arenas con finos (mas de 12% de finos)	<b>SM</b>	Arena limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			<b>SC</b>	Arena arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			<b>SC-SM</b>	Arena limosa arcillosa	Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
Arenas con 5 a 12 % de finos (símbolo dual)		<b>SW-SM</b>	Arena bien gradada con limo	Granulometría( Cc, Cu) y plasticidad ( Carta de Plasticidad)  Símbolo dual			
		<b>SW-SC</b>	Arena bien gradada con arcilla				
		<b>SP-SM</b>	Arena pobremente gradada con limo				
	<b>SP-SC</b>	Arena pobremente gradada con arcilla					
<b>SUELOS DE GRANO FINO</b> (50 % ó mas pasa el tamiz No 200)  <b>≥50% Pasa N° 200</b>	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido < 50%	<b>CL</b>	Arcilla de baja plasticidad	IP >7 y cae en ó sobre la línea A			
		<b>ML</b>	Limo	IP < 4 ó cae bajo la línea A			
		<b>CL-ML</b>	Arcilla limosa	4 ≤ IP ≤ 7, Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML).			
		<b>OL</b>	arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : L.L (secado al horno) / L.L (sin secado al horno) < 0.75			
	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido ≥ 50%	<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad	IP cae en ó sobre la línea A			
		<b>MH</b>	Limo elástico	IP cae bajo de la línea A			
		<b>OH</b>	arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : L.L (secado al horno) / L.L (sin secado al horno) < 0.75			
Suelos altamente orgánicos		<b>Pt</b>	Turba	Patrón principal de identificación: color oscuro a negro, olor orgánico, textura fibrosa a amorfa. No aplican ensayos			

Fuente: (Martinez, 2014)

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Mecánica de suelos**

Se define mecánica de suelos como la implementación de normas y leyes, que interviene tanto en la mecánica e hidráulica, en las partículas desintegradas mecánicamente o descompuestas químicamente de las rocas. Incluye la reacción del suelo cuando está sujeta a cargas, las propiedades físicas del suelo y cómo se implementa tanto lo empírico como lo teórico en problemas prácticos. (Juárez, 1973)

Para lograr que la mecánica de suelos tenga un aporte positivo hacia los problemas de diseños de cimentación, es indispensable tener una buena clasificación del suelo y a su vez una buena recolección de datos o muestreo. (Duque & Escobar, 2002)



Figura 8: Mecánica de Suelos  
Fuente: (Castañeda, 2014)

### **2.3.2. Sondeos mecánicos**

Según la NTP 339.159:2001. Se denomina así a las perforaciones de diámetros y profundidad cambiantes, cuyo fin es identificar la naturaleza y ubicación de los niveles geotécnicos existentes del terreno evaluado

para ello es vital obtener muestras inalteradas a profundidades cambiantes. (Cotrina, 2017)



Figura 9: Sondeos estudio de suelos  
Fuente: (Cotrina, 2017)



Figura 10: Muestras recolectadas del sondeo  
Fuente: (Cotrina, 2017)

### 2.3.3. Ensayo de Penetración Dinámica Ligera (DPL)

Según la NTP 339.159:2001. El equipo para realizar dicho ensayo debe contar con un martillo que pesa 10 kg, varillas de acero que deben estar

marcadas cada 10 cm, cabezales, barras para levantar el martillo y una punta cónica. Este ensayo nos ayuda a determinar la resistencia del suelo in-situ, mediante la correlación de los Número de golpes generados tras penetrar cada 10 cm de las varillas de acero. Se debe realizar lo más horizontal posible para obtener mejores resultados. (Cotrina, 2017)

#### 2.3.4. Ensayo de Corte Directo

Según la NTP 339.171:2002. Este ensayo se efectúa para conocer la fuerza normal y la fuerza cortante del suelo, lo cual se puede llegar a calcular la resistencia o fuerza del terreno. Se elaboran para conocer la capacidad portante y solucionar problemas de estabilidad de taludes en el desarrollo de carreteras. Para la elaboración de este ensayo se debe contar con el equipo y caja de corte, cucharones, bandeja, balanzas electrónicas con precisión del 0.01 g. (Cotrina, 2017)

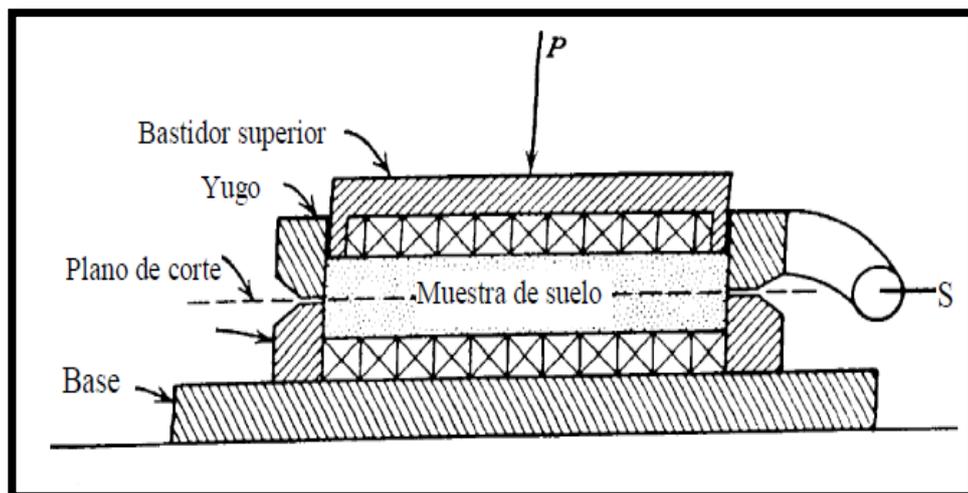


Figura 11: Aparato de Corte Directo  
Fuente: (Duque & Escobar, 2002)

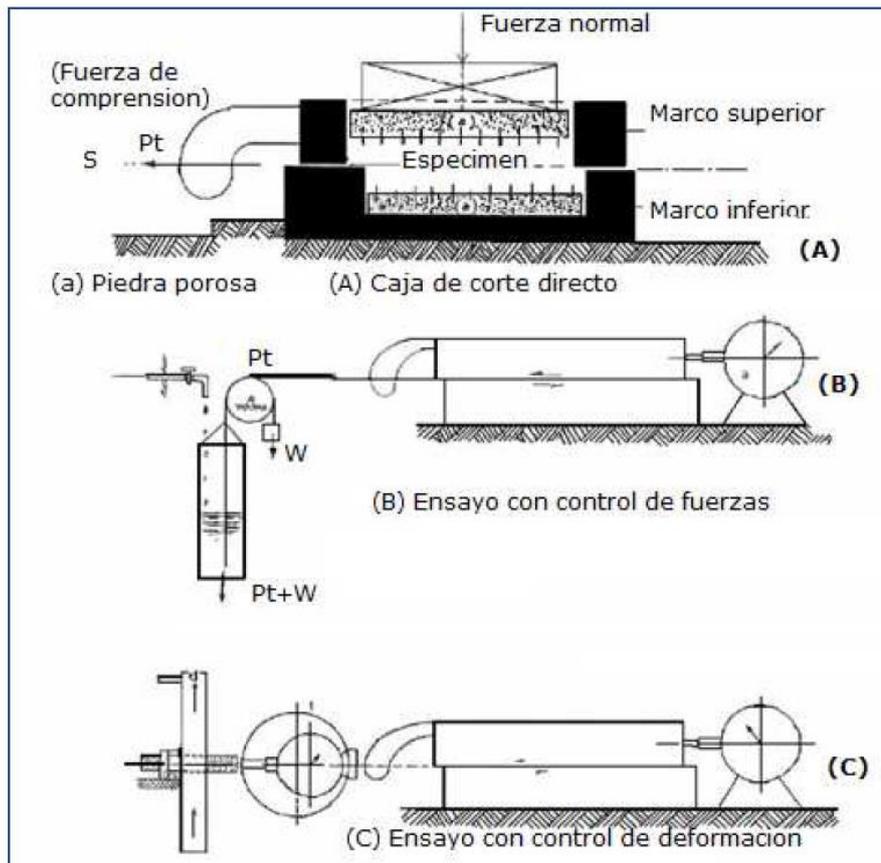


Figura 12: Dispositivo para el Ensayo de Corte Directo  
Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2016)

Tabla 8: Comparación entre ensayo de DPL y Corte Directo

CORTE DIRECTO	DPL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza en un laboratorio de mecánica de suelos</li> <li>• Extracción de muestras en campo, mediante calicatas</li> <li>• Calcula los parámetros geo mecánicos de los suelos (<math>c</math> y <math>\phi</math>)</li> <li>• Aplicable para suelos en general</li> <li>• Tiene como finalidad calcular la capacidad portante del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza en campo</li> <li>• La toma de datos es mediante la auscultación y sondeo</li> <li>• Calcula los parámetros geo mecánicos de los suelos (<math>c</math> y <math>\phi</math>)</li> <li>• Aplicable para suelos SP, SW y SM (con limos no plásticos)</li> <li>• Tiene como finalidad calcular la capacidad portante del suelo y perfil estratigráfico</li> </ul>

Fuente: (Cotrina, 2017)

### 2.3.5. Calicatas

Se denomina a las distintas formas de excavaciones como por ejemplo: zanjas, pozos a cielo abierto, entre otros. Estas excavaciones nos facilitan la examinación directa del suelo y también permite la toma de las muestras alteradas e inalteradas. (Cotrina, 2017)



Figura 13: Calicata a Cielo Abierto  
Fuente: Elaboración propia

### 2.3.6. Granulometría

La función del ensayo de granulometría es separar las partículas de los suelos según sus diferentes dimensiones y a su vez determinar la porción de cada una. Se clasifican según su porcentaje en: Gravitas, arenas, arcillas o Limo. (NTP 339.128, 1999)



Figura 14: Ensayo de Granulometría  
Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.7. Límites de Atterberg

También llamados límites de consistencia, que son: el límite líquido, límite plástico y límite de contracción. Los cuales te permiten calcular los diversos índices. El más común es el índice de plasticidad, el cual se usa en la carta de plasticidad para encontrar la clasificación del suelo. El aparato o equipo de casagrande es usado para hallar el límite líquido. (NTP 339.129, 1999)



Figura 15: Ensayo de Límite Líquido  
Fuente: (Castañeda, 2014)

### 2.3.8. Contenido de Humedad

Se expresa como un porcentaje de la relación que existe entre el peso del agua en una porción de muestra, con el peso de las partículas sólidas (NTP 339.127, 1999)

### 2.3.9. Mapas geotécnicos

Se denomina así a un plano en el cual está delimitado por unidades geotécnicas y éstas a su vez cuentan con información como las propiedades físicas y mecánicas de los suelos por cada unidad geotécnica. El cual aporta mucho a los ingenieros diseñadores de las construcciones, así podrán predecir la conducta del suelo. La información brindada en estos mapas se basa en los objetivos de la investigación. (Bravo & Zéqueda, 2015)

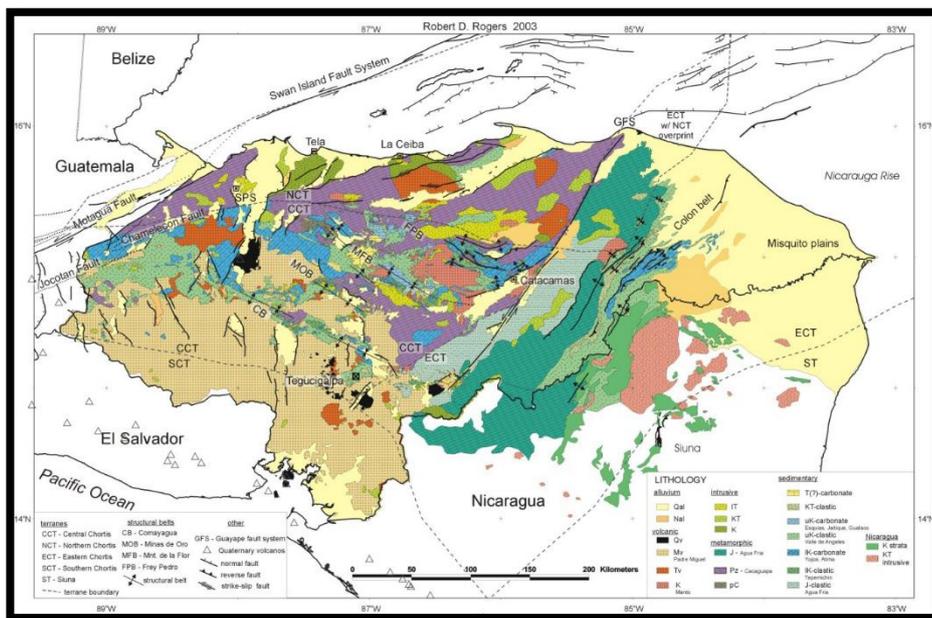


Figura 16: Mapa geotécnico  
Fuente: (Ramos, 2013)

### 2.3.10. Ingeniería Geotécnica

Es una de las diversas ramas de la Ingeniería civil que se dedica a indagar las propiedades de todos los materiales ubicados en la superficie terrestre. Tanto como propiedades físicas, mecánicas, entre otros. Estos

estudios realizados por los ingenieros geotécnicos, colaboran con un diseño de cimentación de cualquier tipo de construcción. (Terzagui, 1973)

#### **2.3.11. Unidad Geotécnica**

Son capas superpuestas que almacenan las partículas de un suelo o terreno con características de similar grado de homogeneidad que se relaciona con el origen, los materiales que se determinen en la composición, resistencia, entre otros. (Bravo & Zéqueda, 2015)

#### **2.3.12. Cimentación**

Se denomina así a los elementos estructurales que no tienen otra misión que transferir la carga de la construcción a la superficie terrestre, de manera que la presión admisible no sea superado. Se debe tener una relación entre la resistencia del suelo y la carga que éste soportará. Mientras más grande sea el área de contacto, más bajo será la resistencia que proporcionará la edificación. La cimentación no es otra cosa que elementos estructurales, los cuales sostienen a toda la edificación. Hay que tener mucho cuidado a la hora de diseñar, porque la estabilidad de la superestructura está sujeta al tipo de suelo. (Cotrina, 2017)

#### **2.3.13. Resistencia**

Se define como la respuesta que tiene un elemento tras aplicarle diferentes fuerzas externas, como puede ser el corte, compresión o tensión. (Leonards, 1990)

#### **2.3.14. ASTM**

En inglés significa: American Society of Testing Materials. Al traducirlo al español significa: Asociación Americana de Ensayos de Materiales. Es la más grande organización conformada por científicos y técnicos con el fin de establecer normas técnicas de materiales. (Fernández, 2015)

### **2.3.15. NTP**

Sus siglas significan: Norma Técnica Peruana. Disponen variedad de especificaciones para brindar calidad en procesos, servicios y productos. Así como ensayos, toma de muestras, entre otros. (Fernández, 2015)

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El estudio de zonificación de los suelos es información relevante para los fines de cimentaciones superficiales en el sector Pómape, distrito de Monsefú – Chiclayo

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

**H1:** Las propiedades físicas del suelo es información relevante para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo

**H2:** Las propiedades químicas de los suelos es información relevante para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo

**H3:** Las propiedades mecánicas de los suelos es información relevante para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú – Chiclayo

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA**

### **3.1. Diseño Metodológico**

#### **3.1.1. Tipo de la Investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada, porque va a permitir efectuar una evaluación detallada con el objetivo de solucionar un problema, al presentar un estudio de zonificación en el distrito de Monsefú, sector Pómape, donde los pobladores no cuentan con un estudio similar.

#### **3.1.2. Nivel de la Investigación**

El nivel de la investigación es descriptivo, debido a que se va a recolectar datos en base a nuestras dimensiones a investigar, en otras palabras, se va a realizar una descripción detallada de lo que se va a investigar.

#### **3.1.3. Enfoque de la Investigación**

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo debido a que se utiliza la recolección de datos y el análisis de las mismas para responder las preguntas de la investigación y experimentar con las hipótesis. En esta investigación se tomarán datos en campo, se analizarán en el laboratorio mediante los ensayos y se realizará los cálculos correspondientes.

#### **3.1.4. Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que no manipulará la variable dependiente ni independiente y observaremos los fenómenos en su contexto natural para luego analizarlos. Dentro del diseño No experimental esta tesis se encuentra en los diseños Transversales puesto que la toma de datos o muestras se realizará una sola vez. Dentro de los diseños transversales, esta tesis se encuentra en el diseño transversal descriptivo porque brindaremos una descripción detallada de las características del suelo a estudiar, eso lo realizaremos

a través de los diferentes ensayos de laboratorio, cálculos y criterios que se tomarán en recomendaciones de especialistas.

### **3.2. Definición de Variables**

#### **3.2.1. Variable Independiente**

**Estudio de zonificación:** La zonificación geotécnica es una caracterización de los suelos según sus propiedades físicas y propiedades mecánicas. Un estudio de zonificación proporciona las herramientas adecuadas para que se pueda diseñar una cimentación eficiente

#### **3.2.2. Variable Dependiente**

**Cimentación Superficial:** Los estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación son indispensables para la elaboración de algún diseño estructural, puesto que se debe conocer todas las características del suelo en la cual se tiene que apoyar las cimentaciones superficiales. La fuerza que ejerce la estructura hacia el suelo, no puede ser mayor que la que soporta dicho suelo

### 3.3. Operacionalización de Variables

Tabla 9: Operacionalización de Variables: Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN	La zonificación geotécnica de los suelos es una caracterización de los suelos según sus propiedades físicas y mecánicas. Un estudio de zonificación proporciona las herramientas adecuadas para que se pueda diseñar una cimentación eficiente	Será medido a través de la elaboración de un mapa de zonificación, que se realiza por el análisis y los cálculos de los resultados de ensayos de laboratorio.	Propiedades Físicas	Contenido de Humedad
				Análisis Granulométrico
				Límites de Atterberg
			Propiedades Químicas	Contenido de Sales Solubles Totales
Propiedades Mecánicas	Ensayo de Corte Directo			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Operacionalización de Variables: Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
CIMENTACIÓN SUPERFICIAL	Los Estudios de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación son indispensables para la elaboración de algún diseño estructural, puesto que se debe conocer todas las características del suelo en la cual se tiene que apoyar las cimentaciones superficiales. La fuerza que ejerce la estructura hacia el suelo, no puede ser mayor que la que soporta dicho suelo.	Será medido a través de un diseño de cimentación propuesto por un ingeniero especialista que se encargará de analizarlo y calcularlo.	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	TEORÍA DE TERZAGHI

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Población y Muestra

#### 3.4.1. Población

Se considera la población como el área total del distrito de Monsefú el cual vendría ser el total de 4494 hectáreas (44'940,000.00 m<sup>2</sup>).

#### 3.4.2. Muestra

Se ha calculado el Muestreo Aleatorio Simple:

$$n = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Donde:

n = Muestra Óptima

N = Número de la Población

p y q = parámetros estadísticos de la población,  
se asume en 0.5

E = Margen de error, se admitirá el 5% considerado por el  
investigador (0.05)

Z = Nivel de confianza, asumido a un 95% (0.95)

$$n = \frac{42721087.5}{112350.951}$$

$$n = 380.25 \text{ m}^2$$

Para esta investigación, se tomó en consideración un área mayor de la que se calculó. Obteniendo una nueva Muestra de 32,061.00 m<sup>2</sup>, la cual se va a usar en dicha investigación.

$$\mathbf{n_{nuevo} = 32\ 061\ m^2}$$

### 3.4.3. Técnicas e instrumentos de obtención de datos

#### 3.4.3.1. Técnicas de obtención de datos

En la presente investigación para la recolección u obtención de datos se ha realizado técnicas de exploración, ensayos que se realizan in situ y ensayos en laboratorio. Se aplicó las siguientes técnicas y ensayos:

- a) **Pozos o Calicatas a cielo abierto:** Se usaron para tomar datos como la estratigrafía visualmente, sacar muestras para ensayos en laboratorio nombrados a continuación.
- b) **Ensayos de Contenido de Humedad:** Se realiza en base a la normativa NTP 339.127 (ASTM D 2216)
- c) **Ensayos de Análisis Granulométrico de suelos por tamizado:** Se realizó en base a la normativa NTP 339.128.
- d) **Determinación de los límites de consistencia:** Se realizó en base a la normativa NTP 339.129.
- e) **Clasificación Unificada de Suelos (SUCS):** Se realizó en base a la normativa NTP 339 134.
- f) **Ensayo para determinar el contenido de sales solubles:** Se elaboró en base a la normativa NTP 339.152
- g) **Ensayo de Corte Directo:** Se realizó en base a la normativa NTP 339.171.

Esos ensayos o técnicas anteriormente mencionadas, se utilizaron para la obtención de datos

### 3.4.3.2. Instrumentos de obtención de datos

Para la obtención de datos, se utilizaron instrumentos como:

- Tamices de malla cuadrada

Tabla 11: Tamices de malla cuadrada

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: (NTP 339.128, 1999)

- Balanzas con sensibilidad de 0.1 g

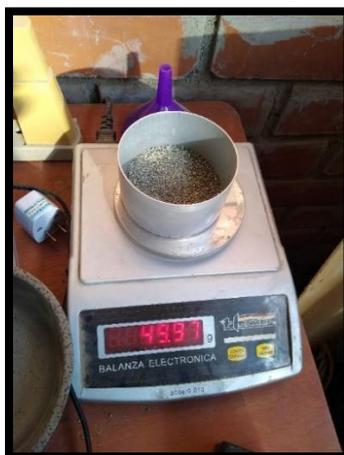


Figura 17: Balanza electrónica  
Fuente: Elaboración propia

- Papel Film



Figura 18: Papel Film  
Fuente: Elaboración propia

- Dispositivo para el ensayo de Corte Directo



Figura 19: Equipo de Corte Directo  
Fuente: Elaboración propia

- Cuaderno de apuntes

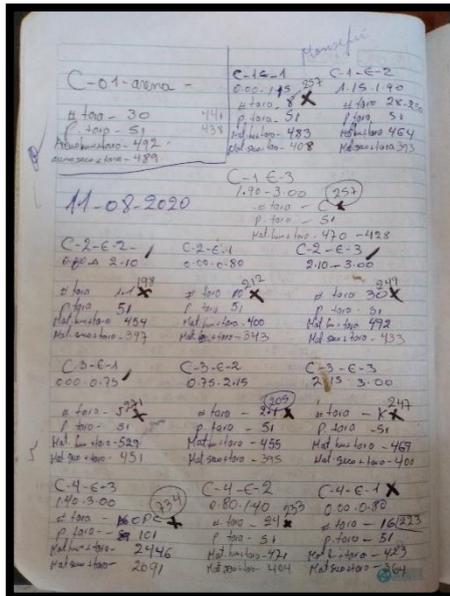


Figura 20: Cuaderno de apuntes  
Fuente: Elaboración propia

### **3.4.4. Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos**

#### **3.4.4.1. Técnicas de procesamiento de datos**

Una vez obtenido los datos, tenemos que procesarlos mediante la implementación de cuadros, en tablas o gráficos y plasmarlos en las ecuaciones para poder llegar a los resultados posteriormente.

Se desarrollará cuadros de las diferentes calicatas realizadas en esta investigación, señalando sus coordenadas, sus dimensiones y sus diferentes resultados.

Se usará las tablas o gráficos como son la carta de plasticidad, curva granulométrica y círculo de Mohr.

Se implementará diversas ecuaciones para cálculos de las diferentes Capacidades Portantes.

#### **3.4.4.2. Instrumentos de procesamiento de datos**

Para el procesamiento de datos, se va a utilizar como instrumentos, los programas como:

- **Word:** Para la realización y desarrollo de la presente tesis
- **Excel:** Para procesar los cuadros, tablas, etc.
- **AutoCAD 2020:** Para la elaboración de los diferentes planos

## CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 Ubicación Geográfica

El departamento de Lambayeque está ubicado al Norte del Perú, el cual cuenta con 3 provincias: Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe. La provincia de Chiclayo cuenta con 20 distritos, uno de ellos es el distrito de Monsefú. Dicho distrito es el que cuenta con mayor índice de pobreza. Ubicado a 13 km del distrito de Chiclayo.

El área de estudio se encuentra en un sector llamado Pómape, perteneciente al plano de expansión urbana elaborado por el distrito de Monsefú. Teniendo proyectos de urbanización, construcción de un cementerio, centros recreativos, entre otros.

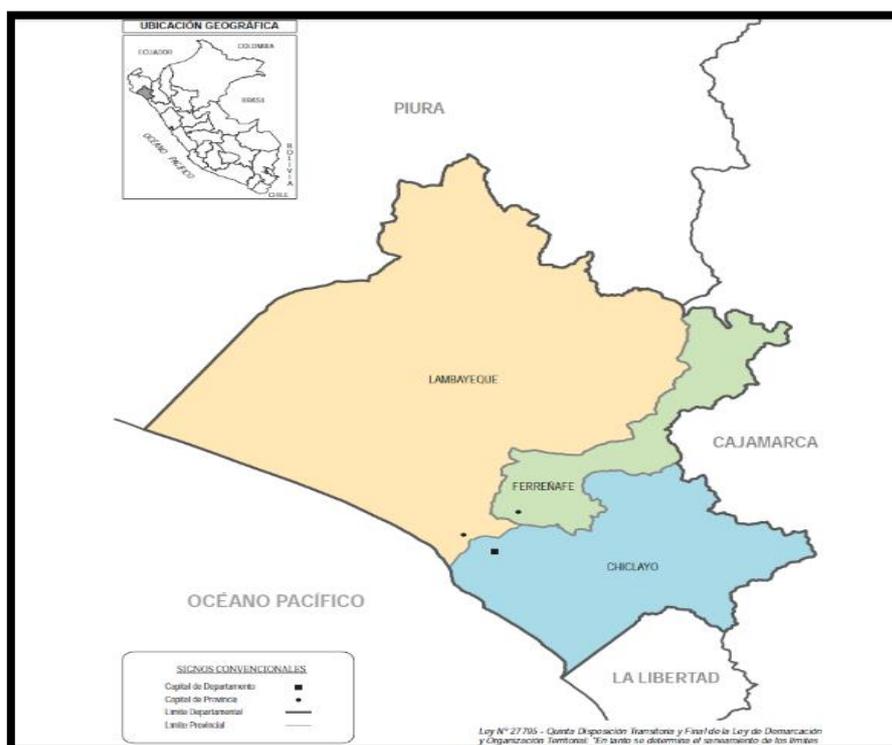


Figura 21: Mapa del departamento de Lambayeque  
Fuente: (INEI, 2018)

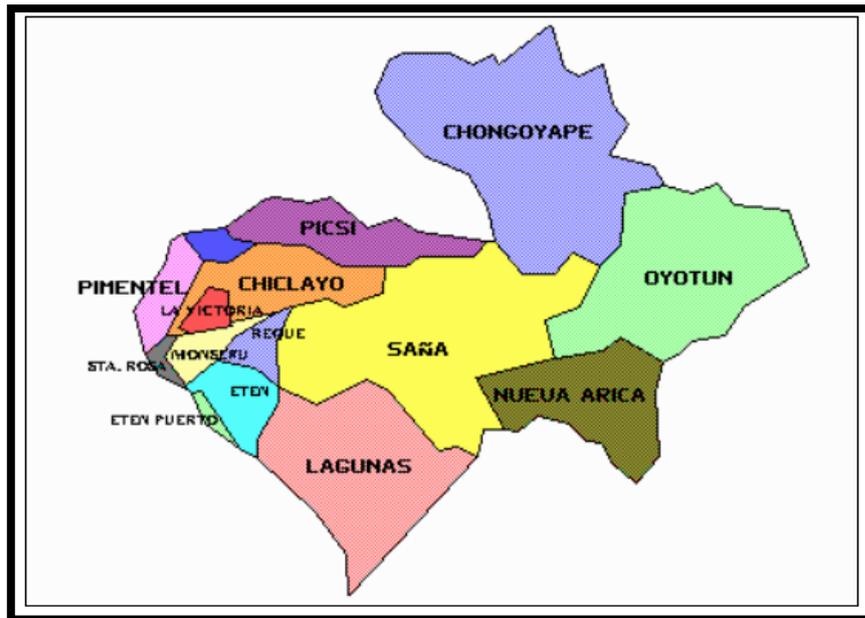


Figura 22: Mapa de la Provincia de Chiclayo  
Fuente: (INEI, 2018)



Figura 23: Área de estudio  
Fuente: Elaboración propia

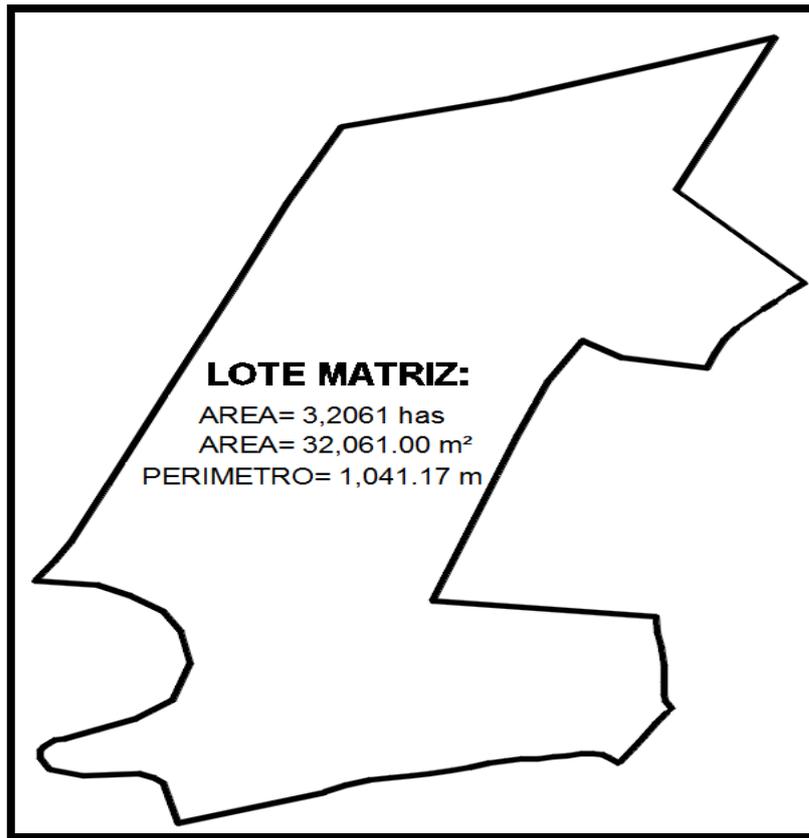


Figura 24: Plano del área de estudio  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 Objetivos

Tiene como objetivo zonificar los suelos del sector Pómape, ubicado en el distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, mediante los resultados del ensayo de corte directo, así como los ensayos de laboratorio para determinar sus características físicas, químicas y mecánicas del suelo. Las conclusiones y recomendaciones se podrán tomar en cuenta para las futuras construcciones.

#### 4.3 Ubicación de Puntos de estudio

Luego de tener claro los objetivos, se tiene que ubicar los puntos en los cuales se harán la toma de datos. Para esta investigación se requiere varios puntos de estudio, como son las calicatas o pozos a cielo abierto.

### 4.3.1. Calicatas

En esta investigación, se elaboraron 06 calicatas o pozos a cielo abierto con la ayuda de una retroexcavadora. Los puntos de calicatas fueron distribuidos de acuerdo al área de estudio o muestra. Como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 12: Puntos de Calicatas

CALICATA	COORD. PSAD 56	
	ESTE (m)	Norte (m)
1	626702.16	9243090.03
2	626631.89	9243073.45
3	626625.94	9243146.41
4	626676.76	9243199.33
5	626736.27	9243246.79
6	626673.18	9243266.83

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 12, se encuentra ubicado el número de calicatas las cuales fueron ubicadas con la ayuda de un GPS, el cual dio como resultado las coordenadas en PSD 56 de cada calicata.



Figura 25: Ubicación y señalización de la calicata N°1  
Fuente: Elaboración propia



Figura 26: Ubicación y señalización de la calicata N°4  
Fuente: Elaboración propia

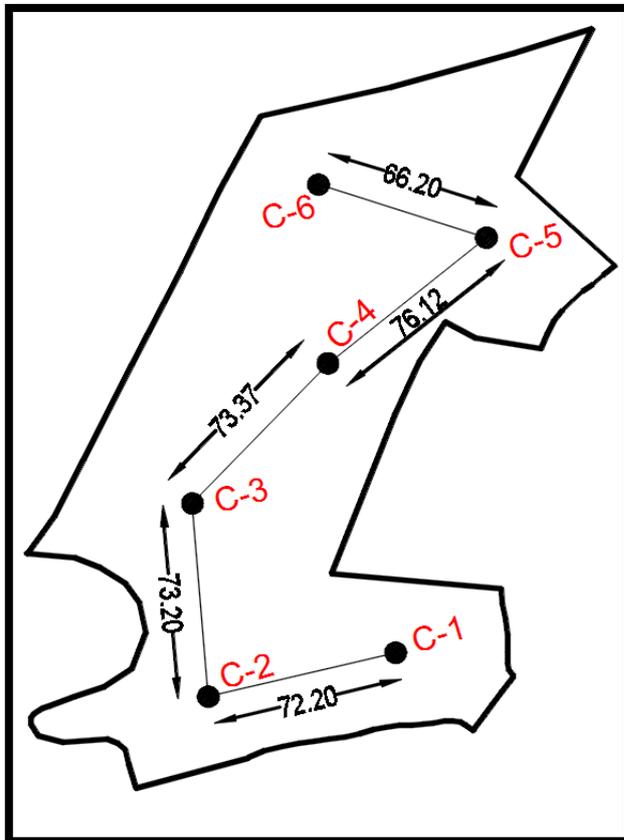


Figura 27: Puntos de calicatas  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Estratos

Una vez determinado los puntos de estudio, se realizó las calicatas o pozos a cielo abierto con la ayuda de una retroexcavadora contratada por el tesista.



Figura 28: Excavación con retroexcavadora  
Fuente: Elaboración propia



Figura 29: Verificación de la profundidad de las calicatas  
Fuente: Elaboración propia

El número de estratos se determinó a partir de la observación y análisis del encargado de la investigación. En cada calicata se observó y determinó el número de estratos que se detallará en la siguiente tabla:

Tabla 13: Número de Estratos por calicata

<b>Calicatas</b>	<b>N° de Estratos</b>
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3

Fuente: Elaboración propia

Como vemos en la Tabla 13, se detalla el número de calicata con su respectivo Número de Estratos, en este caso se determinó 3 estratos por cada calicata, para más detalle del perfil estratigráfico, véase en los Anexos.

#### **4.5. Ensayos elaborados**

Luego de determinar los números de estratos, se realizó la extracción de muestra según el número de estratos, con los cuales se elaboraron una serie de ensayos.



Figura 30: Recolección de muestras  
Fuente: Elaboración propia

En la presente investigación se elaboraron ensayos en laboratorio, todas con la ayuda y asesoría de un ingeniero y técnico laboratorista. En el desarrollo de todos los ensayos se tomaron en cuenta las normas nacionales vigentes. Se describirán a continuación los diferentes ensayos elaborados:

#### **4.5.1. Método de ensayo para determinar el Contenido de Humedad (Norma NTP 339.127:1998)**

##### **Muestreo**

Para el ensayo de Contenido de Humedad, se usó el material muestreado en campo. La muestra usada fue alterada, se embolsó en un empaque plástico.



Figura 31: Muestreando los estratos  
Fuente: Elaboración propia

Una vez embolsadas todas las muestras, se llevaron a laboratorio para la elaboración del ensayo de Contenido de Humedad.



Figura 32: Transporte de las muestras  
Fuente: Elaboración propia

### **Elaboración del Ensayo**

Para comenzar, se utilizó el método de cuarteo, un método sencillo y rápido para la selección de la muestra. Posteriormente se colocó la muestra seleccionada en una tara, se pesó la tara sola y la tara con la muestra.



Figura 33: Cuarteo de la muestra  
Fuente: Elaboración propia

Luego de tener las muestras pesadas en sus taras, se dejó en un horno eléctrico para su secado correspondiente durante 24 horas.



Figura 34: Secado de la muestra  
Fuente: Elaboración propia

Después de 24 horas, se retiran las muestras del horno y se corresponde a pesar las muestras secas para ver la variación del peso (Muestra Húmeda – Muestra Seca)



Figura 35: Muestra seca  
Fuente: Elaboración propia

Para realizar los cálculos se tuvo como ejemplo la Muestra M-1 de la calicata C-1 que se encuentra a una profundidad entre 0.00 y 1.15. Se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 14: Datos de M-1 C-1

Peso de tarro	51 gr
Peso de Tarro + suelo húmedo	483 gr
Peso de Tarro + suelo seco	408 gr
Peso del Agua	75 gr

Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se tuvo todos los datos, se prosiguió a realizar los cálculos correspondientes detallados a continuación:

$$\%w = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

$$\%w = \frac{75}{408 - 51} \times 100$$

$$\%w = 21.01\%$$

Entonces tenemos que la muestra M-1 C-1, tiene 21.01% de contenido de humedad. Éste procedimiento se aplica para todas las muestras restantes.

#### **4.5.2. Método de Ensayo para análisis granulométrico (Norma: NTP 339.128:1999)**

##### **Muestreo**

Para el muestreo de dicho ensayo, se utilizó la muestra patrón del primer ensayo. Por lo que no se necesitó hacer otro muestreo.

##### **Elaboración del Ensayo**

Para la elaboración de este ensayo, se tomó cada muestra de cada estrato y se puso a secar. Luego se realizó el cuarteo respectivo para la selección de la muestra a ensayar.



Figura 36: Cuarteo de muestra para granulometría  
Fuente: Elaboración propia

La muestra a ensayar se saturó para su respectiva lavada, rescatando todo lo que se retiene por la malla #200.



Figura 37: Lavado de muestra por tamiz N°200  
Fuente: Elaboración propia

Una vez lavada la muestra, se dejó secar en el horno para mayor rapidez de secado. Luego de tener seca la muestra se pesó y se comenzó a hacer el tamizado respectivo.



Figura 38: Secado de muestra en horno  
Fuente: Elaboración propia

Para el tamizado, se vertió la muestra por los tamices y se comenzó a zarandear. Después se retira cada tamiz para colocar todo lo que retiene

dicho tamiz y pesarlo. Esa acción se repitió hasta determinar el peso de lo que se retuvo en el último tamiz y el fondo.



Figura 39: Tamizado de las muestras  
Fuente: Elaboración propia



Figura 40: Separación de tamices  
Fuente: Elaboración propia

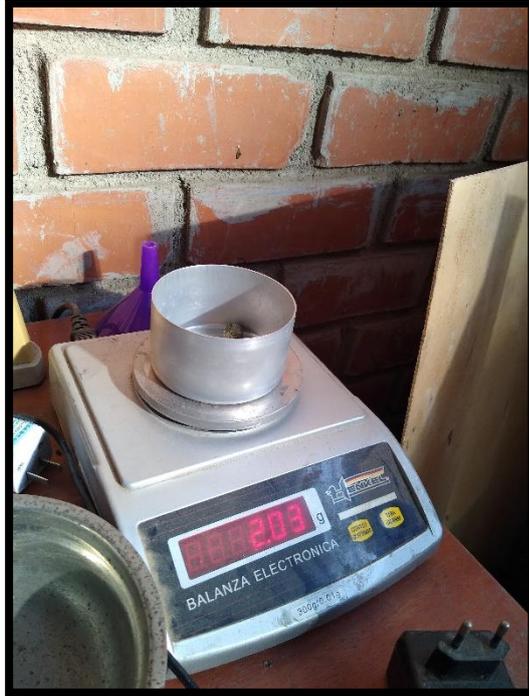


Figura 41: Pesaje de lo retenido en cada tamiz  
Fuente: Elaboración propia

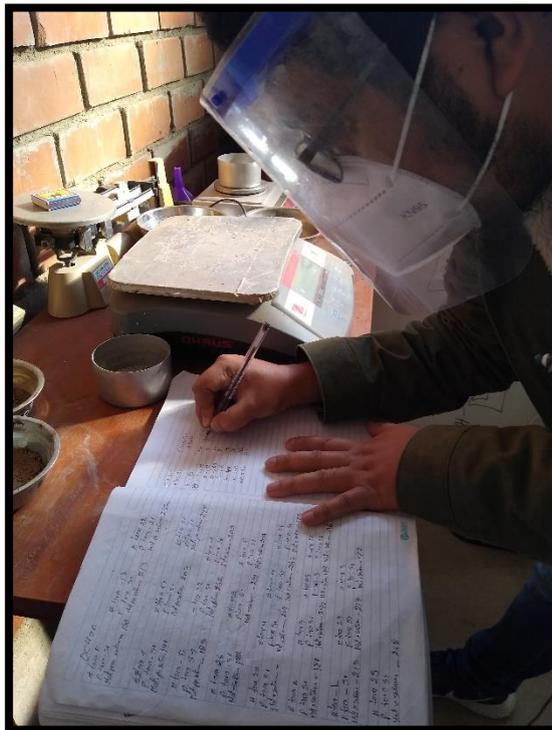


Figura 42: Toma de datos obtenidos por pesaje  
Fuente: Elaboración propia

Después de tener los pesos retenidos de cada muestra, se procedió a realizar los cálculos detallados en un ejemplo de una muestra realizada:

Teniendo los Pesos Retenidos de la muestra M-1 C-1, se pesó la muestra total a tamizar, el cual nos dio 257 g.

***Peso total = 257.00 g***

Tabla 15: Pesos Retenidos M-1 C-1

TAMICES		PESO RETENIDO
(Pul)	(mm)	
Nº4	4.750	0.00
Nº10	2.000	1.92
Nº20	0.850	2.71
N40	0.425	2.92
Nº60	0.250	5.35
Nº140	0.106	30.33
Nº200	0.075	7.70
< Nº 200	FONDO	206.07

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede visualizar los tamices, sus aberturas y sus pesos retenidos correspondientes.

### **Cálculos**

Para los temas de cálculos, se tomó como ejemplo los datos del tamiz Nº10.

Se calculó el %Retenido Parcial haciendo la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Retendio Parcial} = \frac{\text{Peso Retenido}}{\text{Peso total}} \times 100$$

$$\% \text{ Retendio Parcial} = \frac{1.92}{257} \times 100$$

$$\% \text{ Retendio Parcial} = 0.7 \%$$

Posteriormente se calcula el %Retenido Acumulado, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ret. Acumulado}_{N^{\circ}10} = \% \text{ Ret. Acumulado}_{N^{\circ}4} + \% \text{ Ret. Parcial}_{N^{\circ}10}$$

$$\% \text{ Retendio Acumulado}_{N^{\circ}10} = 0 + 0.70$$

$$\% \text{ Retendio Acumulado}_{N^{\circ}10} = 0.70\%$$

Por último, se determinó el %Que Pasa de cada tamiz, el cual se halló con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Que Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

$$\% \text{ Que Pasa} = 100 - 0.70$$

$$\% \text{ Que Pasa} = 99.3\%$$

Una vez calculado, se colocaron en una tabla todos los datos. A continuación se adjuntará una tabla de la Muestra M-1 C-1.

Tabla 16: Análisis Granulométrico

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pul)	(mm)				
Nº4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.0
Nº10	2.000	1.92	0.7	0.7	99.3
Nº20	0.850	2.71	1.1	1.8	98.2
N40	0.425	2.92	1.1	2.9	97.1
Nº60	0.250	5.35	2.1	5.0	95.0
Nº140	0.106	30.33	11.8	16.8	83.2
Nº200	0.075	7.70	3.0	19.8	80.2
< Nº 200	FONDO	206.07	80.2	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro, se colocan todo lo calculado anteriormente, así se desarrolló las demás muestras.

Luego de tener todos los resultados, se procedió a realizar una gráfica llamada Curva Granulométrica, el cual se elaboró con el %Que Pasa, y la abertura de la malla o tamiz. Así como se adjunta a continuación:

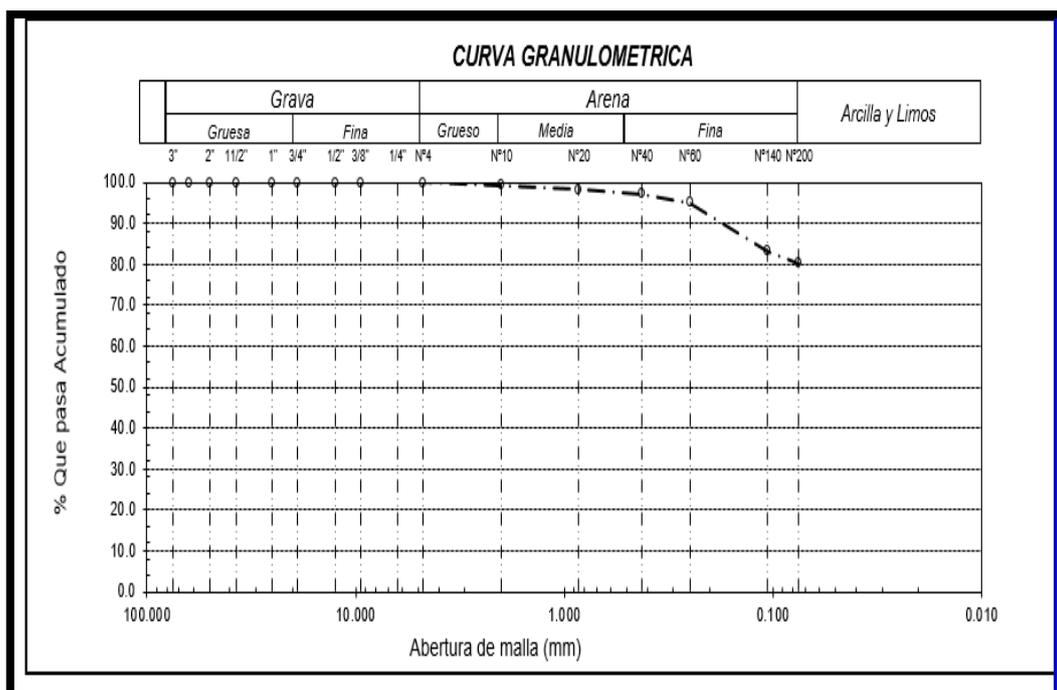


Figura 43: Curva Granulométrica para M-1 C-1  
Fuente: Elaboración propia

De esa manera se realiza las gráficas de cada muestra, teniendo como resultado una curva granulométrica por cada muestra ensayada.

#### 4.5.3. Método de Ensayo para determinar límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (Norma: NTP 339.129:1999)

##### 4.5.3.1. Ensayo de Límite Líquido

###### Muestreo

Para la elaboración de este ensayo, se realizó un cuarteo de la muestra para su selección de muestra a ensayar.



Figura 44: Cuarteo de muestra para cálculo de Límites  
Fuente: Elaboración propia

### **Elaboración del Ensayo**

Una vez seleccionada la muestra a ensayar, se tomó la muestra y se tamizó por la malla N°40, desechando lo que retiene dicha malla, y rescatando lo que pasa.



Figura 45: Tamizado por la malla N°40  
Fuente: Elaboración propia

Luego de tamizarlo y pesarlo, se mezcló con agua destilada, se vertió de a pocos, hasta conseguir una uniformidad en el suelo, tiene que llegar a un término medio, en la cual se pueda trabajar el suelo.



Figura 46: Colocación de agua destilada  
Fuente: Elaboración propia



Figura 47: Mezcla de la muestra en tara  
Fuente: Elaboración propia

Luego se vació en un vidrio, esparciéndolo y mezclándolo con la ayuda de una espátula para lograr la uniformidad.



Figura 48: Mezcla de la muestra en vidrio  
Fuente: Elaboración propia

Una vez se obtuvo un suelo uniforme, se colocó en la copa de Casagrande y se aplanó con la espátula para eliminar vacíos o partículas de aire.

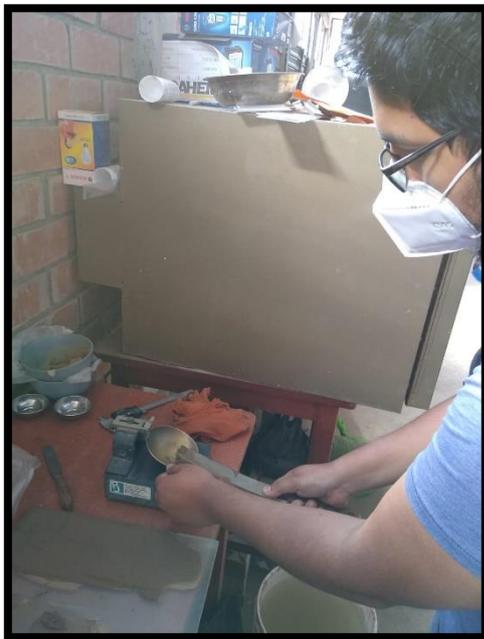


Figura 49: Colocación de muestra  
Fuente: Elaboración propia



Figura 50: Apisonamiento de la muestra  
Fuente: Elaboración propia

Una vez la muestra se encuentre en la copa de Casagrande, se realiza una ranura con un acanalador. Esta ranura debe ser uniforme, por lo que el acanalador estuvo siempre perpendicular a la copa.



Figura 51: Acanaladores para la copa de Casagrande  
Fuente: Elaboración propia



Figura 52: Ranurado de la muestra a ensayar  
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente de separar la muestra con el acanalador, se prosiguió a realizar el ensayo, golpeando la copa con la base del aparato, generando golpes. El número de golpes debe estar en el rango de 15 a 35 golpes hasta que las 2 partes de la muestra se unan bien por lo menos  $\frac{1}{2}$  pulgada de longitud.



Figura 53: Realizando los golpes  
Fuente: Elaboración propia



Figura 54: Unión de la muestra luego de los golpes  
Fuente: Elaboración propia

Una vez se visualizó el choque de las 2 partes de la muestra, se corroboró que la base de la muestra también esté junto, con la ayuda de una espátula apartando la parte superior de las muestras juntadas y se cercioró que la parte inferior también estaba junto.



Figura 55: Comprobación de la unión  
Fuente: Elaboración propia

Luego de tener la certeza que se realizó bien el ensayo, se tomó la parte del centro de la muestra ensayada para su respectivo pesaje y secado en un horno eléctrico.



Figura 56: Toma de muestra del ensayo de Casagrande  
Fuente: Elaboración propia



Figura 57: Secado de la muestra  
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente del secado respectivo, se retiran las muestras y se vuelven a pesar, para así poder tener el dato del peso del Tarro + Suelo seco.

### Cálculos

Para los cálculos se utilizará como ejemplo la muestra M-1 C-1. Teniendo como datos lo siguiente:

Tabla 17: Datos de Ensayo Límite Líquido para M-1 C-1

Datos de ensayo.	Límite líquido		
	ovl-08	a-5	c6
N° de tarro	34	25	15
Tarro + suelo húmedo	38.51	36.51	40.71
Tarro + suelo seco	34.27	31.76	36.29
Agua	4.24	4.75	4.42
Peso del tarro	24.96	21.58	27.17
Peso del suelo seco	9.31	10.18	9.12

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla, luego de realizar los 3 ensayos para esa muestra se realizaron sus pesajes respectivos y cálculos como el Peso del Suelo Seco, el cual vendría a ser la diferencia entre el Tarro + suelo seco y el Peso del Tarro.

Se procedió a realizar el Contenido de Humedad de estos especímenes, por lo que para cada muestra ensayada se tuvo que realizar dichas ecuaciones:

Para el espécimen 01:

$$w_1 = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

$$w_1 = \frac{4.24}{9.31} \times 100$$

$$w_1 = 45.54\%$$

Para el espécimen 02:

$$\%w_2 = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

$$\%w_2 = \frac{4.75}{10.18} \times 100$$

$$\%w_2 = \mathbf{46.66\%}$$

Para el espécimen 03:

$$\%w_3 = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

$$\%w_3 = \frac{4.42}{9.12} \times 100$$

$$w_3 = \mathbf{48.46\%}$$

Por lo que en resumen se debe tener una tabla con todos los datos obtenidos, como la que se mostrará a continuación:

Tabla 18: Datos finales del ensayo del Limite Líquido

Datos de ensayo.	Límite líquido		
N° de tarro	ovl-08	a-5	c6
N° de golpes	34	25	15
Tarro + suelo húmedo	38.51	36.51	40.71
Tarro + suelo seco	34.27	31.76	36.29
Agua	4.24	4.75	4.42
Peso del tarro	24.96	21.58	27.17
Peso del suelo seco	9.31	10.18	9.12
Porcentaje de humedad	45.54	46.66	48.46

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido todos los datos, se realizó la Curva de Fluidez, con lo que se ubicó un punto por cada ensayo, teniendo en cuenta su Contenido de Humedad y el N° de Golpes, teniendo un total de 3 puntos, formando una línea recta con esos 3 puntos encontrados. Una vez se ubicó la línea

recta en el plano de la curva de fluidez, se trazó una línea vertical en el Número de golpe 25, cortando a la línea recta elaborada con los 3 puntos de ensayo. El límite líquido corresponde al contenido de humedad ubicado en la intersección de la línea recta con la línea vertical del Número de golpe 25. Véase en la siguiente curva de Fluidez de la muestra M-1 C-1:

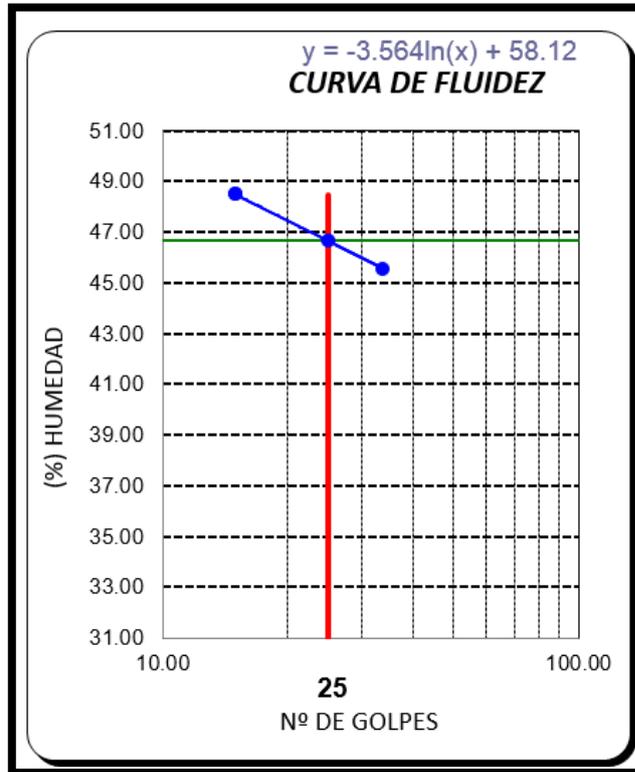


Figura 58: Curva de Fluidez para M-1 C-1  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Curva de Fluidez, se ubicaron los puntos de cada ensayo y se trazó una línea recta el cual se intercepta con la línea del Número de golpe 25. Teniendo como resultado el contenido de Humedad ubicado en la intersección de las 2 líneas rectas. Por lo que se tiene.

$$\%w_{25} = 46.65\%$$

Por lo tanto:

$$LL = 46.65\%$$

#### 4.5.3.2. Ensayo de Límite Plástico

##### Muestreo

Para la elaboración de este ensayo, una vez mezclado el suelo con agua destilada para el ensayo de Límite Líquido, previo a efectuar dicho ensayo, se colocó un poco de muestra esparciéndolo en el vidrio de tal forma que solo quedó una capa pequeña. Se dejó oreando mientras se realiza el ensayo de Límite Líquido.



Figura 59: Capa de muestra para ensayo de Límite Plástico  
Fuente: Elaboración propia

##### Elaboración del Ensayo

Luego de concluir el ensayo del Límite Líquido, con la ayuda de una espátula, se forman rollos pequeños de la muestra para comenzar a enrollar con las manos. Véase en la siguiente imagen:



Figura 60: Enrollado de la muestra  
Fuente: Elaboración propia

El movimiento que se efectuó con la mano, fue constante y sin aplicar mucha fuerza de presión. Este ensayo se efectuó durante no más de 2 minutos enrollando y hasta cuando los rollitos de la muestra presenten fisuras.



Figura 61: Culminación del procedimiento de enrollado  
Fuente: Elaboración propia

Una vez que los rollitos se fisuren y no puedan seguir con el ensayo, se recogieron todas las porciones de la muestra ensayada, se colocaron en una tara para su pesaje y secado en el horno.



Figura 62: Colocación de muestra al horno  
Fuente: Elaboración propia

Luego de tener la muestra seca, se procede a pesar para obtener todos los datos para realizar los cálculos correspondientes.

### Cálculos

Para los cálculos, se usó como ejemplo los datos de la muestra M-1 C-1, detallados a continuación:

Tabla 19: Datos de ensayo de LP, M-1 C-1

Datos de ensayo.	Límite Plástico
N° de tarro	a-10
Tarro + suelo húmedo	28.77
Tarro + suelo seco	28
Agua	0.77
Peso del tarro	23.85
Peso del suelo seco	4.15

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos, se prosiguió a calcular el contenido de humedad de dicha muestra ensayada. Se realizó las ecuaciones descritas a continuación:

$$\%w = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

$$\%w = \frac{0.77}{4.15} \times 100$$

$$\%w = \mathbf{18.55\%}$$

Después de hallar el contenido de humedad de la muestra ensayada, obtenemos el Límite Plástico, ya que el Límite Plástico es el porcentaje de humedad de la muestra ensayada. Por lo tanto:

$$\mathbf{LP = 18.55\%}$$

#### 4.5.3.3. Índice de Plasticidad

Para la determinación del Índice de Plasticidad solo se realizó un cálculo detallado a continuación:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = Índice de Plasticidad

LL = Límite Líquido

LP = Límite Plástico

Para fines de explicación, se realizó un ejemplo en la Muestra M-1 C-1. Por lo tanto tenemos lo siguiente

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 46.65 - 18.55$$

$$IP = 28.09$$

#### 4.5.4. Método para la clasificación de suelos. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). (Norma: NTP 339.134:1999)

##### Elaboración del Método

Para la clasificación de los suelos de este estudio, se tuvo que tener empleado los ensayos de Límites y la Granulometría detallados anteriormente. Una vez determinado, se procedió a analizar los resultados.

Para fines académicos, se tomará como ejemplo la muestra M-1 C-1. Teniendo los siguientes datos:

Tabla 20: Distribución granulométrica de la muestra M-1 C-1

<b>Distribución granulométrica</b>			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G. F %	0.0	
% Arena	A.G %	0.7	19.8
	A.M %	2.2	
	A.F %	16.9	
% Arcilla y Limo		80.2	80.2
<b>Total</b>			100.0

Fuente: Elaboración propia

Como vemos en la tabla, según la norma se colocó las clasificaciones según el análisis granulométrico. Esos datos indican que se encontró un 19.8% de Arenas (0.7% Arena Gruesa, 2.2% Arena Mediana y 16.9% Arena Fina) y 80.2% de Arcillas y Limos. Estos datos nos indicó que nos encontramos en un suelo de granos finos (más del 50% pasó por el tamiz N°200). Por lo que se tuvo que ubicar en la Carta de plasticidad, que con la ayuda del Límite Líquido y el Índice de Plasticidad, nos diera la clasificación de los granos finos. Como se puede ver a continuación:

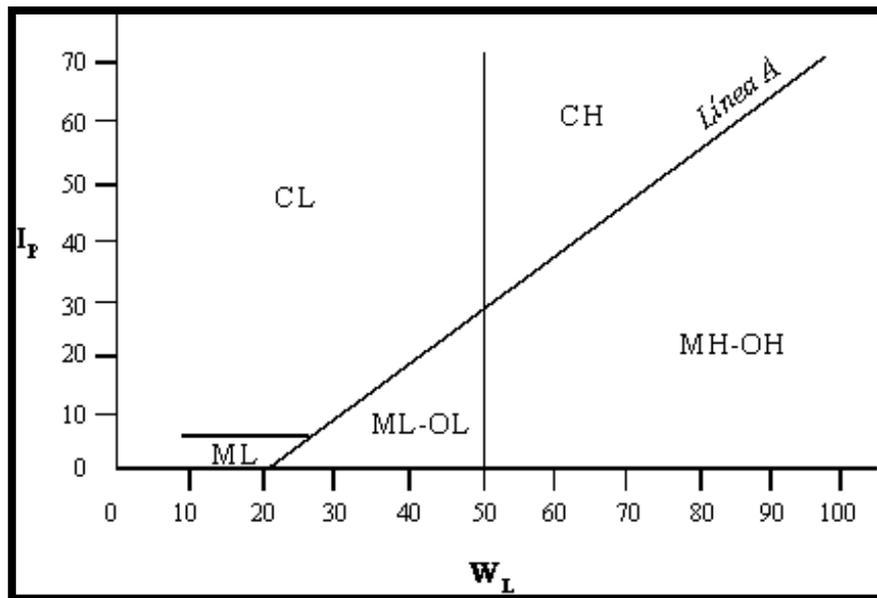


Figura 63: Carta de Plasticidad  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, se forma un punto en donde depende del LL y del IP, se observó que el punto se encuentra en la zona del "CL", que significa Arcilla de Baja Plasticidad. Pero como el suelo cuenta con un 19.8% de Arenas, se le denomina: **Arcilla de baja plasticidad con arena.**

Este procedimiento se aplica en todas las muestras, para así poder determinar la clasificación de todas las muestras y su estratigrafía.

#### 4.5.5. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (Norma: NTP 339.171:2002)

##### Muestreo

Para la elaboración de este ensayo, la muestra a ensayar es una muestra inalterada, por lo que se realizó el muestro diferente en comparación a las muestras requeridas por los anteriores ensayos. La muestra se sacó a tres diferentes alturas, 1.00 m, 1.50 m y 2.00 m.



Figura 64: Excavación con retroexcavadora  
Fuente: Elaboración propia

La maquinaria pesada sacaba bloques grandes de material, este bloque fue seleccionado para luego ser tallado de una forma rápida, retirando partes que se desprendan del bloque requerido.



Figura 65: Tallado de muestra  
Fuente: Elaboración propia

Una vez tallado el bloque de muestra a ensayar, inmediatamente fue embalado con papel Film. Así logramos mantener el contenido de humedad de la muestra y que este no esté en contacto con la intemperie.



Figura 66: Embalado de la muestra tallada  
Fuente: Elaboración propia

Las muestras extraídas para la segunda y tercera altura (1.50 m y 2.00 m), se hizo manualmente, un operario extrajo la muestra de la pared de la calicata, con la ayuda de una escalera e implementos de seguridad.



Figura 67: Extracción de muestras  
Fuente: Elaboración propia

Estas muestras también fueron talladas e inmediatamente fueron embaladas con el Papel Film.



Figura 68: Embalado y etiquetado de la muestra  
Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido todas las muestras inalteradas, fueron llevadas al laboratorio respectivo para su almacenamiento y ordenamiento.



Figura 69: Transporte de las muestras hacia el laboratorio  
Fuente: Elaboración propia

## Elaboración del Ensayo

Para la preparación de la muestra a ensayar, se le quitó de encima el papel Film que envolvía la muestra, y se comenzó a tallar 3 muestras con sus respectivos anillos.



Figura 70: Tallado de muestra para ensayo del Corte Directo  
Fuente: Elaboración propia

Luego de tener las muestras talladas en sus anillos, se procedió a pesar cada anillo con muestra. Se recomienda que la diferencia de peso de cada anillo no debe ser mayor a 3 g. Por lo que se rellenó o quitó muestra para cumplir con ese rango.



Figura 71: Comprobación de pesos de las muestras  
Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los 3 anillos con las muestras, se procedió a ponerle papel filtro en cada lado y atornillas 2 placas de fierro para sumergirlo durante 24 horas. Según su clasificación es la cantidad de horas a dejar sumergir. Véase en la siguiente tabla:

Tabla 21: Tiempo mínimo de reposo según clasificación

Clasificación D2487	Tiempo mínimo de reposo (h)
SW, SP	No requiere
SM	3
SC, ML, CL	18
MH, CH	36

Fuente: (MTC, 2016)



Figura 72: Preparación de muestra a sumergir  
Fuente: Elaboración propia



Figura 73: Muestras sumergidas  
Fuente: Elaboración propia

Pasado las 24 horas de sumergir las muestras, se retiró del agua y se destornilló las placas para volver a pesar las muestras.



Figura 74: Desarmado de las muestras sumergidas  
Fuente: Elaboración propia

Luego de pesarlas, se prosiguió a armar el equipo para el ensayo. Se introdujo la muestra saturada en el equipo para el ensayo respectivo. Se produjo una fuerza normal de 0.5, 1.0 y 1.5. A cada anillo le corresponde una fuerza normal.



Figura 75: Armado de Equipo de Corte Directo  
Fuente: Elaboración propia

Una vez listo el equipo de corte directo, se realizó el ensayo aplicando una fuerza de corte a una velocidad establecida. Con la ayuda de los deformímetros diales se realizó la lectura de las deformaciones y el esfuerzo que genera el ensayo.



Figura 76: Aplicación de la Fuerza Normal  
Fuente: Elaboración propia



Figura 77: Elaboración del Ensayo de Corte Directo  
Fuente: Elaboración propia



Figura 78: Pesado e introducido de la muestra ensayada  
Fuente: Elaboración propia

Luego se sacó las muestras ensayadas para luego dejarlo en el horno y poder sacar el contenido de humedad de dicha muestra.

Todas las lecturas se colocaron en un formato donde se almacena los datos de los 3 anillos de cada muestra. Véase a continuación un ejemplo:

ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO																			
ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS: Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego																			
PROYECTO	"ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO PARA FINES DE CIMENTACIÓN"																		
UBICACIÓN	SECTOR. POMAPE DISTRITO. MONSEFU PROVINCIA. CHICLAYO REGION. LAMBAYEQUE																		
FECHA	22/08/2020																		
CALICATA MUESTRA : C-1 Prof. 1.00 m																			
Número de anillo	5					Número de anillo	1					Número de anillo	3						
Peso de anillo [gr]	8164					Peso de anillo [gr]	80.80					Peso de anillo [gr]	78.10						
Peso anillo+suelo natural [gr]	348.25					Peso anillo+suelo natural [gr]	343.25					Peso anillo+suelo natural [gr]	350.21						
Peso anillo+suelo saturado [gr]	351.24					Peso anillo+suelo saturado [gr]	352.64					Peso anillo+suelo saturado [gr]	353.86						
Peso suelo seco [gr]	220.25					Peso suelo seco [gr]	222.12					Peso suelo seco [gr]	223.62						
Humedad natural [%]	21.05					Humedad natural [%]	20.88					Humedad natural [%]	21.68						
Humedad saturada [%]	22.41					Humedad saturada [%]	22.38					Humedad saturada [%]	23.32						
Área de anillo [cm <sup>2</sup> ]	40.00					Área de anillo [cm <sup>2</sup> ]	40.00					Área de anillo [cm <sup>2</sup> ]	40.00						
Volumen de anillo [cm <sup>3</sup> ]	140.00					Volumen de anillo [cm <sup>3</sup> ]	140.00					Volumen de anillo [cm <sup>3</sup> ]	140.00						
Densidad húmeda [g/cm <sup>3</sup> ]	1.904					Densidad húmeda [g/cm <sup>3</sup> ]	1.918					Densidad húmeda [g/cm <sup>3</sup> ]	1.944						
Densidad saturada [g/cm <sup>3</sup> ]	1.926					Densidad saturada [g/cm <sup>3</sup> ]	1.942					Densidad saturada [g/cm <sup>3</sup> ]	1.970						
Densidad seca [g/cm <sup>3</sup> ]	1.573					Densidad seca [g/cm <sup>3</sup> ]	1.587					Densidad seca [g/cm <sup>3</sup> ]	1.597						
Esfuerzo aplicado [Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.5					Esfuerzo aplicado [Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.0					Esfuerzo aplicado [Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.5						

TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	τ/σ	TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	τ/σ	TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	τ/σ
00'00"	10.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	00'00"	10.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	00'00"	10.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
15"	9.40	0.600	5.00	12.713	0.318	0.636	15"	9.40	0.600	7.00	17.827	0.446	0.446	15"	9.51	0.490	8.00	20.377	0.509	0.340
30"	8.20	1.800	7.90	20.122	0.503	1.006	30"	8.50	1.500	8.00	20.377	0.509	0.509	30"	8.72	1.280	10.50	26.734	0.668	0.446
45"	7.08	2.920	8.50	21.651	0.541	1.083	45"	7.40	2.600	10.00	25.465	0.637	0.637	45"	7.90	2.100	12.80	32.560	0.814	0.543
01'00"	6.34	3.660	8.70	22.160	0.554	1.108	01'00"	6.45	3.550	10.50	26.734	0.668	0.668	01'00"	6.95	3.050	13.00	33.065	0.827	0.551
15'	5.32	4.680	8.80	22.414	0.560	1.121	15'	5.44	4.560	10.50	26.734	0.668	0.668	15'	5.80	4.200	13.00	33.065	0.827	0.551
30'	4.25	5.750	8.80	22.414	0.560	1.121	30'	4.25	5.750	10.30	26.227	0.656	0.656	30'	4.65	5.350	12.80	32.560	0.814	0.543
45'	3.40	6.600	8.70	22.160	0.554	1.108	45'	3.21	6.790	10.20	25.973	0.649	0.649	45'	3.33	6.670	12.70	32.307	0.808	0.538
02'00"	2.00	8.000	8.70	22.160	0.554	1.108	02'00"	2.11	7.890	10.10	25.719	0.643	0.643	02'00"	2.01	7.990	12.60	32.054	0.801	0.534
15'	1.50	8.500	8.50	21.651	0.541	1.083	15'	1.50	8.500	10.00	25.465	0.637	0.637	15'	1.50	8.500	12.50	31.801	0.795	0.530
30'	1.00	9.000	8.40	21.396	0.535	1.070	30'	1.00	9.000	10.00	25.465	0.637	0.637	30'	1.00	9.000	12.00	30.538	0.763	0.509
45'	0.50	9.500	8.30	21.141	0.529	1.057	45'	0.50	9.500	10.00	25.465	0.637	0.637	45'	0.50	9.500	12.00	30.538	0.763	0.509
03'00"	0.00	10.00	8.20	20.887	0.522	1.044	03'00"	0.00	10.00	10.00	25.465	0.637	0.637	03'00"	0.00	10.00	12.00	30.538	0.763	0.509

Figura 79: Datos obtenidos del Ensayo de Corte Directo para la C-1 a la profundidad de 1.00 m  
Fuente: Elaboración propia

Los números de color rojo son los datos obtenidos en el ensayo (para más detalle ver en los Anexos). Luego de completar la tabla o formato del ensayo de corte directo, se procede a realizar la curva Esfuerzo – Deformación de cada anillo. Véase a continuación un ejemplo:

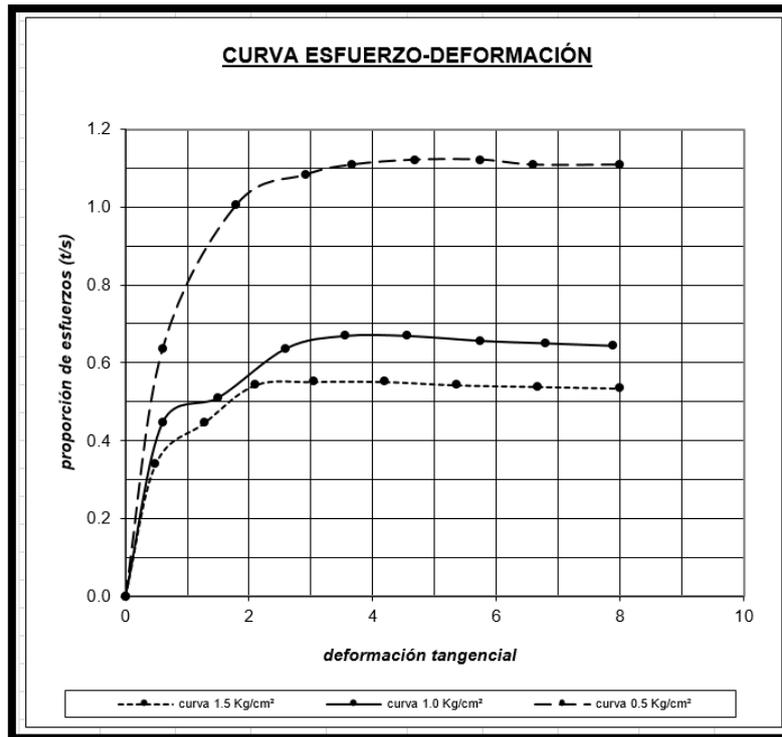


Figura 80: Curva Esfuerzo–Deformación para la C-1 (h=1.0 m)  
Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado la curva, se tiene que elaborar otra gráfica llamada Envolvente de Mohr, en el cual interviene el esfuerzo normal y el esfuerzo de corte. Esta gráfica nos dio 3 puntos en el plano, por lo que se tiene que tratar de unir con una línea recta lo más cercano posible a los 3 puntos. Véase a continuación un ejemplo:

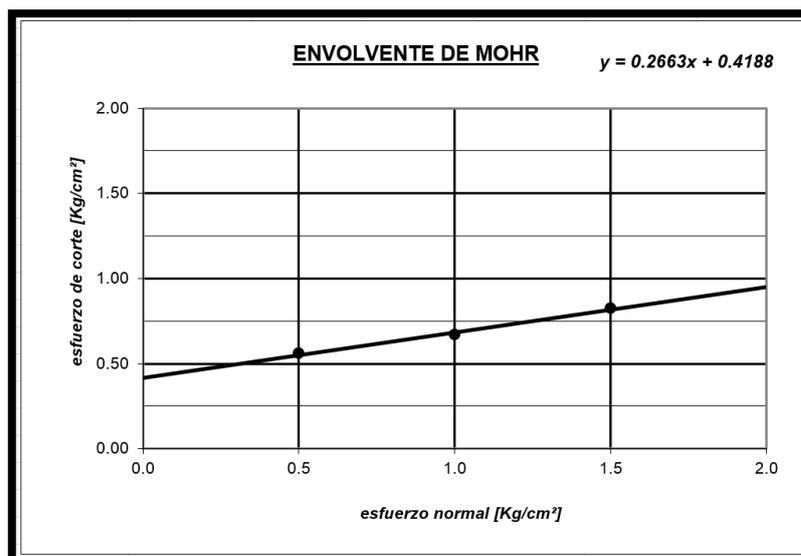


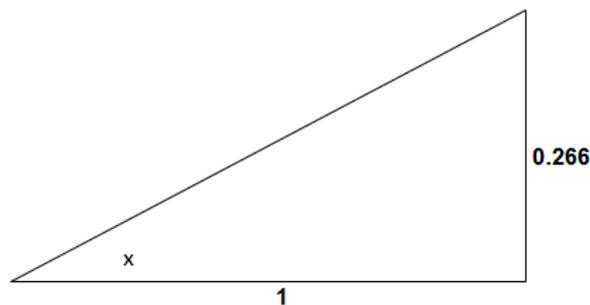
Figura 81: Envolvente de Mohr para C-1 (h=1.0 m)  
Fuente: Elaboración propia

Dicha recta generada por los 3 puntos, se prolongó de tal forma que deba interceptar con el eje de coordenadas.

### **Cálculo del Ángulo de Fricción**

Para el cálculo del ángulo de Fricción, se tiene que determinar el valor de la pendiente de esa recta.

Si se proyecta la recta, se puede llegar a una figura geométrica, un triángulo rectángulo. Teniendo en conocimiento los 2 catetos de dicho triángulo, se puede calcular el ángulo "x" que viene a ser la pendiente de la recta o ángulo de fricción.



Para este caso, se tomó como ejemplo la muestra C-1 ( $h = 1.0$  m). Teniendo esos datos mostrados, se calculó el ángulo "x".

Por lo tanto:

$$x = 14.91^\circ$$

Como resultado tenemos que el ángulo de fricción es **14.91°**.

### **Cálculo de la Cohesión**

Para saber el valor de la Cohesión de la muestra, solo se tiene que determinar a qué altura se intercepta la recta con el eje de las coordenadas de la Envolvente de Mohr. Véase un ejemplo a continuación:

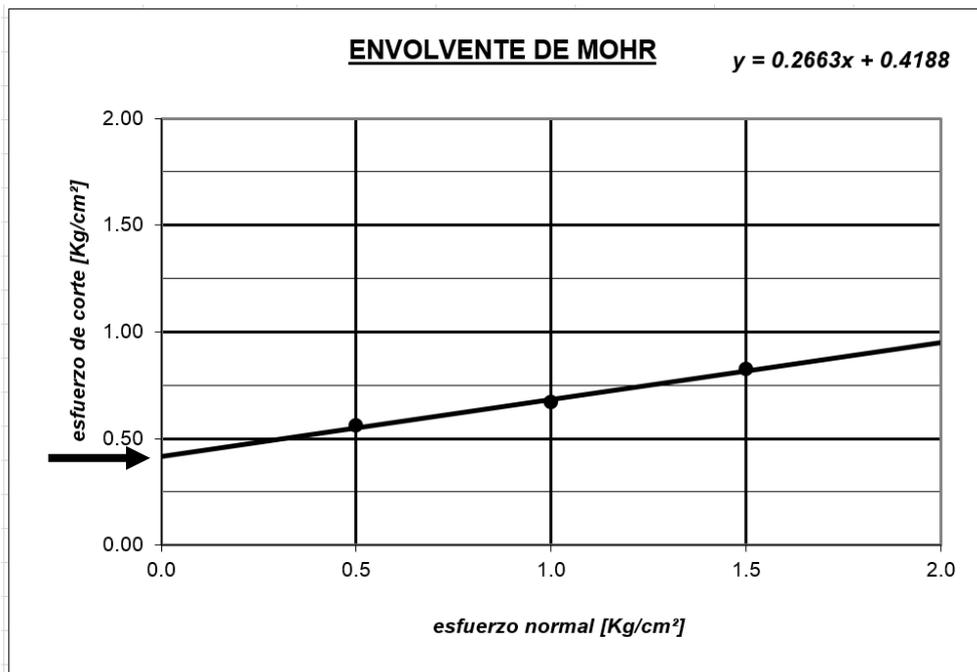


Figura 82: Envolvente de Mohr  
Fuente: Elaboración propia

Como está señalado con la flecha, ese punto en el cual intercepta con el eje de las coordenadas es el valor de la Cohesión.

Por lo tanto:

$$\text{Cohesión} = 0.13 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.5.6. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. (NTP 339.152:2002)

##### Muestreo

Para el muestreo del ensayo para determinar las Sales Solubles Totales (SST), se utilizó la muestra patrón sobrante de los anteriores ensayos realizados. Por lo que no se requirió hacer otro muestreo.



Figura 83: Muestra patrón de C-6, M-3  
Fuente: Elaboración propia

##### Elaboración del Ensayo

Para la elaboración de este ensayo se tomó un porcentaje de la muestra Patrón, se colocó en un recipiente y se realizó el cuarteo para determinar la muestra a ensayar.



Figura 84: Cuarteo de muestra Patrón  
Fuente: Elaboración propia

Luego de determinar la muestra a ensayar, se procedió a su secado con la ayuda de un horno eléctrico a 60°C



Figura 85: Secado de la muestra a ensayar  
Fuente: Elaboración propia

Una vez seca la muestra se prosiguió a tamizar la muestra seca por el tamiz N°10.



Figura 86: Tamizado por la malla N°10  
Fuente: Elaboración propia

Luego de tamizar la muestra, nos quedamos con la muestra que pasa la malla N°10. La muestra se colocó en un recipiente que contenga tapa. Se tuvo que colocar agua destilada en una proporción de 5:1 (Agua destilada – Muestra). Por lo que el peso de la muestra se multiplicó por 5 para calcular la cantidad de agua destilada que se vertió en el recipiente.



Figura 87: Muestras mezcladas con agua destilada  
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente de verter el agua destilada a los frascos, se tuvo que agitar dichos frascos con la mezcla. Los movimientos fueron lo más uniforme posible y por el lapso de una hora. Luego de la agitación, se tuvo que dejar reposar durante una hora como mínimo. Se recomienda dejar reposar hasta que se visualice que la muestra ha logrado asentarse.



Figura 88: Reposo de las muestras  
Fuente: Elaboración propia

Luego de que se asentó las partículas finas se pudo diferenciar el agua destilada que se encuentra en la parte superior y la muestra que se asentó al fondo del recipiente. Se prosiguió a filtrar la solución en una probeta con la ayuda de un papel filtro y un embudo.



Figura 89: Filtrado de solución  
Fuente: Elaboración propia

Una vez filtrado la solución, se determinó el volumen de la solución filtrada mediante la probeta y luego se vertió en un vaso de precipitado. Luego de tener el vaso de precipitado con la solución filtrada, se dejó secar en el horno a una temperatura de 180°C durante 1 hora.



Figura 90: Secado de la solución filtrada  
Fuente: Elaboración propia

Luego de una hora en el horno, se corroboró que todo el líquido se haya evaporado y solo haya quedado las partículas de sales dentro del vaso de precipitado. Se pesó el vaso de precipitado con las partículas de sales dentro. Este proceso se realizó con todas las muestras, se realizaron dos ensayos por cada muestra para poder tener un promedio del resultado.

### **Cálculos**

Para el tema de los cálculos se tomó como ejemplo un la Muestra C-1 M-2. Se obtuvo todos estos datos mencionados y detallados en la siguiente tabla:

Tabla 22: Datos de Ensayo de SST

N°	Calicata	C - 1	
	Muestra	M - 2	
	Profundidad (m)	0.90 -1.80 m	
	Número de beaker	v-2	v-4
1	Relación suelo - agua (1:X)	4	4
2	Peso de beaker (g)	45.680	45.804
3	Peso de beaker + residuo de sales (g)	45.716	45.843
4	Peso de residuo de sales (g)	0.036	0.039
5	Volumen de la solución tomada (ml)	25	25

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido esos datos, se procedió a calcular las sales solubles totales con la siguiente fórmula:

$$\text{Contribuyentes de SST} = \frac{(4) \times 1'000,000}{(5)} \times (1)$$

Donde:

(1) = Relación suelo - agua (1:X)

(4) = Peso de residuo de sales (g)

(5) = Volumen de la solución tomada (ml)

En el caso de este ensayo, se realizaron dos ensayos por cada muestra y al final se sacó un promedio por muestra. Por lo que al reemplazarlo obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$\text{Contribuyentes de SST}_1 = \frac{0.036 \times 1'000,000}{25} \times 4$$

$$\text{Contribuyentes de SST}_1 = 5760 \text{ PPM}$$

$$\text{Contribuyentes de SST}_2 = \frac{0.039 \times 1'000,000}{25} \times 4$$

*Contribuyentes de SST<sub>2</sub> = 6240 PPM*

Como se puede apreciar, tenemos dos resultados que se asemejan, por lo que se elabora un promedio de dichos resultados, el cual se detallará en la siguiente tabla:

Tabla 23: Resultados para C-1 M-2

Calicata	C - 1	
Muestra	M - 2	
Profundidad (m)	0.90 -1.80 m	
Número de beaker	v-2	v-4
Relación suelo - agua (1:X)	4	4
Peso de beaker (g)	45.680	45.804
Peso de beaker + residuo de sales (g)	45.716	45.843
Peso de residuo de sales (g)	0.036	0.039
Volumen de la solución tomada (ml)	25	25
Constituyentes de sales solubles totales (ppm)	5760	6240
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco (%)	0.58	0.62
PROMEDIO (ppm) =	6000	
PROMEDIO (%) =	0.60	

Fuente: Elaboración propia

De esa manera se determinó las SST en la muestra C-1 M-2, por lo que dicho procedimiento se aplicó a todas las muestras restantes, y así determinar el número de SST de cada muestra de cada calicata. De igual manera se clasificó según el Instituto Americano del Concreto (ACI) y según su Conductividad Eléctrica. Se va a considerar para fines de cimentación la clasificación según el ACI.

## CAPÍTULO V. RESULTADOS

### 5.1 Contenido de Humedad

Para este ensayo se obtuvo los resultados de los contenidos de humedades de cada estrato según el número de calicatas y según su profundidad también. Los resultados obtenidos se resumirán en la siguiente tabla:

Tabla 24: Resumen de los resultados del Ensayo de Contenido de Humedad para C-1, C-2 y C-3

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	%w
1	1	0.00 - 0.90	21.01
	2	0.90 - 1.80	20.76
	3	1.80 - 3.00	11.14
2	1	0.00 - 1.10	19.52
	2	1.10 - 1.90	16.47
	3	1.90 - 3.00	15.45
3	1	0.00 - 0.80	17.75
	2	0.80 - 1.60	17.44
	3	1.60 - 3.00	19.77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Resumen de los resultados del Ensayo de Contenido de Humedad para C-4, C-5 y C-6

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	%w
4	1	0.00 - 1.30	18.85
	2	1.30 - 2.00	18.98
	3	2.00 - 3.00	17.84
5	1	0.00 - 1.50	28.27
	2	1.50 - 2.10	25.63
	3	2.10 - 3.00	22.74
6	1	0.00 - 0.90	21.01
	2	0.90 - 2.20	20.67
	3	2.20 - 3.00	22.69

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 24, los suelos tienen una variedad de contenido de humedad que va desde 11.14 (Estrato 3 – Calicata 1) hasta 28.27 (Estrato 1 – Calicata 5). Esto es debido a que la Calicata N°5, se encuentra cerca de tierras de cultivo. Por otro lado, la Calicata N°1, está muy alejado de cualquier tierra de cultivo.

## 5.2 Análisis Granulométrico

Luego de realizar los ensayos de análisis granulométricos para cada estrato de cada calicata, se tuvo el porcentaje retenido para las mallas

N°4 y N°200, así como lo que pasa la N°200. Estos resultados se mostrarán en la siguiente tabla:

Tabla 26: Resultados del Ensayo del Análisis Granulométrico para C-1, C-2 y C-3

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	%Ret. N°4 (Grava)	%Ret. N°200 (Arena)	%Pasa N°200 (Finos)
1	1	0.00 - 0.90	0.00	19.80	80.20
	2	0.90 - 1.80	0.20	28.80	71.00
	3	1.80 - 3.00	17.10	43.90	39.00
2	1	0.00 - 1.00	4.30	24.00	71.70
	2	1.00 - 1.90	0.00	42.80	57.20
	3	1.90 - 3.00	0.90	47.20	51.90
3	1	0.00 - 0.80	0.00	57.20	42.80
	2	0.80 - 1.60	0.20	44.90	54.90
	3	1.60 - 3.00	0.00	59.50	40.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Resultados del Ensayo del Análisis Granulométrico para C-4, C-5 y C-6

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	%Ret. N°4 (Grava)	%Ret. N°200 (Arena)	%Pasa N°200 (Finos)
4	1	0.00 - 1.00	0.00	13.30	86.70
	2	1.00 - 2.00	6.40	42.70	50.90
	3	2.00 - 3.00	9.50	53.80	36.70
5	1	0.00 - 0.70	1.90	12.50	85.60
	2	0.70 - 2.10	0.50	34.60	64.90
	3	2.10 - 3.00	5.20	74.60	20.20
6	1	0.00 - 0.90	2.40	11.40	86.20
	2	0.90 - 2.20	11.00	63.30	35.60
	3	2.20 - 3.00	0.00	52.10	47.90

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las Tablas 25 y 26, se tiene el porcentaje de cada muestra que se encuentra en cada calicata según su profundidad. A simple vista se puede tener claro que predomina el % que Pasa la malla N°200 (Finos). Para tener más claro los datos en forma de gráfica, se elaboró los siguientes gráficos de columnas:

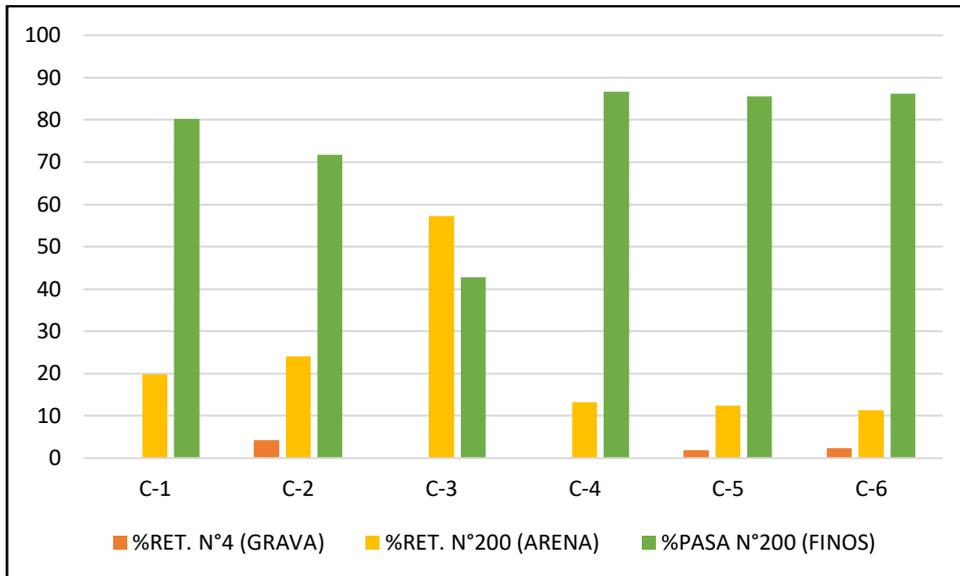


Figura 91: Resultados del Ensayo de Análisis Granulométrico desde 0.00 hasta 1.00 m  
Fuente: Elaboración propia

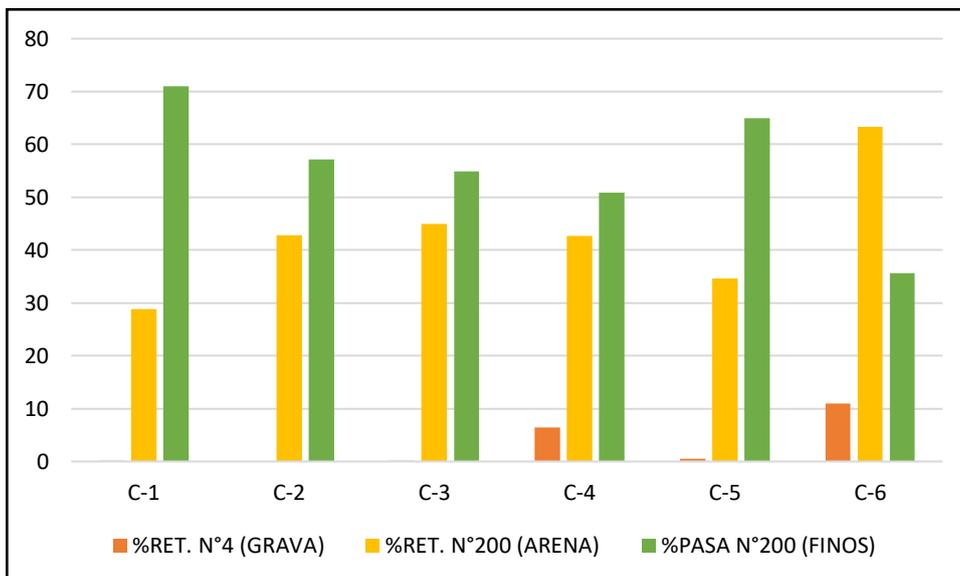


Figura 92: Resultados del Ensayo de Análisis Granulométrico desde 1.00 hasta 2.20 m  
Fuente: Elaboración propia

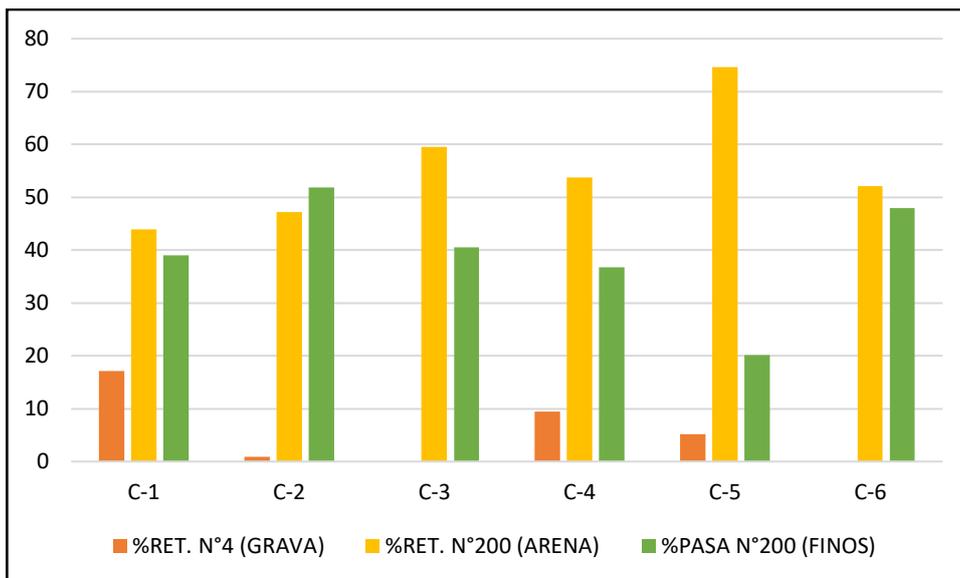


Figura 93: Resultados del Ensayo de Análisis Granulométrico desde 2.20 hasta 3.00 m

Fuente: Elaboración propia

Al observar estos gráficos de columnas, nos damos cuenta que desde 0.00 a 1.00 m, predomina los finos con un promedio de 75.53%, cuenta con arenas en un promedio de 23.03% y con gravas en un promedio de 1.43%. Luego tenemos que desde 1.00 a 2.20 m predomina los finos con un promedio de 55.75%, a su vez cuenta con arenas en un promedio de 42.85% y con gravas en un promedio de 3.05%. Por otro lado tenemos que desde 2.20 a 3.00 m predomina las arenas con un promedio de 55.18%, le sigue los finos con un promedio de 39.37% y también cuenta con gravas con un promedio de 5.45%.

Estos resultados nos muestran que en este caso, los finos se encuentran en la parte más superficial del terreno. Por otro lado, mientras más sea profundo se encontrarán más cantidades de arenas así como gravas pero en menor proporción.

### 5.3 Límites de Atterberg

Una vez realizado todos los ensayos para determinar los Límites Líquidos (LL), Límites Plásticos (LP) e Índices de Plasticidad (IP) de cada muestra encontrada en las calicatas según su profundidad, se ordenaron y resumieron los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 28: Resultados de los Ensayos para determinar el LL, LP e IP para C-1, C-2 y C-3

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
1	1	0.00 - 0.90	46.65	18.55	28.09
	2	0.90 - 1.80	47.09	14.96	32.13
	3	1.80 - 3.00	44.11	15.08	29.03
2	1	0.00 - 1.00	55.56	18.16	37.40
	2	1.00 - 1.90	36.76	13.07	23.69
	3	1.90 - 3.00	36.94	14.58	22.36
3	1	0.00 - 0.80	29.51	13.83	15.68
	2	0.80 - 1.60	42.83	15.33	27.50
	3	1.60 - 3.00	62.57	15.00	47.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Resultados de los Ensayos para determinar el LL, LP e IP para C-4, C-5 y C-6

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
4	1	0.00 - 1.00	61.41	19.56	41.85
	2	1.00 - 2.00	47.38	14.98	32.40
	3	2.00 - 3.00	52.72	18.86	33.86
5	1	0.00 - 0.70	71.27	22.30	48.97
	2	0.70 - 2.10	39.78	15.02	24.76
	3	2.10 - 3.00	38.76	16.81	21.94
6	1	0.00 - 0.90	70.87	22.99	47.88
	2	0.90 - 2.20	41.37	15.12	26.25
	3	2.20 - 3.00	44.69	16.95	27.75

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las Tabla 28 y 29, se resumió los resultados del LL, LP e IP para cada muestra que se encuentra en cada calicata según su profundidad. Los resultados nos muestran que la mayoría de muestras cuentan con un Límite Líquido por menor al 50%, por lo que la mayor parte de muestras serán de baja plasticidad.

## 5.4 Clasificación de los Suelos

Una vez realizado la clasificación de Suelos mediante SUCS a cada muestra de cada calicata según su profundidad. Se elaboró un cuadro de resumen de los resultados obtenidos en cada muestra, el cual se mostrará a continuación:

Tabla 30: Resultados de la Clasificación de Suelos mediante SUCS para C-1, C-2 y C-3

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	Clasificación (SUCS)	DESCRIPCIÓN
1	1	0.00 - 0.90	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
	2	0.90 - 1.80	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
	3	1.80 - 3.00	SC	Arena arcillosa con grava
2	1	0.00 - 1.00	CH	Arcilla de alta plasticidad con arena
	2	1.00 - 1.90	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	3	1.90 - 3.00	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
3	1	0.00 - 0.80	SC	Arena arcillosa
	2	0.80 - 1.60	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	3	1.60 - 3.00	SC	Arena Arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Resultados de la Clasificación de Suelos mediante SUCS para C-4, C-5 y C-6

Calicata	Estrato	Profundidad (m)	Clasificación (SUCS)	DESCRIPCIÓN
4	1	0.00 - 1.00	CH	Arcilla de alta plasticidad
	2	1.00 - 2.00	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	3	2.00 - 3.00	SC	Arena arcillosa
5	1	0.00 - 0.70	CH	Arcilla de alta plasticidad
	2	0.70 - 2.10	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	3	2.10 - 3.00	SC	Arena arcillosa
6	1	0.00 - 0.90	CH	Arcilla de alta plasticidad
	2	0.90 - 2.20	SC	Arena arcillosa
	3	2.20 - 3.00	SC	Arena arcillosa

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las Tablas 30 y 31, se detallan las clasificaciones de todas las muestras de cada calicata y su respectiva descripción. Se puede apreciar un gran número de arcillas de baja plasticidad y arenas arcillosas. Se elaboró gráficos circulares para detallar las clasificaciones según las diferentes profundidades. Véase a continuación:

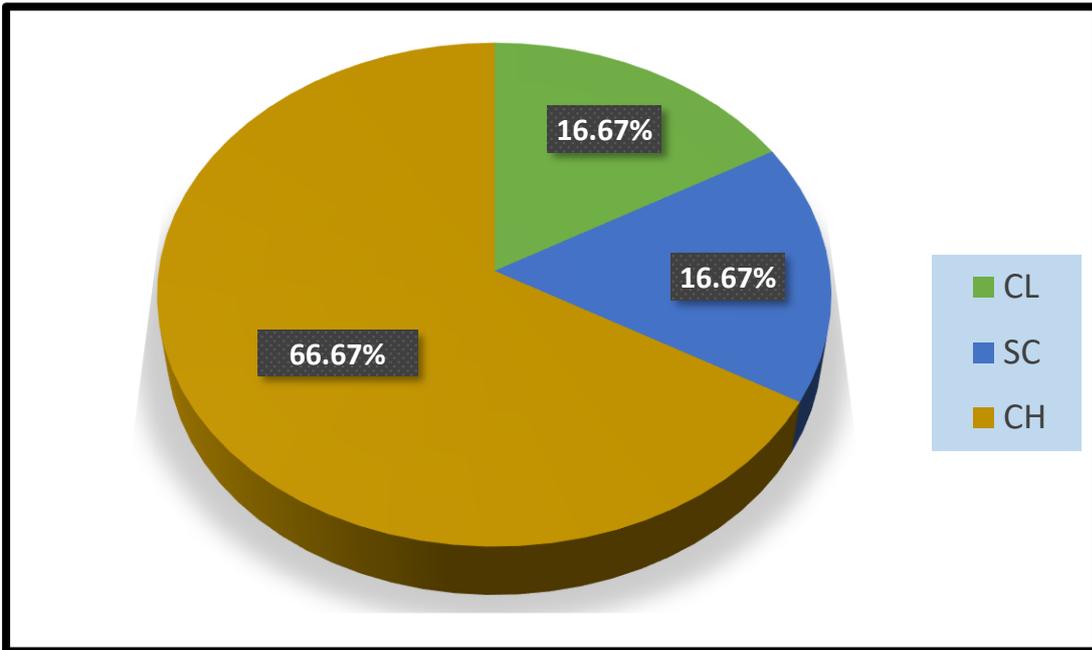


Figura 94: Resultados de clasificación de los suelos desde 0.00 hasta 1.00 m  
Fuente: Elaboración propia

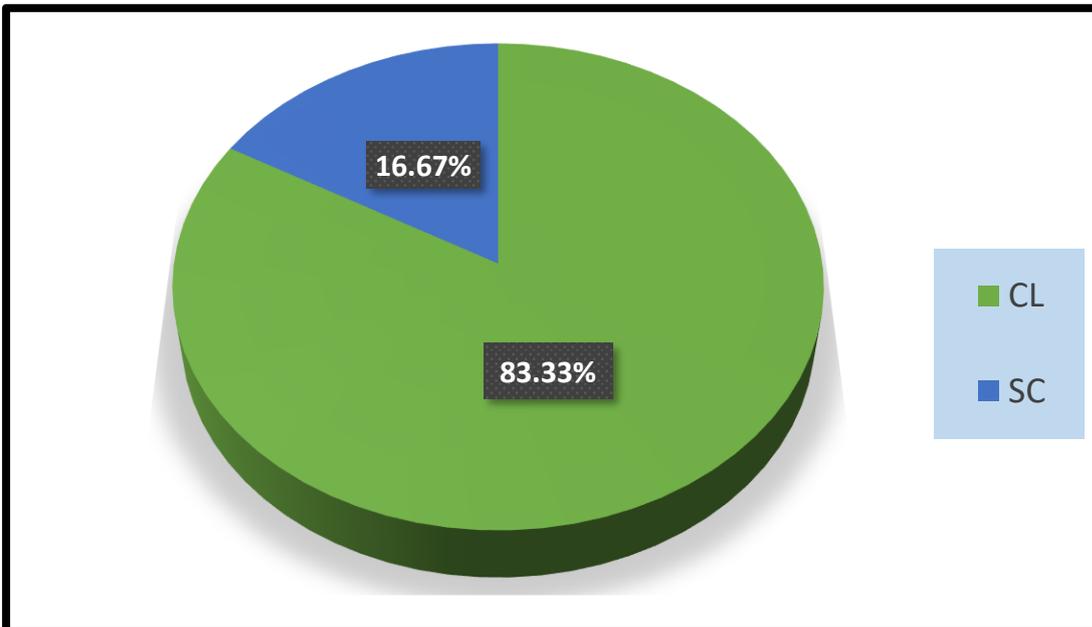


Figura 95: Resultados de clasificación de los suelos desde 1.00 hasta 2.20 m  
Fuente: Elaboración propia

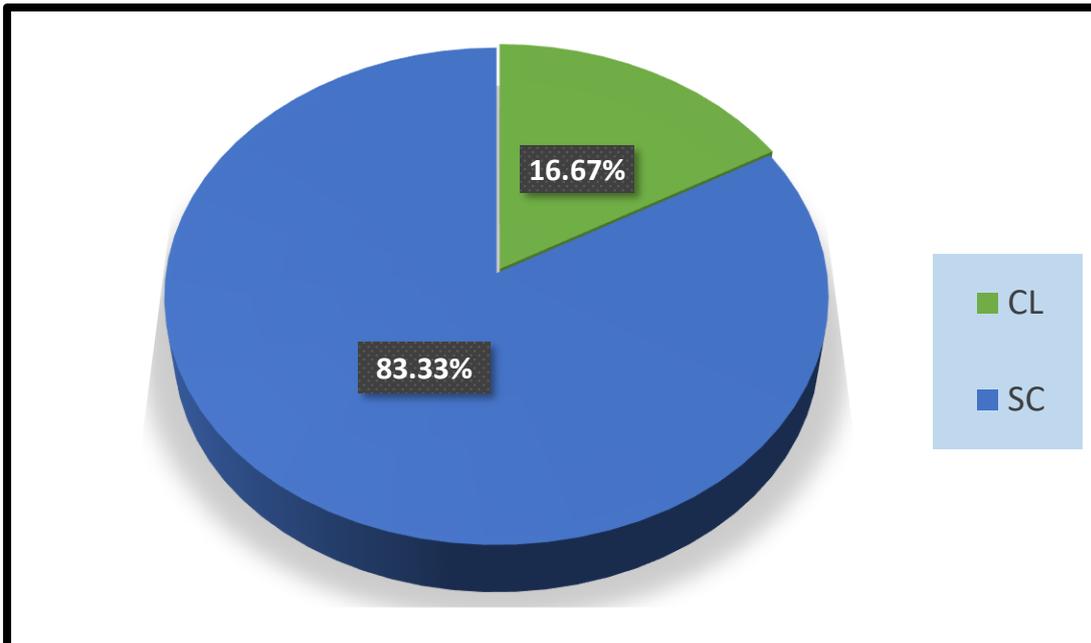


Figura 96: Resultados de clasificación de los suelos desde 2.20 hasta 3.00 m  
Fuente: Elaboración propia

Como se pudo apreciar en las Figuras 96, 97 y 98; existe una relevancia de algunos tipos de suelos según su profundidad. Para este caso, tenemos que desde 0.00 hasta 1.00 m predomina la Arcilla de alta plasticidad (CH) en un 66.7%, teniendo en menor proporción arcillas de baja plasticidad (CL) y arenas arcillosas (SC) con 16.67% ambos tipos. También tenemos que desde 1.00 hasta 2.20 m predominan las arcillas de baja plasticidad (CL) con un 83.33%, encontrándose en menor proporción las arenas arcillosas (SC) con un 16.67%. Por último tenemos que desde 2.20 hasta 3.00 m predomina las arenas arcillosas (SC) con un 83.33% y en menor proporción se encuentra las arcillas de baja plasticidad (CL) con un 16.67%.

Se puede observar que mientras mayor sea la profundidad, se encontrará mayor porcentaje de arenas y de gravas en menor proporción.

## 5.5 Ensayos de Corte Directo

Luego de realizar los ensayos de corte directo en el laboratorio, se obtuvo los resultados de cada ensayo elaborado a las diferentes profundidades (1.00, 1.50 y 2.00 m). Los cuales se representarán los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 32: Resultados del Ensayo de Corte Directo para C-1, C-2 y C-3

Calicata	Profundidad (cm)	Ángulo de Fricción ( $\phi'$ )	Cohesión $c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	100	14.91	0.13
	150	11.84	0.12
	200	12.14	0.13
2	100	14.24	0.13
	150	13.90	0.11
	200	14.02	0.12
3	100	14.27	0.14
	150	14.18	0.13
	200	14.31	0.13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Resultados del Ensayo de Corte Directo para C-4, C-5 y C-6

Calicata	Profundidad (cm)	Ángulo de Fricción ( $\phi'$ )	Cohesión $c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
4	100	12.82	0.12
	150	13.90	0.13
	200	13.31	0.14
5	100	11.16	0.13
	150	13.45	0.14
	200	13.89	0.14
6	100	15.87	0.14
	150	16.12	0.15
	200	16.13	0.15

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, se detalla los ángulos de fricción y la cohesión que son los resultados de los ensayos de Corte Directo de cada muestra ubicada a 1.00, 1.50 y 2.00 m por cada calicata.

## 5.6 Capacidad de Carga Admisible

Para determinar la capacidad de carga admisible, se tomó en cuenta los resultados del ensayo de corte directo de cada muestra de cada calicata a las profundidades de 1.00, 1.50 y 2.00 m. Por lo que se detalló los resultados de los cálculos realizados para obtener la capacidad de carga admisible en la siguiente tabla:

Tabla 34: Resultados de la Capacidad de Carga Admisible para C-1, C-2 y C-3

Calicata	Profundidad (cm)	Cimentación Corrida		Cimentación Cuadrada	
		$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	100	2.00	0.67	2.46	0.82
	150	1.79	0.60	2.11	0.70
	200	2.23	0.74	2.58	0.86
2	100	1.87	0.62	2.30	0.77
	150	2.10	0.70	2.47	0.82
	200	2.58	0.86	2.98	0.99
3	100	1.96	0.65	2.40	0.80
	150	2.31	0.77	2.74	0.91
	200	2.74	0.91	3.16	1.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Resultados de la Capacidad de Carga Admisible para C-4, C-5 y C-6

Calicata	Profundidad (cm)	Cimentación Corrida		Cimentación Cuadrada	
		$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
4	100	1.54	0.51	1.88	0.63
	150	2.12	0.71	2.52	0.84
	200	2.66	0.89	3.09	1.03
5	100	1.49	0.50	1.81	0.60
	150	2.19	0.73	2.61	0.87
	200	2.67	0.89	3.10	1.03
6	100	2.25	0.75	2.78	0.93
	150	2.79	0.93	3.33	1.11
	200	3.33	1.11	3.89	1.30

Fuente: Elaboración propia

Como se pudo ver en las Tablas 34 y 35, vemos una variedad que va desde 0.49 kg/cm<sup>2</sup> que pertenece a C-4 (Df=1.00 m) hasta 1.11 kg/cm<sup>2</sup> que pertenece a C-6 (Df=2.00 m)

## 5.7 Sales Solubles Totales (SST)

Una vez realizado los ensayos para determinar el contenido de sales soluble totales en cada muestra de cada calicata según su profundidad.

Se resumieron los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 36: Resultados del Ensayo para determinar las SST en C-1, C-2 y C-3

Calicata	Estrato	Profundidad (cm)	SST (ppm)	CE (mS/cm)	Clasificación según ACI	Clasificación según su CE
1	1	0.00 - 0.90	4520	7.05	No Perjudicial	Moderadamente Salino
	2	0.90 - 1.80	6000	9.36	No Perjudicial	Fuertemente Salino
	3	1.80 - 3.00	5642	8.80	No Perjudicial	Fuertemente Salino
2	1	0.00 - 1.00	12800	19.97	No Perjudicial	Extremadamente Salino
	2	1.00 - 1.90	19520	30.45	Perjudicial	Extremadamente Salino
	3	1.90 - 3.00	17820	27.80	Perjudicial	Extremadamente Salino
3	1	0.00 - 0.80	9740	15.19	No Perjudicial	Fuertemente Salino
	2	0.80 - 1.60	17920	27.96	Perjudicial	Extremadamente Salino
	3	1.60 - 3.00	15320	23.90	Perjudicial	Extremadamente Salino

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Resultados del Ensayo para determinar las SST en C-4, C-5 y C-6

Calicata	Estrato	Profundidad (cm)	SST (ppm)	CE (mS/cm)	Clasificación según ACI	Clasificación según su CE
4	1	0.00 - 1.00	10980	17.13	No Perjudicial	Extremadamente Salino
	2	1.00 - 2.00	14160	22.09	No Perjudicial	Extremadamente Salino
	3	2.00 - 3.00	9840	15.35	No Perjudicial	Fuertemente Salino
5	1	0.00 - 0.70	10390	16.21	No Perjudicial	Extremadamente Salino
	2	0.70 - 2.10	9600	14.98	No Perjudicial	Fuertemente Salino
	3	2.10 - 3.00	11290	17.61	No Perjudicial	Extremadamente Salino
6	1	0.00 - 0.90	8930	13.93	No Perjudicial	Fuertemente Salino
	2	0.90 - 2.20	9200	14.35	No Perjudicial	Fuertemente Salino
	3	2.20 - 3.00	7640	11.92	No Perjudicial	Fuertemente Salino

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las Tablas 36 y 37, se determinó las Partículas Por Millón (PPM) de cada muestra. Los cuales se clasificaron según el ACI y según su Conductividad Eléctrica (CE). Según el ACI, al suelo se le considera

Perjudicial siempre y cuando las PPM sean mayor a 15,000. Esto puede ocasionar problemas de pérdida de resistencia mecánica. La otra forma de clasificar la salinidad del suelo, es calculando su CE a partir de las PPM. Una vez obtenido la CE, se pueden clasificar en: No Salino (0 - 2), Ligeramente Salino (2 - 4), Moderadamente Salino (4 - 8), Fuertemente Salino (8 - 16) y Extremadamente Salino (>16).

A continuación se mostrará unos gráficos de columna que indicarán las clasificaciones del total de muestras:

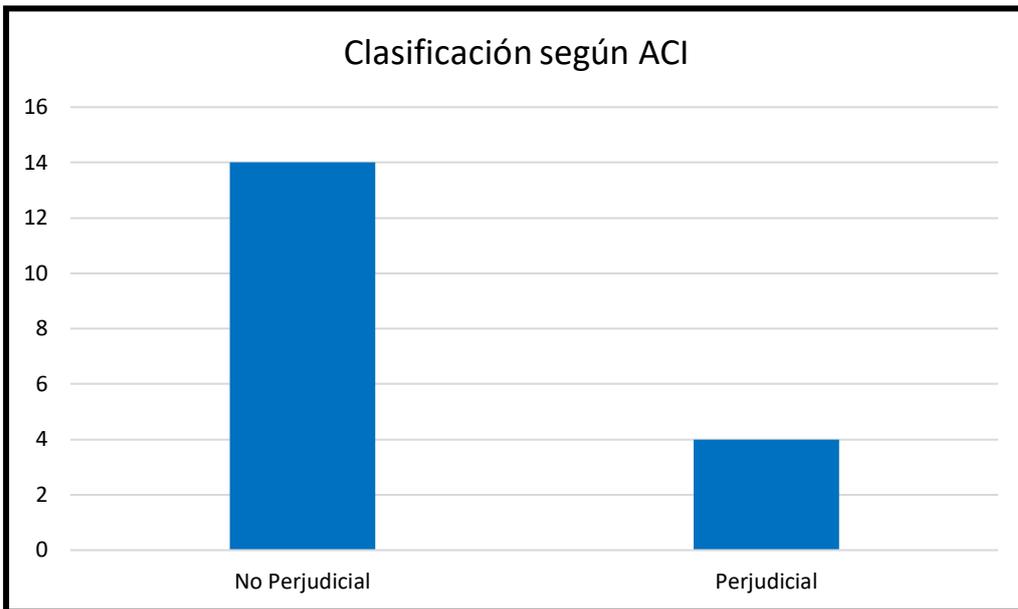


Figura 97: Clasificación salina de todas las muestras según ACI  
Fuente: Elaboración propia

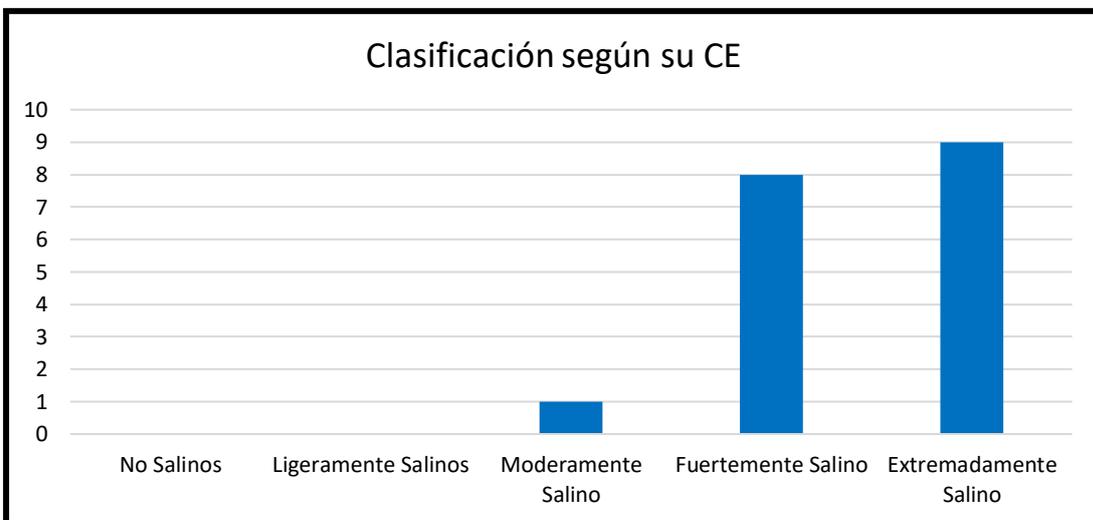


Figura 98: Clasificación salina de todas las muestras según su CE  
Fuente: Elaboración propia

Se observa una gran cantidad de SST. Según el ACI solo el 22.22% de las muestras se clasifican como Perjudiciales. Por otro lado, según su CE, un 50% de las muestras se consideran Extremadamente Salinos, un 44.44% de las muestras son Fuertemente Salinos y un 5.56% de las muestras son Moderadamente Salinas.

Para los fines de cimentación superficial, se consideró la clasificación según el ACI, por lo que solo se tuvo en cuenta la Figura 99 para la elaboración del Mapa de Zonificación de los suelos del área de Estudio.

## 5.8 Mapa de Zonificación Geotécnica

Para la elaboración de los Mapas de Zonificación Geotécnica, se consideró los resultados de los ensayos elaborados previamente, se desarrollaron los mapas de zonificación geotécnica a 3 alturas diferentes (1.00, 1.50 y 2.00 m), las mismas alturas con las cuales se obtuvo los resultados del ensayo de corte directo. Los cuales se mostrarán a continuación:

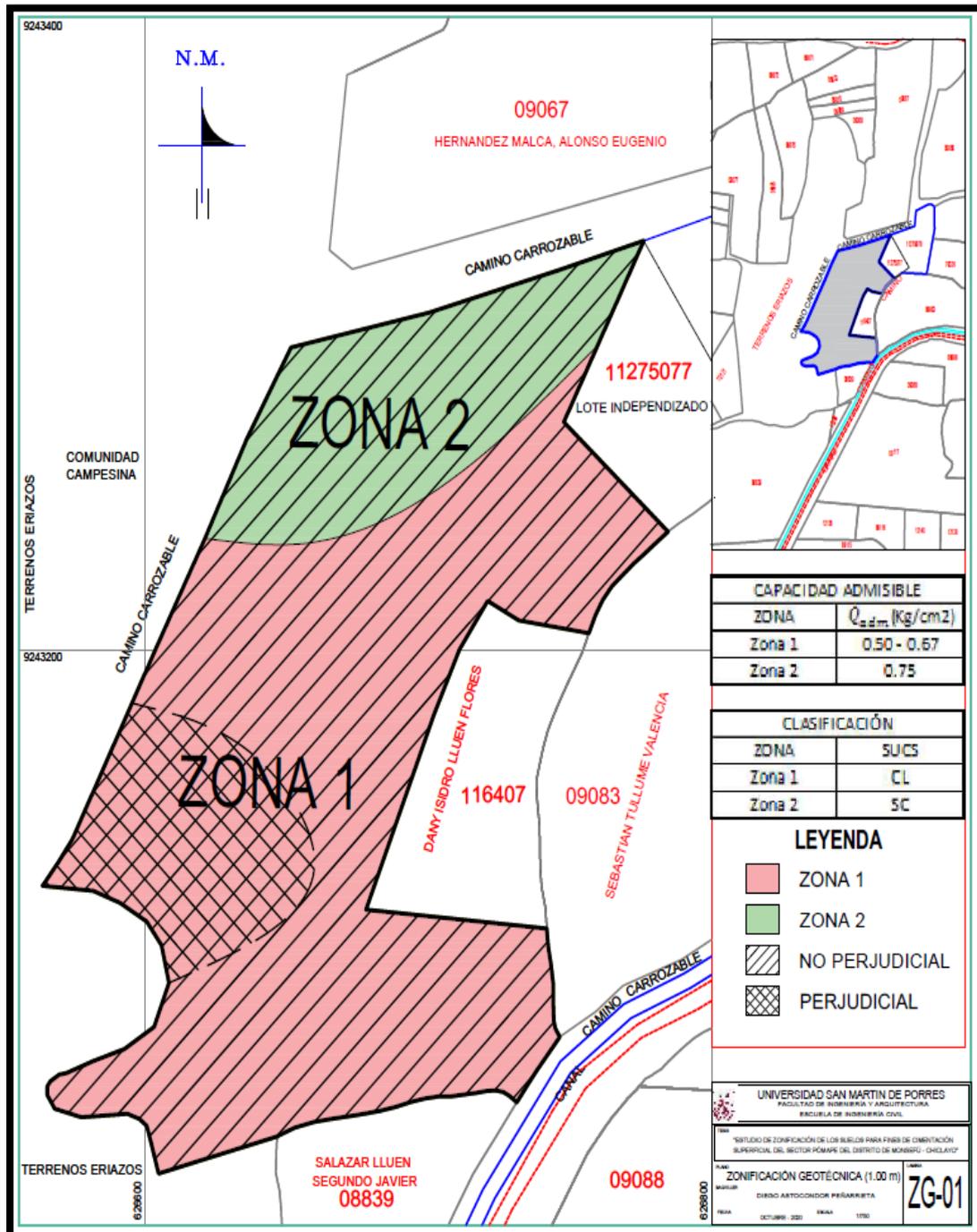


Figura 99: Mapa de Zonificación Geotécnica (Df = 1.00 m)  
Fuente: Elaboración propia

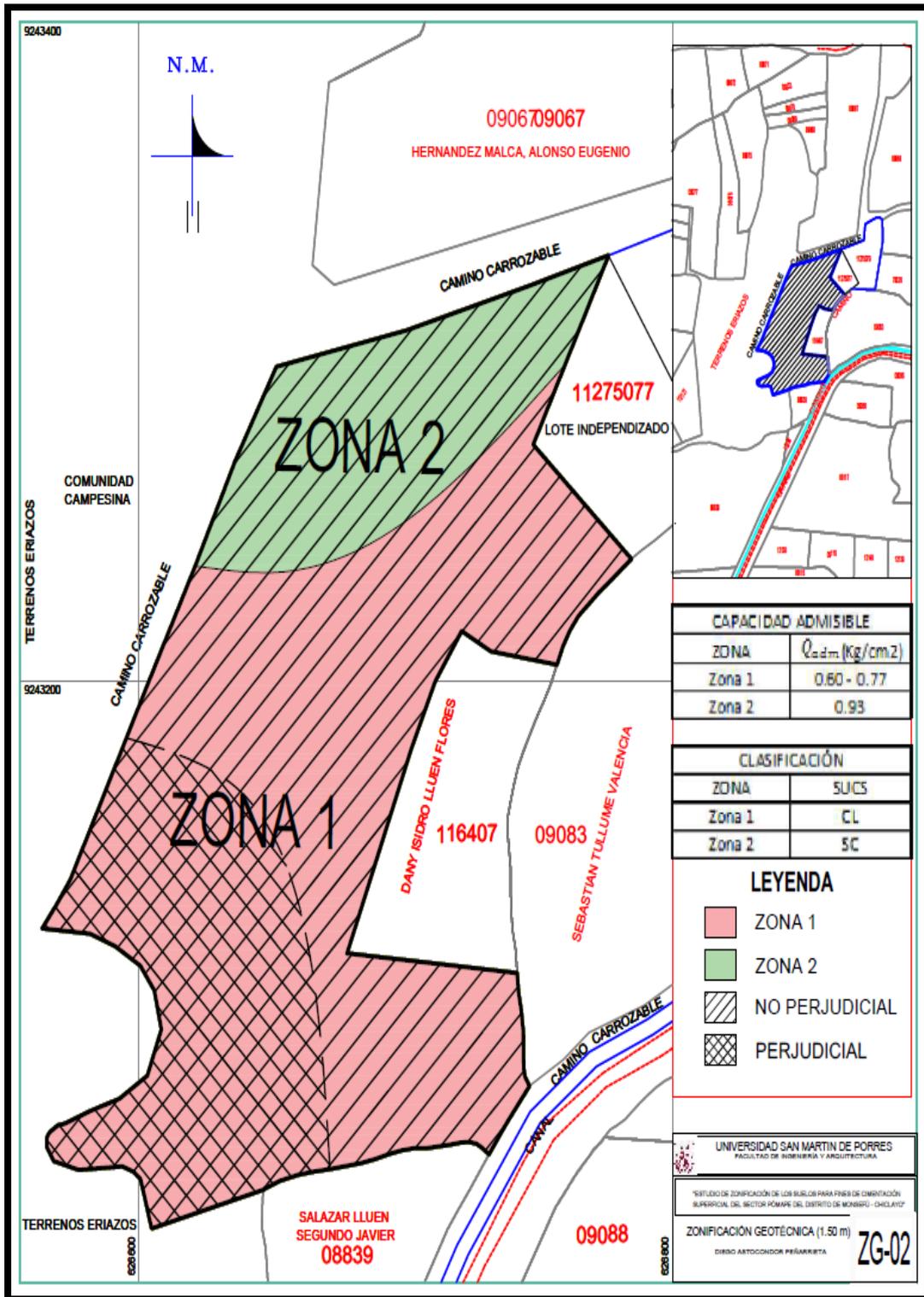


Figura 100: Mapa de Zonificación Geotécnica (Df = 1.50 m)  
Fuente: Elaboración propia

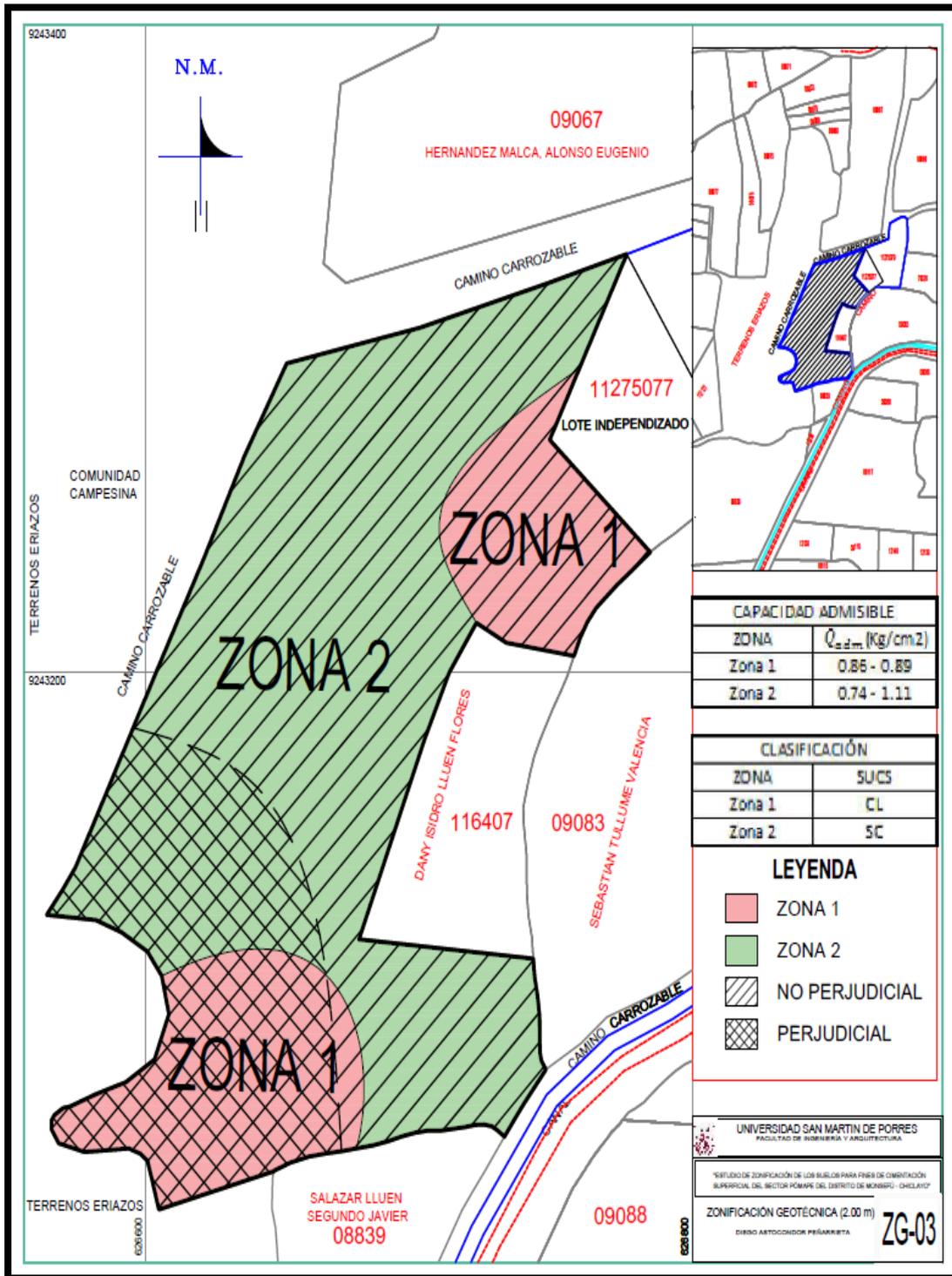


Figura 101: Mapa de Zonificación Geotécnica (Df = 2.00 m)  
Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contrastación de Hipótesis

#### 6.1.1. Contrastación de Hipótesis General

Se comprueba que el estudio de zonificación geotécnica es información muy importante para los fines de cimentación superficial del área de estudio, teniendo en cuenta el cuestionario realizado a los especialistas y los resultados obtenidos en los ensayos elaborados, los cuales dan información fundamental para los futuros diseños de cimentación superficial

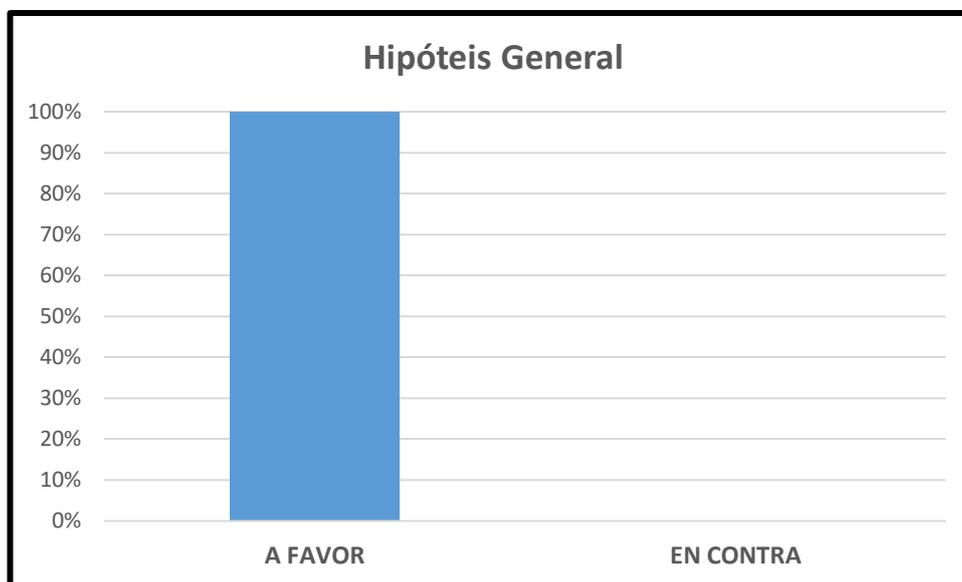


Figura 102: Resultados de encuesta para Hipótesis General  
Fuente: Elaboración propia

#### 6.1.2. Contrastación de Hipótesis Específicas

1. Se comprueba que las propiedades físicas del suelo son información relevante para los fines de cimentación superficial del área de estudio, teniendo en cuenta las respuestas del cuestionario desarrollado por especialistas. Ya que las propiedades físicas de un suelo son la base de un estudio de Zonificación.

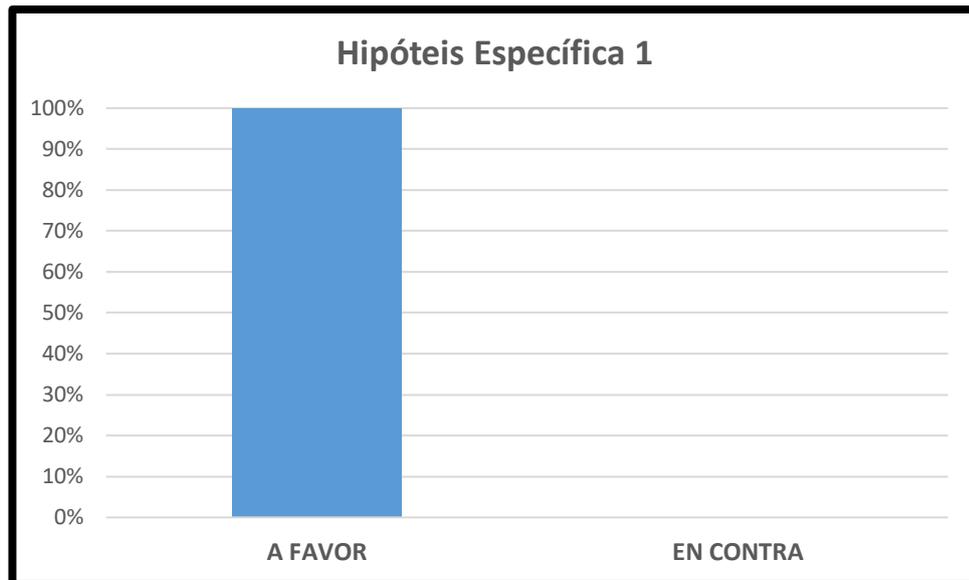


Figura 103: Resultados de encuesta para Hipótesis Específica 1  
Fuente: Elaboración propia

- Se comprueba que las propiedades químicas del suelo son información relevante para los fines de cimentación superficial del área de estudio, teniendo en cuenta las respuestas del cuestionario desarrollado por especialistas. Ya que las propiedades químicas de un suelo nos pueden determinar el tipo de cemento y la relación agua – material cementante que se puedan usar en la mezcla del concreto.

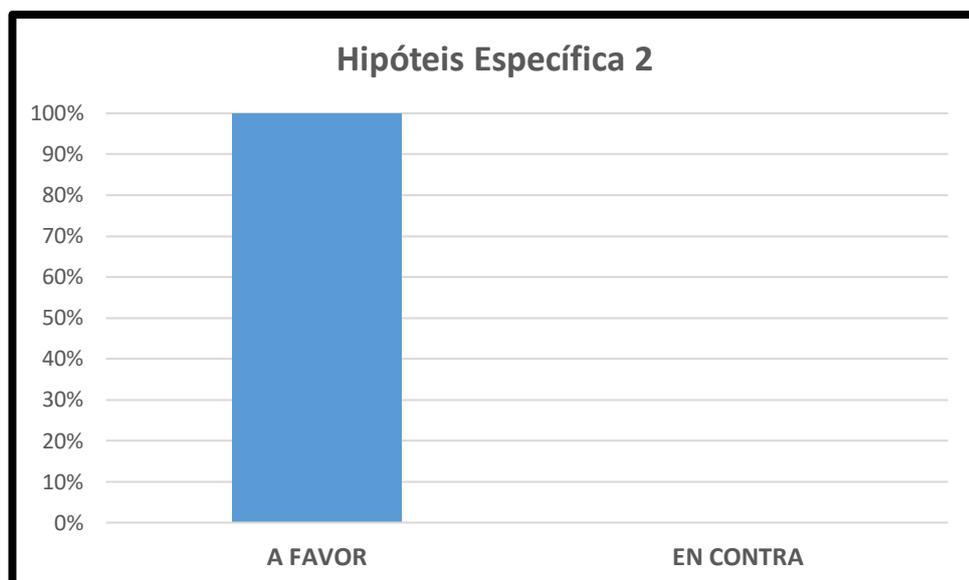


Figura 104: Resultados de encuesta para Hipótesis Específica 2  
Fuente: Elaboración propia

3. Se comprueba que las propiedades mecánicas del suelo son información relevante para los fines de cimentación superficial del área de estudio, teniendo en cuenta las respuestas del cuestionario desarrollado por especialistas. Ya que las propiedades mecánicas de un suelo es indispensable para un futuro diseño de cimentación superficial, como son la cohesión y el ángulo de fricción de un suelo.

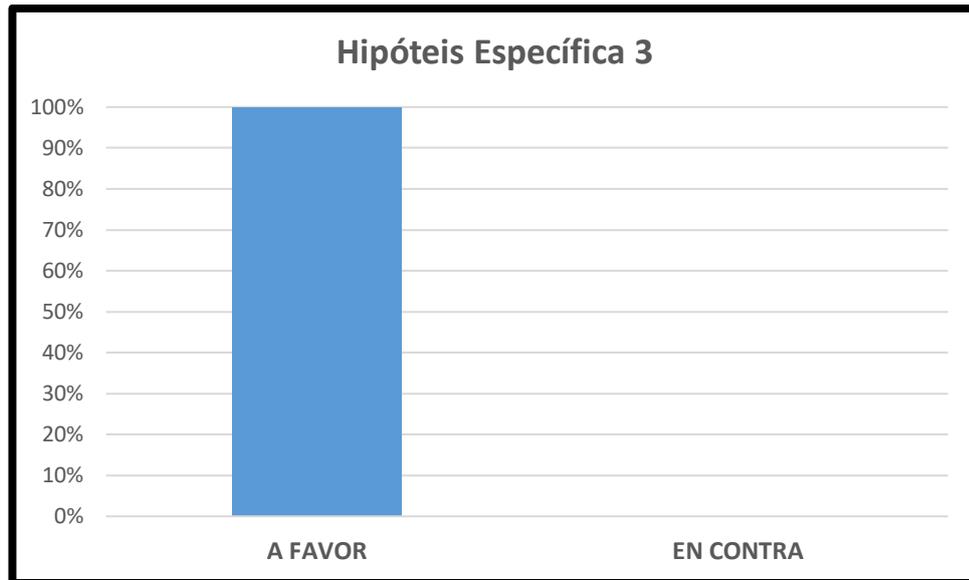


Figura 105: Resultados de encuesta para Hipótesis Específica 3  
Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos elaborados para determinar las propiedades físicas de los suelos, muestran que los suelos tienen un alto contenido de humedad, esto se debe a que el nivel freático se encuentra cerca al nivel de terreno natural. En los suelos del área de estudio se encontraron arcillas de baja plasticidad (CL) y arenas arcillosas (SC) en el mismo porcentaje (38.89%), luego se encuentra las arcillas de alta plasticidad (CH) con un 22.22%. Por lo que se puede concluir que el suelo es homogéneo.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos elaborados para determinar las propiedades químicas de los suelos, muestran que dentro del área de estudio, según el ACI, solo el 22.22% de las muestras ensayadas se consideran "Perjudiciales", mientras que el 77.78% se consideran "No Perjudiciales", por lo que se asume que la salinidad de la mayor parte del suelo del área de estudio no es perjudicial.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos elaborados para determinar las propiedades mecánicas de los suelos del Sector Pómape, Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, muestran que para una profundidad de 1.00 m, se puede encontrar una capacidad portante admisible que varía entre 0.50 kg/cm<sup>2</sup> y 0.93 kg/cm<sup>2</sup>. Para una profundidad de 1.50 m, se puede encontrar una capacidad portante admisible que varía entre 0.60 kg/cm<sup>2</sup> y 1.11 kg/cm<sup>2</sup>. Y para una profundidad de 2.00 m, se puede encontrar una capacidad portante admisible que varía entre 0.74 kg/cm<sup>2</sup> y 1.30 kg/cm<sup>2</sup>
4. Dado todas las conclusiones previas, con las propiedades físicas, químicas y mecánicas obtenidos, se pudo realizar el estudio de zonificación, culminando con el mapa de zonificación del área de estudio realizado a tres profundidades (1.00, 1.50 y 2.00 m). En los cuales se pueden distinguir las clasificaciones de los suelos, las capacidades portantes admisibles y la clasificación con respecto a su salinidad.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar los ensayos que determinen las propiedades físicas del suelo de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas dispuestas para cada ensayo, así obtener un resultado acertado.
2. Se recomienda realizar los ensayos de contenido de cloruros y sulfatos a cada estrato del área de estudio, así se podrá determinar la agresividad que tiene hacia el concreto y hacia el acero.
3. Se recomienda realizar diferentes ensayos que determinen las propiedades mecánicas del suelo, como son DPL, SPT y Triaxiales a distintas profundidades para generar más datos que puedan enriquecer el mapa de zonificación elaborado en la presente tesis.
4. Para las futuras construcciones, se recomienda usar el cemento Tipo MS, debido a la presencia de sales en la zona de estudio. Así como también se recomienda usar una cimentación con una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, una relación agua-cemento de 0.40 como máximo y un recubrimiento de 7.5 cm como mínimo.
5. Se recomienda realizar los diferentes ensayos con equipos que cuenten con su certificado de calibración vigente, así se podrá obtener datos correctos de todos los ensayos.
6. Para los trabajos realizados en el área de estudio, se recomienda tener un permiso firmado por los propietarios de los terrenos, para así evitar cualquier tipo de problemas luego. Así como se recomienda contratar a personal cerca de la zona, debido a que ellos conocen el lugar donde se trabajará y pueden darte datos importantes para tu investigación.
7. Instamos a las instituciones privadas y públicas hacer más estudios de zonificaciones aledaños al área de estudio, así poder obtener más información geotécnica del Sector Pómape ubicado en el Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.
8. Se debe realizar tanto la extracción de muestras como los ensayos en los laboratorios, con todos los protocolos de bioseguridad debido a la pandemia del Covid-19.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acuña Vigil, P. (2006). La zonificación y el uso del suelo. *Urbano Peru*, 11.
- Audefroy, J. (18 de Octubre de 2003). *La problemática de los desastres en el hábitat urbano en america latina*. Obtenido de <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/391>
- Brajas, D. (2011). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*. Obtenido de [https://issuu.com/gustavochochlongalcivar/docs/fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_de\\_ciment](https://issuu.com/gustavochochlongalcivar/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_ciment)
- Bravo, B., & Zéqueda, V. (2015). *Zonificación Geotécnica*. Valledupar: Fundación Universitaria del Área Andina.
- Briaud, J., & Gibbens, R. (1999). *Behaviour of Five Large Spread Footings in Texas*: En Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering.
- Carranza, I., & Ponce, A. (2017). Estudio de Zonificación Geotécnica en el Sector III del centro poblado el Milagro para el diseño de Cimentaciones Superficiales. *Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Civil*. Trujillo, La Libertad, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Casagrande, A. (1942). Aplicación de la mecánica de suelos en el diseño de cimientos de edificios. En A. Casagrande. Estados Unidos: Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.
- Castañeda, L. (2014). *Capacidad portante de los suelos de fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la zona suroeste y sureste utilizando el método penetración dinámica ligera (DPL) en comparación con el método por corte directo*. Cajamarca: UNC.
- Cotrina, J. W. (2017). ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y DPL EN LA URBANIZACIÓN LOS GIRASOLES – JAEN - 2016. *TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

Duque, G., & Escobar, C. (2002). *Mecánica de los Suelos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Fernández, W. (2015). *Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación*. Cajamarca: UNC.

Hoyos, M. W. (2012). *Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Huanca, A. (23 de Julio de 2009). *EMS con Fines de Cimentación*. Obtenido de [https://www.google.com.pe/search?ei=Xd5SX8aGLZGG5wKovJLQDQ&q=ems+con+finas+de+cimentacion&oq=ems+con+finas+de+&gs\\_lcp=CgZwc3ktYWIQARgAMgYIABAWEB46BQgAELEDOgIIADoICAAQsQMqg wE6CgguELEDEEMQkwI6BQguELEDOgcIABCxAxBDOgQIABBDOgQI ABAKOggIABAWEAoQHjoFCCEQoAFQsODbA](https://www.google.com.pe/search?ei=Xd5SX8aGLZGG5wKovJLQDQ&q=ems+con+finas+de+cimentacion&oq=ems+con+finas+de+&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQARgAMgYIABAWEB46BQgAELEDOgIIADoICAAQsQMqg wE6CgguELEDEEMQkwI6BQguELEDOgcIABCxAxBDOgQIABBDOgQI ABAKOggIABAWEAoQHjoFCCEQoAFQsODbA)

INEI. (Octubre de 2018). *INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Obtenido de INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas: <http://censo2017.inei.gob.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>

Juárez, E. (1973). *MECÁNICA DE SUELOS*. Obtenido de [https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica\\_de\\_suelos\\_Tom o\\_I\\_Eulalio\\_Ju%C3%A1rez\\_Badillo\\_y\\_Alfonso\\_Rico\\_Rodr%C3%ADguez](https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Tom o_I_Eulalio_Ju%C3%A1rez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodr%C3%ADguez)

Leonards, G. (1990). *Foundation Engineering*. Mexico: Editoriales SA.

Leonards, G. (1990). *Foundation Engineering*. Mexico: SA.

Martinez, A. (Noviembre de 2014). *Sistema unificado de clasificación SUCS - ASTM D2487*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/246577087/Sistema-unificado-de-clasificacion-SUCS-ASTM-D2487>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES - Ensayo de Corte Directo*. Lima.

- NTP 339.127. (1999). *Método de ensayo para determinar el Contenido de Humedad de un suelo*. Lima.
- NTP 339.128. (1999). *Método de Ensayo para el análisis granulométrico*. Lima.
- NTP 339.129. (1999). *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índices de plasticidad del suelo*. Lima.
- NTP 339.134, 1. (1999). *Suelos. Método paa la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS)*. Lima.
- NTP 339.171. (2002). *Suelos. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas*. Lima.
- NTP 339.152 - (2002). *Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea*. Lima.
- Prandtl, L. (1920). *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* .  
Universidad de Hannover: Astrogeology Research Program.
- Raffino, M. (18 de Junio de 2020). *CONCEPTO DE SUELO*. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/suelo/>
- Ramos, R. (2013). *Estudio de Mecanica de suelos con fines de cimentación en la Av. Costanera II etapa - Puno*. Puno: Universidad Alas Peruanas.
- Sánchez, N. (2013). *Granulometría de suelos*.
- Terzaghi, K. (1943). Obtenido de Theoretical soil mechanics:  
<http://www.jorgealvahurtado.com/files/Terzaghi%20y%20la%20%20Mecanica%20de%20Suelos.pdf>
- Terzaghi, K. (1986). *Mecanica de suelos en la ingenieria practica*. New York: El Ateneo.
- Terzagui, K. (1973). *"Consultants, Clients and Contractors"*. Boston: Journal of the Boston.

Tupia Cordova, P. (2009). *LINEAMIENTOS DE DESARROLLO PARA EL DISTRITO DE CERRO AZUL PLAN DE ZONIFICACION PARA EL ORDENAMIENTO URBANO DEL DISTRITO DE CERRO AZUL*. Lima: UNI.

## **ANEXOS**

1. Matriz de Consistencia
2. Encuestas a especialistas
3. Estratigrafía de todas las calicatas
4. Certificado de Calibración
5. Ensayos de Contenido de humedad, límites y análisis granulométrico
6. Ensayo de Corte Directo
7. Ensayo de Sales Solubles Totales

**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título de la investigación:

**ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO**

Elaborado por: Astocondor Peñarrieta, Diego

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo Principal	Hipótesis General	Variable Independiente			
¿Cuál es la relación entre el estudio de zonificación y la cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo?	Elaborar un estudio de zonificación de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo	El estudio de zonificación de los suelos es información relevante para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo	ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN	PROPIEDADES FÍSICAS	Contenido de Humedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Método:</b> Deductivo – Analítico</li> <li>- <b>Enfoque:</b> Cuantitativo</li> <li>- <b>Tipo:</b> Aplicativa</li> <li>- <b>Nivel:</b> Descriptivo</li> <li>- <b>Diseño:</b> No experimental</li> </ul>
					Análisis Granulométrico	
					Límites de Atterberg	
				PROPIEDADES QUÍMICAS	Contenido de Sales Solubles Totales	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				
1. ¿Cuál es la relación entre las propiedades físicas del suelo y la cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo?	1. Determinar las propiedades físicas de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú – Chiclayo	1. Las propiedades físicas del suelo es información relevante para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú – Chiclayo.	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	<b>Muestra:</b> El proyecto se realizará en un área total de estudio de 3.2 hectáreas  <b>Población:</b> El distrito de Monsefú cuenta con un área total de 4494 hectáreas
2. ¿Cuál es la relación entre las propiedades químicas del suelo y la cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo?	2. Determinar las propiedades químicas de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú – Chiclayo	2. Las propiedades químicas de los suelos es información relevante para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú – Chiclayo	CIMENTACIÓN SUPERFICIAL	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	TEORÍA DE TERZAGHI	
3. ¿Cuál es la relación entre las propiedades mecánicas del suelo y la cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo?	3. Determinar las propiedades mecánicas de los suelos para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo	3. Las propiedades mecánicas de los suelos es información relevante para los fines de cimentación superficial en el sector Pómape, distrito de Monsefú - Chiclayo				

## ANEXO 2: ENCUESTAS A ESPECIALISTAS

<b><u>ENCUESTA Nro. 01</u></b>	
<b>ENCUESTA A ESPECIALISTAS</b>	
PRESENTADA POR:	BACH. ASTOCONDOR PEÑARRIETA DIEGO
ENCUESTADO:	ING. HERNAN WILBERT FERNANDEZ GALVEZ (CIP: 121967)
<b>“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ – CHICLAYO”</b>	
<b>1. ¿Un Estudio de Zonificación geotécnico será relevante para los fines de cimentación superficial? ¿Por qué?</b>	
<b>Rpta:</b> Si, porque es muy importancia conocer las propiedades de los suelos en donde se apoyará la edificación.	
<b>2. ¿Los Ensayo para determinar los Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Análisis Granulométrico son importantes para determinar las propiedades físicas de un suelo? ¿Por qué?</b>	
<b>Rpta:</b> Si, son de suma importancia, porque con esos ensayos se determinan las propiedades físicas del suelo.	
<b>3. ¿El Ensayo para determinar el contenido de Sales Solubles Totales es importante para determinar las propiedades químicas de un suelo? ¿Por qué?</b>	
<b>Rpta:</b> Si, es muy importante, porque a través de ese ensayo, se puede determinar los materiales y el procedimiento en la elaboración de la cimentación.	
<b>4. ¿El Ensayo de Corte Directo es importante para determinar las propiedades mecánicas de un suelo? ¿Por qué?</b>	
<b>Rpta:</b> Si, porque ese ensayo de determina las propiedades mecánicas del suelo y así poder conocer la capacidad portante de dicho suelo.	
<b>5. ¿Usted cree que con los resultados de los ensayos antes mencionados se podrá elaborar un Mapa de Zonificación Geotécnica?</b>	
<b>Rpta:</b> Si, el mapa de zonificación geotécnica se puede elaborar con los datos obtenidos de los resultados de los ensayos que se mencionaron anteriormente.	
<b>6. Comentarios y/o sugerencias</b>	
<b>Rpta:</b> Felicitar al alumno por la presente investigación el cual beneficiará a la población. Así mismo sugerir a otros alumnos a realizar otras investigaciones de esta envergadura.	

**ENCUESTA Nro. 02**

**ENCUESTA A ESPECIALISTAS**

PRESENTADA POR:

BACH. ASTOCONDOR PEÑARRIETA DIEGO

ENCUESTADO:

ING. MARLON ROBERT CUBAS ARMAS (CIP: 110039)

**“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ – CHICLAYO”**

**1. ¿Un Estudio de Zonificación geotécnico será relevante para los fines de cimentación superficial? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, es relevante para los fines de cimentación superficial, porque la zonificación geotécnica da información fundamental para realizar una cimentación ideal para la edificación.

**2. ¿Los Ensayo para determinar los Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Análisis Granulométrico son importantes para determinar las propiedades físicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, esos ensayos son importantes para poder determinar las propiedades físicas del suelo.

**3. ¿El Ensayo para determinar el contenido de Sales Solubles Totales es importante para determinar las propiedades químicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, el ensayo antes mencionado es de mucha importancia para determinar las propiedades químicas del suelo, así se podrá determinar la cantidad de sales en el suelo.

**4. ¿El Ensayo de Corte Directo es importante para determinar las propiedades mecánicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, el ensayo de corte directo es importante para determinar las propiedades mecánicas del suelo, porque con ese ensayo se determinan el ángulo de fricción y cohesión.

**5. ¿Usted cree que con los resultados de los ensayos antes mencionados se podrá elaborar un Mapa de Zonificación Geotécnica?**

**Rpta:** Si, con todos los resultados obtenidos se puede elaborar un mapa de zonificación geotécnica.

**6. Comentarios y/o sugerencias**

**Rpta:** La presente tesis tiene un buen aporte, por lo que debe ser publicado para el acceso a la población.

**ENCUESTA Nro. 03**

**ENCUESTA A ESPECIALISTAS**

PRESENTADA POR:

BACH. ASTOCONDOR PEÑARRIETA DIEGO

ENCUESTADO:

ING. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVAN (CIP: 59091)

**“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ – CHICLAYO”**

**1. ¿Un Estudio de Zonificación geotécnico será relevante para los fines de cimentación superficial? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, es de vital importancia para conocer la realidad de las condiciones donde se tiene que apoyar la edificación, porque el objetivo es asegurar la edificación en su funcionamiento y estabilidad a futuro.

**2. ¿Los Ensayo para determinar los Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Análisis Granulométrico son importantes para determinar las propiedades físicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque los suecos hace un siglo tuvieron problemas continuos en los ferrocarriles de estabilidad de sus suelos, Atterberg, Fellenius y otros encontraron que debían conocer el suelo donde se apoyaban para determinar sus propiedades y se logró con esos ensayos.

**3. ¿El Ensayo para determinar el contenido de Sales Solubles Totales es importante para determinar las propiedades químicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque al determinar los valores de concentración de sales puedes decidir como atacar de ser necesario esos resultados negativos para el concreto si encuentras sulfatos para ello dependiendo de su concentración nuestra cimentación realizarla con cemento tipo V, o cemento tipo II.

**4. ¿El Ensayo de Corte Directo es importante para determinar las propiedades mecánicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque el ensayo de corte directo nos entrega dos valores uno es  $\phi$ = ángulo de fricción y el otro es c= cohesión, valores con los cuales se puede ingresar a teorías de Terzaghi, Skempton, Bishop entre otros para la capacidad portante

**5. ¿Usted cree que con los resultados de los ensayos antes mencionados se podrá elaborar un Mapa de Zonificación Geotécnica?**

**Rpta:** Si, a eso se apunta tener un mapeo de los resultados, el cual esta investigación está orientada

**6. Comentarios y/o sugerencias**

**Rpta:** La presente investigación: “estudio de zonificación de los suelos para fines de cimentación superficial del sector Pómape del distrito de Monsefú – Chiclayo”, tiene a contribuir en que la colectividad conozca de las bondades del suelo en esta jurisdicción, contribución que ofrece nuestro estudiante.

**ENCUESTA Nro. 04**

**ENCUESTA A ESPECIALISTAS**

PRESENTADA POR:

BACH. ASTOCONDOR PEÑARRIETA DIEGO

ENCUESTADO:

ING. MÓNICA NAVARRO ALMONACID (CIP: 108894)

**“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ – CHICLAYO”**

**1. ¿Un Estudio de Zonificación geotécnico será relevante para los fines de cimentación superficial? ¿Por qué?**

**Rpta:** Así es, es relevante, porque en una zonificación geotécnica encuentras las características del suelo en la cual se cimentará.

**2. ¿Los Ensayo para determinar los Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Análisis Granulométrico son importantes para determinar las propiedades físicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque con la elaboración de dichos ensayos, se determinará las propiedades físicas del suelo en dicho sector.

**3. ¿El Ensayo para determinar el contenido de Sales Solubles Totales es importante para determinar las propiedades químicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, es muy importante, porque al conocer el contenido de sales solubles totales, se podrá recomendar el uso de otro tipo de cemento para la cimentación que se construirá.

**4. ¿El Ensayo de Corte Directo es importante para determinar las propiedades mecánicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, es importante, porque con el ensayo de corte directo se determinan las propiedades mecánicas del suelo, los cuales se usan para determinar la capacidad portante de dicho suelo.

**5. ¿Usted cree que con los resultados de los ensayos antes mencionados se podrá elaborar un Mapa de Zonificación Geotécnica?**

**Rpta:** Si, con esos ensayos se podrá elaborar un mapa de zonificación geotécnica que servirá para el diseño de una cimentación superficial.

**6. Comentarios y/o sugerencias**

**Rpta:** La presente tesis tiene buen aporte para la población, el mapa será utilizado por los profesionales para el diseño de las cimentaciones.

**ENCUESTA Nro. 05**

**ENCUESTA A ESPECIALISTAS**

PRESENTADA POR:

BACH. ASTOCONDOR PEÑARRIETA DIEGO

ENCUESTADO:

ING. ROYBERT FERNANDEZ GÁLVEZ (CIP: 167500)

**“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ – CHICLAYO”**

**1. ¿Un Estudio de Zonificación geotécnico será relevante para los fines de cimentación superficial? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, el estudio de Zonificación geotécnica es muy importante para los fines de cimentación superficial, porque este estudio brinda información fundamental para elaborar un diseño de las cimentaciones en el lugar donde se edificará.

**2. ¿Los Ensayo para determinar los Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Análisis Granulométrico son importantes para determinar las propiedades físicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, todos esos ensayos antes mencionados son importantes para determinar las propiedades físicas, porque esos ensayos te determinan esas propiedades del suelo.

**3. ¿El Ensayo para determinar el contenido de Sales Solubles Totales es importante para determinar las propiedades químicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, el ensayo para determinar el contenido de sales solubles totales determina las propiedades químicas del suelo, así se conocerá la agresividad que tiene dicho suelo.

**4. ¿El Ensayo de Corte Directo es importante para determinar las propiedades mecánicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, el ensayo de corte directo determina las propiedades mecánicas del suelo, como son el ángulo de fricción y la cohesión. Con esos datos se podrá obtener la capacidad portante del suelo.

**5. ¿Usted cree que con los resultados de los ensayos antes mencionados se podrá elaborar un Mapa de Zonificación Geotécnica?**

**Rpta:** Si, con todos los resultados obtenidos en esta investigación, se puede realizar un Mapa de Zonificación Geotécnica bien elaborado, así podrán tener en cuenta sus propiedades para una futura construcción.

**6. Comentarios y/o sugerencias**

**Rpta:** La investigación del alumno tiene mucho aporte e información fundamental para la comunidad.

**ENCUESTA Nro. 06**

**ENCUESTA A ESPECIALISTAS**

PRESENTADA POR:

BACH. ASTOCONDOR PEÑARRIETA DIEGO

ENCUESTADO:

ING. SOCRATES PEDRO MUÑOZ PÉREZ (CIP: 101909)

**“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ – CHICLAYO”**

**1. ¿Un Estudio de Zonificación geotécnico será relevante para los fines de cimentación superficial? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque puede servir como referencia para posteriores estudios más detallados y también le da un panorama muchos proyectistas de las características físicas, mecánicas y químicas del suelo de la zona.

**2. ¿Los Ensayo para determinar los Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Análisis Granulométrico son importantes para determinar las propiedades físicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, son importantes porque estos ensayos pueden darte una idea de los resultados que se puedan obtener en los ensayos para determinar las propiedades mecánicas del suelo.

**3. ¿El Ensayo para determinar el contenido de Sales Solubles Totales es importante para determinar las propiedades químicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Claro, para ver la cantidad de sales que puede tener el suelo, y ver si optamos por proteger la cimentación, con cemento tipo V u otra solución.

**4. ¿El Ensayo de Corte Directo es importante para determinar las propiedades mecánicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque obtienes el ángulo de fricción y cohesión, parámetros que sirven para el diseño de cimentaciones superficiales, profundas, estabilidad de taludes, presiones laterales.

**5. ¿Usted cree que con los resultados de los ensayos antes mencionados se podrá elaborar un Mapa de Zonificación Geotécnica?**

**Rpta:** Si, porque los resultados de los ensayos antes mencionados te permiten realizar un mapa de zonificación

**6. Comentarios y/o sugerencias**

**Rpta:** Las propuestas y ensayos elaborados en esta investigación aportarán mucho a dicho sector.

**ENCUESTA Nro. 07**

**ENCUESTA A ESPECIALISTAS**

PRESENTADA POR:

BACH. ASTOCONDOR PEÑARRIETA DIEGO

ENCUESTADO:

DR. ING WILFREDO FERNÁNDEZ MUÑOZ (CIP: 26682)

**“ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ – CHICLAYO”**

**1. ¿Un Estudio de Zonificación geotécnico será relevante para los fines de cimentación superficial? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque en el estudio de zonificación geotécnica se puede observar las propiedades mecánicas, físicas y químicas.

**2. ¿Los Ensayo para determinar los Límites de Atterberg, Contenido de Humedad y Análisis Granulométrico son importantes para determinar las propiedades físicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Sí, porque al determinar esos ensayos, se determina las propiedades físicas del suelo

**3. ¿El Ensayo para determinar el contenido de Sales Solubles Totales es importante para determinar las propiedades químicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque es importante determinar los sulfatos, cloruros y PH para poder determinar el tipo de cemento a usar.

**4. ¿El Ensayo de Corte Directo es importante para determinar las propiedades mecánicas de un suelo? ¿Por qué?**

**Rpta:** Si, porque es importante determinar el ángulo de fricción interna y la cohesión para poder realizar un futuro diseño en dicho lugar.

**5. ¿Usted cree que con los resultados de los ensayos antes mencionados se podrá elaborar un Mapa de Zonificación Geotécnica?**

**Rpta:** Si, con los resultados obtenidos de los ensayos es posible realizar un mapa de zonificación.

**6. Comentarios y/o sugerencias**

**Rpta:** La presente investigación tendrá buen aporte para la comunidad y el distrito al cual pertenece.

### ANEXO 3: PERFIL ESTRATIGRÁFICO

**Tesista** : DIEGO ASTOCONDOR PEÑARRIETA  
**Proyecto** : "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"  
**Departamento** : LAMBAYEQUE  
**Ciudad** : CHICLAYO  
**Ubicación** : SECTOR PÓMAPE, DISTRITO DE MONSEFÚ  
**Fecha apertura** : 18/09/2020

**Calicata : C - 1**

**Nivel freático : 1.60 m**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo Grafico	Clasificación <b>SUCS</b>	Descripción	LL	LP	IP	w
						(%)	(%)	(%)	(%)
0.1	A C I E L O	M-1		<b>CL</b>	Arcilla de baja plasticidad con presencia de arena	46.65	18.55	28.09	21.01
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
1.0									
1.2									
1.4	A B I E R T O	M-2		<b>CL</b>	Arcilla de baja plasticidad con presencia de arena	47.09	14.96	32.13	20.76
1.8									
2.0									
2.2	A B I E R T O	M-3		<b>SC</b>	Arena arcillosa con presencia de grava	44.11	15.08	29.03	11.14
2.4									
2.6									
2.8									
3.0									
3.00									

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra  
 N.P. = No Presenta

LL = Limite Líquido.  
 LP = Limite Plástico.  
 IP = Indice de Plasticidad.  
 w = Humedad Natural

**Tesista** : DIEGO ASTOCONDOR PENARRIETA  
**Proyecto** : "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"  
**Departamento** : LAMBAYEQUE  
**Ciudad** : CHICLAYO  
**Ubicación** : SECTOR PÓMAPE, DISTRITO DE MONSEFÚ  
**Fecha apertura** : 18/09/2020

**Calicata : C - 2**

**Nivel freático : 2.40 m**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo Grafico	Clasificación SUCS	Descripción	LL	LP	IP	w
						(%)	(%)	(%)	(%)
0.1	A C I E L O	M-1		CH	Arcilla de alta plasticidad con presencia de arena	55.56	18.16	37.40	19.52
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
1.0									
1.2									
1.20	A B I E R T O	M-2		CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad	36.76	13.07	23.69	16.47
1.4									
1.8									
2									
2.2									
2.4									
2.4	A B I E R T O	M-3		CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad	36.94	14.58	22.36	15.45
2.6									
2.8									
3.0									
3.0									

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra  
 N.P. = No Presenta

LL = Limite Líquido.  
 LP = Limite Plástico.  
 IP = Indice de Plasticidad.  
 w = Humedad Natural

**Tesista** : DIEGO ASTOCONDOR PENARRIETA  
**Proyecto** : "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"  
**Departamento** : LAMBAYEQUE  
**Ciudad** : CHICLAYO  
**Ubicación** : SECTOR PÓMAPE, DISTRITO DE MONSEFÚ  
**Fecha apertura** : 18/09/2020

**Calicata : C - 3**

**Nivel freático : 2.00 m**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo Grafico	Clasificación SUCS	Descripción	LL	LP	IP	w
						(%)	(%)	(%)	(%)
0.1	A C I E L O	M-1		SC	Arena arcillosa	29.51	13.83	15.68	17.75
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
1.0	A B I E R T O	M-2		CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad	42.83	15.33	27.50	17.44
1.2									
1.4									
1.8									
2.0	A B I E R T O	M-3		SC	Arena arcillosa	62.57	15.00	47.57	19.77
2.2									
2.4									
2.6									
2.8									
3.0									

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra  
 N.P. = No Presenta

LL = Limite Líquido.  
 LP = Limite Plástico.  
 IP = Indice de Plasticidad.  
 w = Humedad Natural

**Tesista** : DIEGO ASTOCONDOR PENARRIETA  
**Proyecto** : "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"  
**Departamento** : LAMBAYEQUE  
**Ciudad** : CHICLAYO  
**Ubicación** : SECTOR PÓMAPE, DISTRITO DE MONSEFÚ  
**Fecha apertura** : 18/09/2020

**Calicata : C - 4**

**Nivel freático : 1.80 m**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo Gráfico	Clasificación SUCS	Descripción	LL (%)	LP (%)	IP (%)	w (%)
0.1	A C I E L O	M-1		<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad	61.41	19.56	41.85	18.85
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
1.0									
1.2									
1.20	A B I E R T O	M-2		<b>CL</b>	Arcilla arenosa de baja plasticidad	47.38	14.98	32.40	18.98
1.4									
1.8									
2									
2.2									
2.4	M-3		<b>SC</b>	Arena arcillosa	52.72	18.86	33.86	17.84	
2.6									
2.8									
3.0									

**Observaciones:**

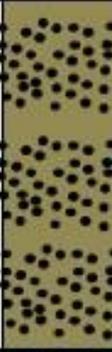
M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra  
 N.P. = No Presenta

LL = Limite Líquido.  
 LP = Limite Plástico.  
 IP = Índice de Plasticidad.  
 w = Humedad Natural

**Tesista** : DIEGO ASTOCONDOR PEÑARRIETA  
**Proyecto** : "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"  
**Departamento** : LAMBAYEQUE  
**Ciudad** : CHICLAYO  
**Ubicación** : SECTOR PÓMAPE, DISTRITO DE MONSEFÚ  
**Fecha apertura** : 18/09/2020

**Calicata : C - 5**

**Nivel freático : 1.20 m**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo Grafico	Clasificación SUCS	Descripción	LL	LP	IP	w
						(%)	(%)	(%)	(%)
0.1	A C I E L O	M-1		<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad	71.27	39.78	38.76	28.27
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
1.0									
1.2									
1.2	A B I E R T O	M-2		<b>CL</b>	Arcilla arenosa de baja plasticidad	39.78	15.02	24.76	25.63
1.4									
1.8									
2									
2.2									
2.4									
2.6									
2.8									
3.0									
		M-3		<b>SC</b>	Arena arcillosa	38.76	16.81	21.94	22.74

**Observaciones:**

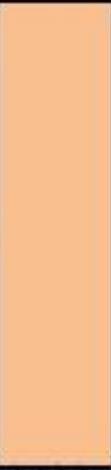
M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra  
 N.P. = No Presenta

LL = Limite Líquido.  
 LP = Limite Plástico.  
 IP = Indice de Plasticidad.  
 w = Humedad Natural

**Tesista** : DIEGO ASTOCONDOR PENARRIETA  
**Proyecto** : "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"  
**Departamento** : LAMBAYEQUE  
**Ciudad** : CHICLAYO  
**Ubicación** : SECTOR PÓMAPE, DISTRITO DE MONSEFÚ  
**Fecha apertura** : 18/09/2020

**Calicata : C - 6**

**Nivel freático : 2.20 m**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo Grafico	Clasificación SUCS	Descripción	LL	LP	IP	w
						(%)	(%)	(%)	(%)
0.1	A C I E L O	M-1		<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad	70.87	22.99	47.88	21.01
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.2	A B I E R T O	M-2		<b>SC</b>	Arena arcillosa	41.37	15.12	26.25	20.67
1.4									
1.8									
2									
2.2									
2.4									
2.6									
2.8	M-3		<b>SC</b>	Arena arcillosa	44.69	16.95	27.75	22.69	
3.0									

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra  
 N.P. = No Presenta

LL = Limite Líquido.  
 LP = Limite Plástico.  
 IP = Indice de Plasticidad.  
 w = Humedad Natural

## ANEXO 4: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

METROTEC

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**  
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 256 - 2019**

Página 1 de 3

1. Expediente	18560	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS	
3. Dirección	Cal. Britaldo Gonzales N° 183 Cercado, Pueblo Nuevo - Ferreñafe - LAMBAYEQUE.	
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	300 kgf	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	CD-01 (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Indicador	ANALÓGICO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	BAKER	
Número de Serie	N5625	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de Escala / Resolución	0,01 mm	
6. Fecha de Calibración	2019-09-26	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-09-26	 <b>JUAN C. QUISPE MORALES</b>	

---

**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
 Av. San Diego de Alcalá No. 1111 Esq. 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
 Telf.: (51) 509-0942  
 Cel.: (51) 973 429 272 / 942 832 342 / 973 439 282  
 RPM: 973 439 272 / 994 263 342 / 973 439 282  
 RFC: 848637490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
 www.metrologiatecnicas.com  
 WWW: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 256 - 2019**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 2

**7. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia al método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2005.

**8. Lugar de calibración**

Laboratorio de Fuerza de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego. San Martín de Porres - Lima

**9. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	19,8 °C
Humedad Relativa	69 % HR	69 % HR

**10. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrada a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 006-18B/C

**11. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido al equipo.



**12. Resultados de Medición**

El equipo presenta ANILLO DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 300 kgf

Marca : NO INDICA

Clase : NO INDICA

Identificación : CD-01

%	Divisiones	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				Error de Exactitud a (%)	Incertidumbre U (k=2) (%)
		F <sub>1</sub> (kgf)	F <sub>2</sub> (kgf)	F <sub>3</sub> (kgf)	F <sub>4</sub> (kgf)		
10	10	25,5	25,58	25,76	25,66	-0,8	0,4
20	20	50,7	50,66	50,85	50,25	0,5	0,4
30	30	75,4	75,10	74,96	74,76	0,9	0,4
40	40	99,8	100,72	100,05	100,40	-0,6	0,4
50	50	123,7	124,90	123,80	124,06	-0,5	0,4
60	60	147,2	148,06	147,06	147,75	-0,2	0,4
70	70	170,5	170,66	169,12	169,84	0,2	0,4
80	80	192,9	193,00	191,72	192,72	0,2	0,4
90	90	215,1	216,02	214,22	215,22	0,0	0,4
100	100	237,0	238,28	236,38	237,38	-0,2	0,4

Con los resultados obtenidos se realizó la siguiente ecuación de ajuste:

Y = Fuerza (kgf)  
X = Valores del Cal

$$Y = -0,00211 x^2 + 2,582 x - 0,144$$

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

# ANEXO 5: ENSAYOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITES Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



**SOILS E.I.R.L.**

Certificado INDECOPRI N°0106712 RNP Servicios S0858324

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO.  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

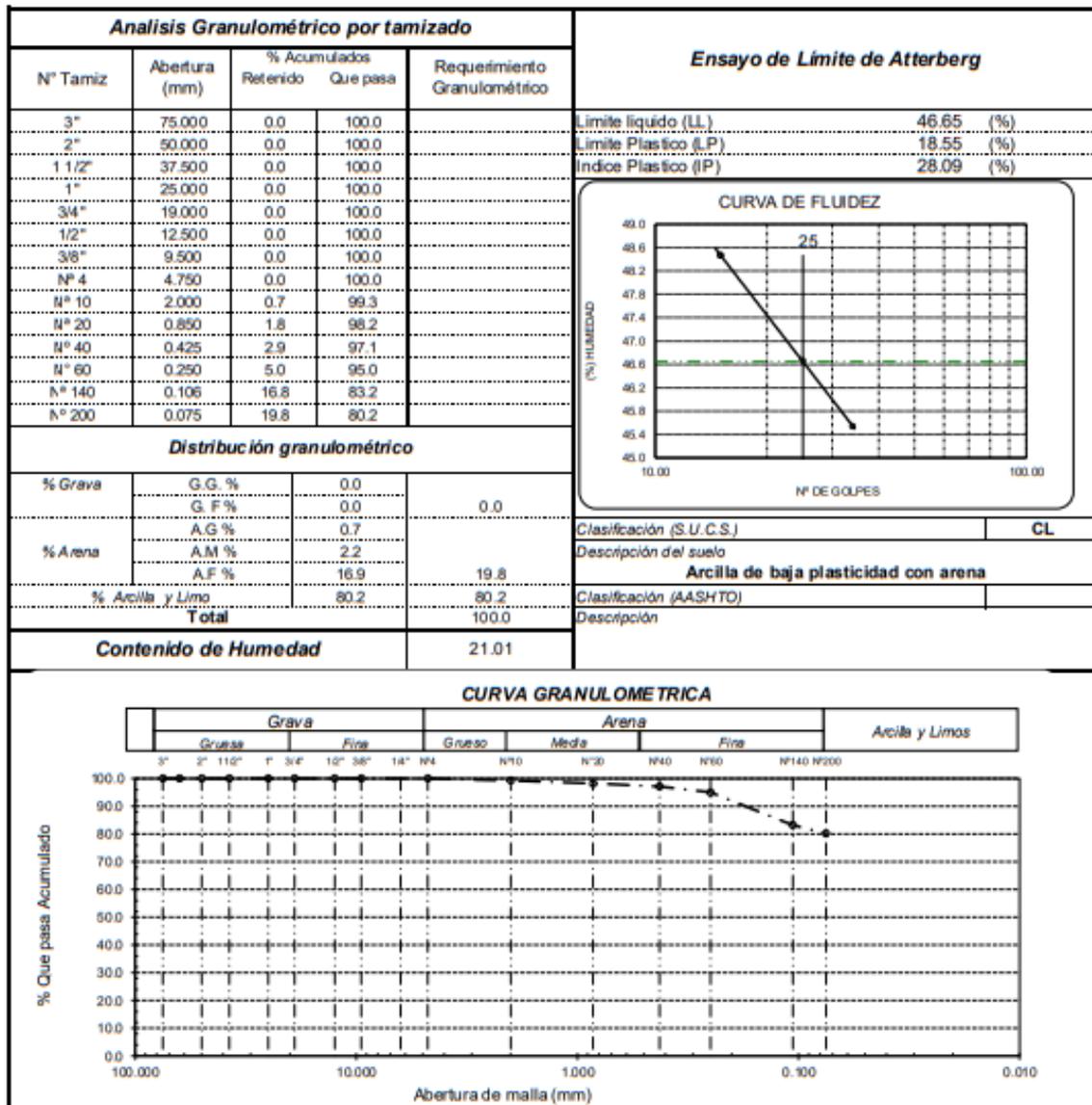
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.90 m



**Observaciones:**

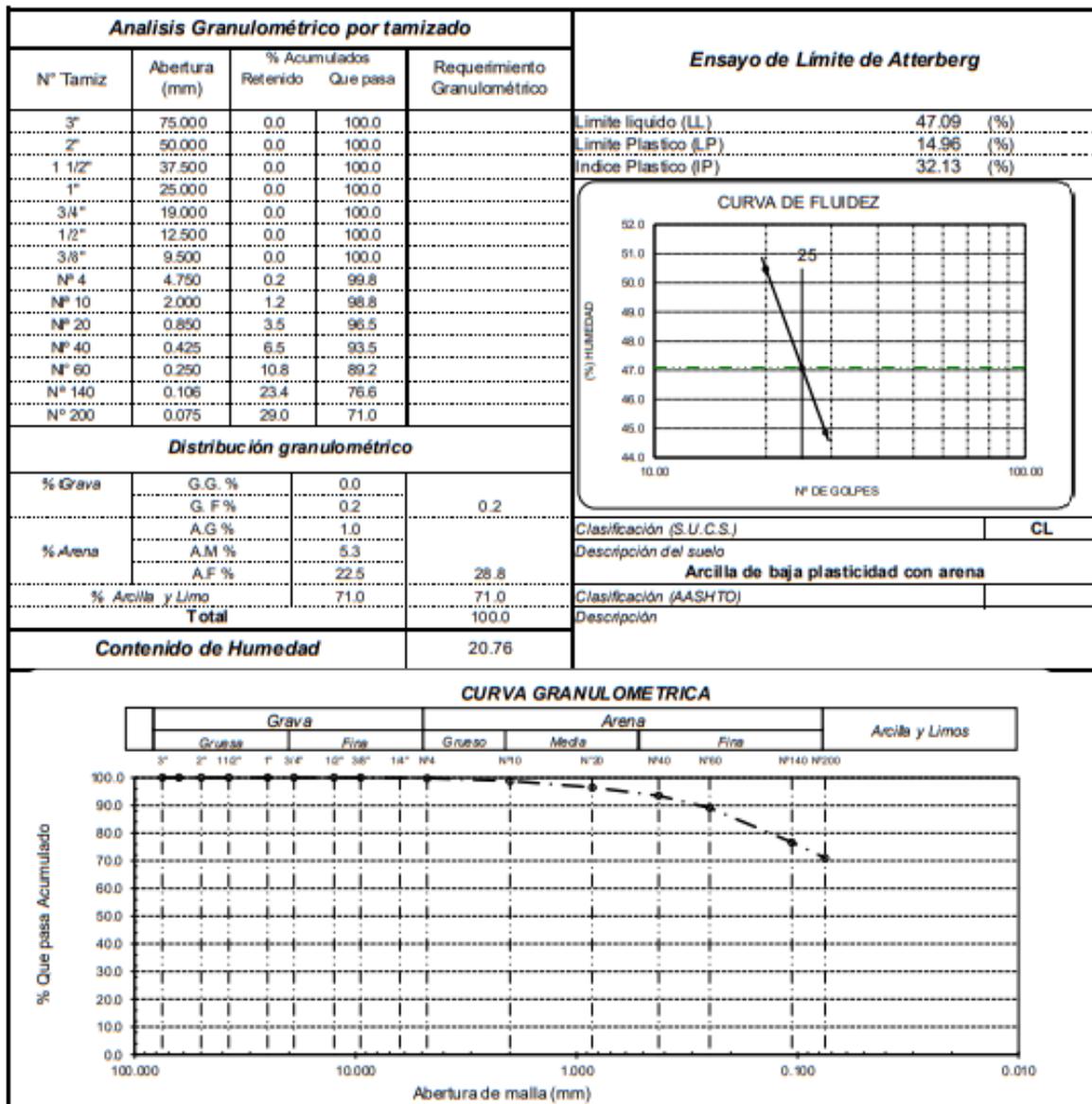
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

**Solicitante** : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
**Proyecto** : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
**Ubicación** : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : 18 de agosto del 2020.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.90 - 1.80 m


**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

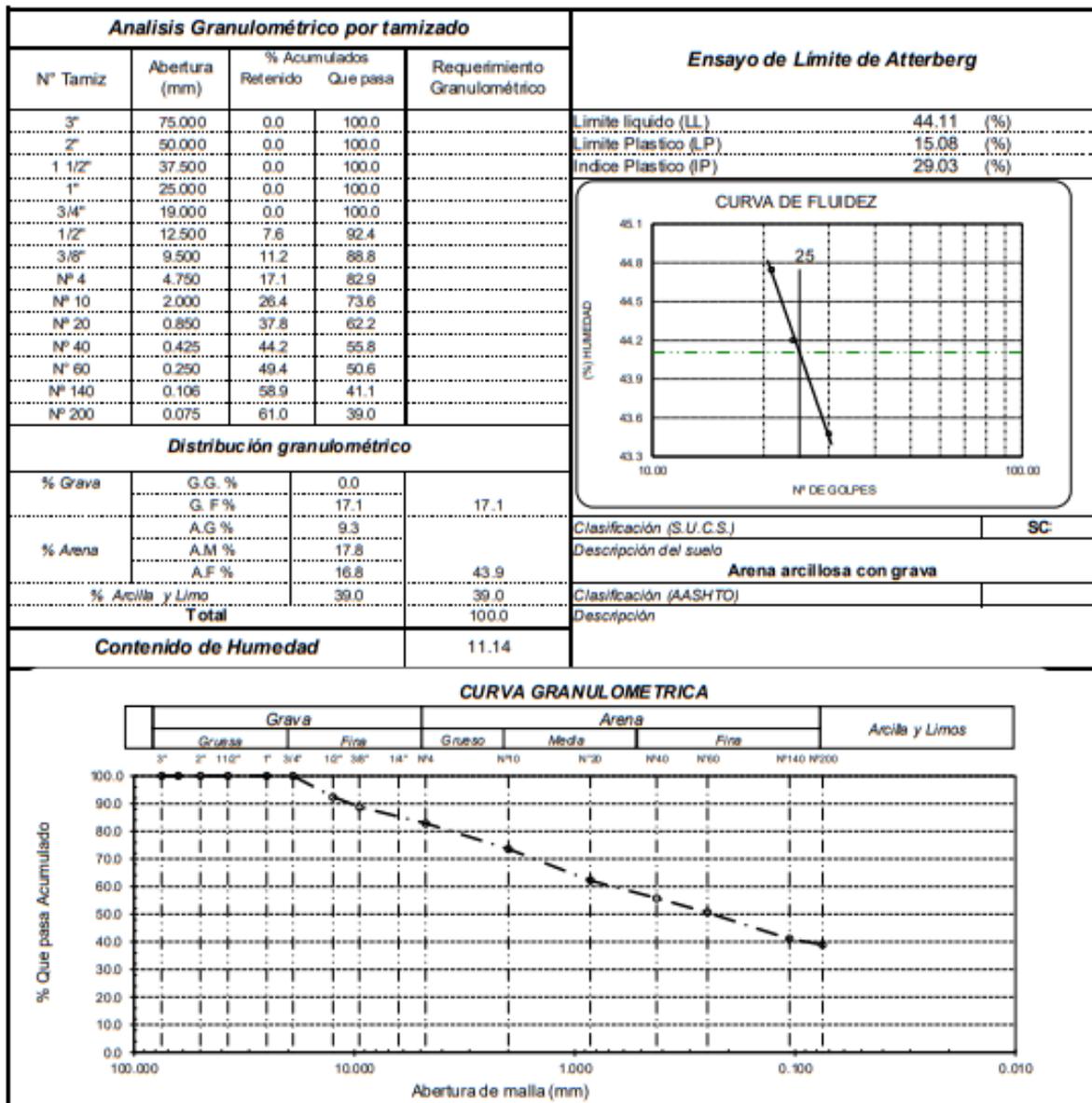
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 3

Profundidad: 1.80 - 3.00 m

**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

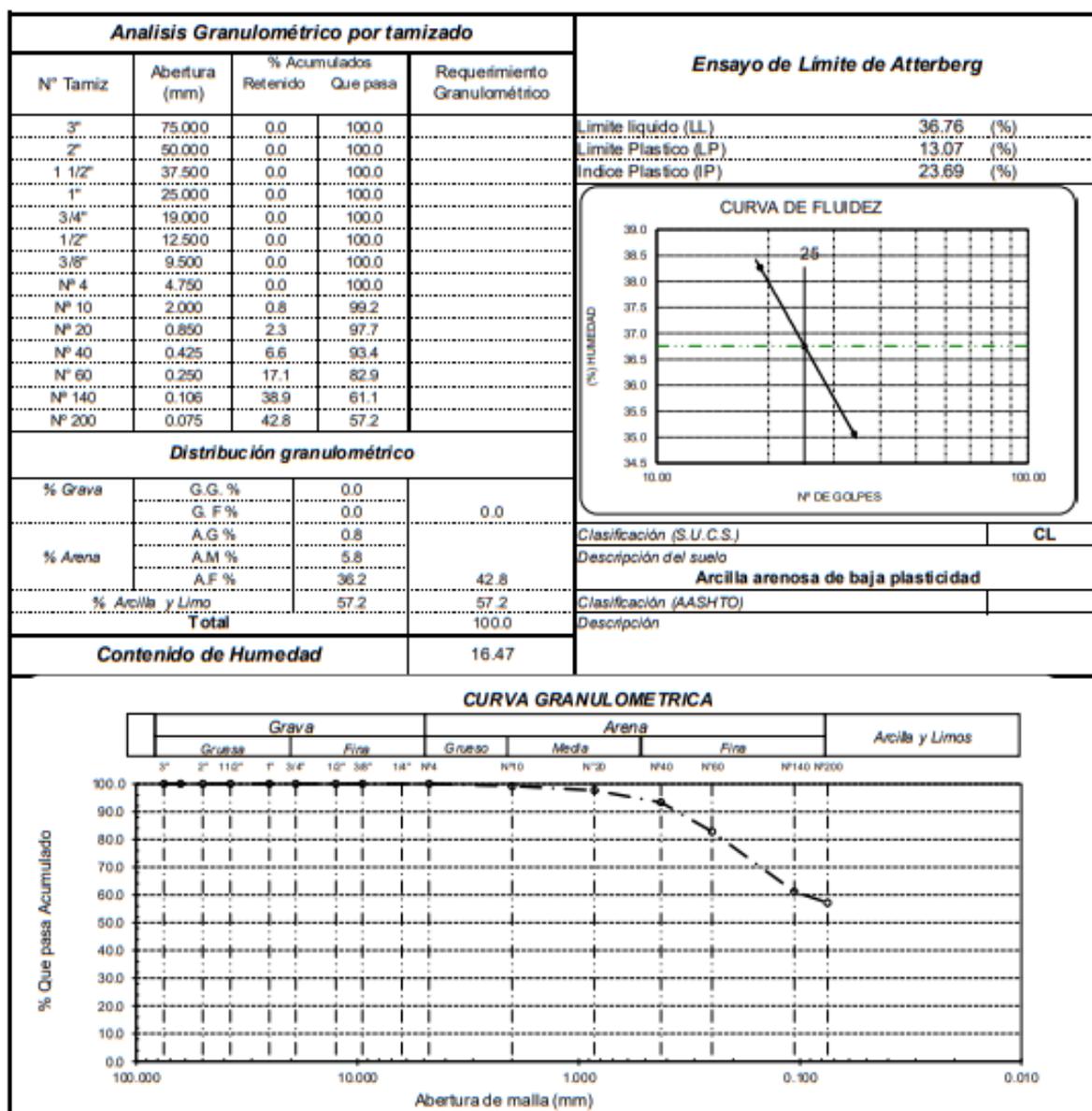


Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 2

Profundidad: 1.00 - 1.90 m


**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

**Solicitante** : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
**Proyecto** : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
**Ubicación** : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : 18 de agosto del 2020.

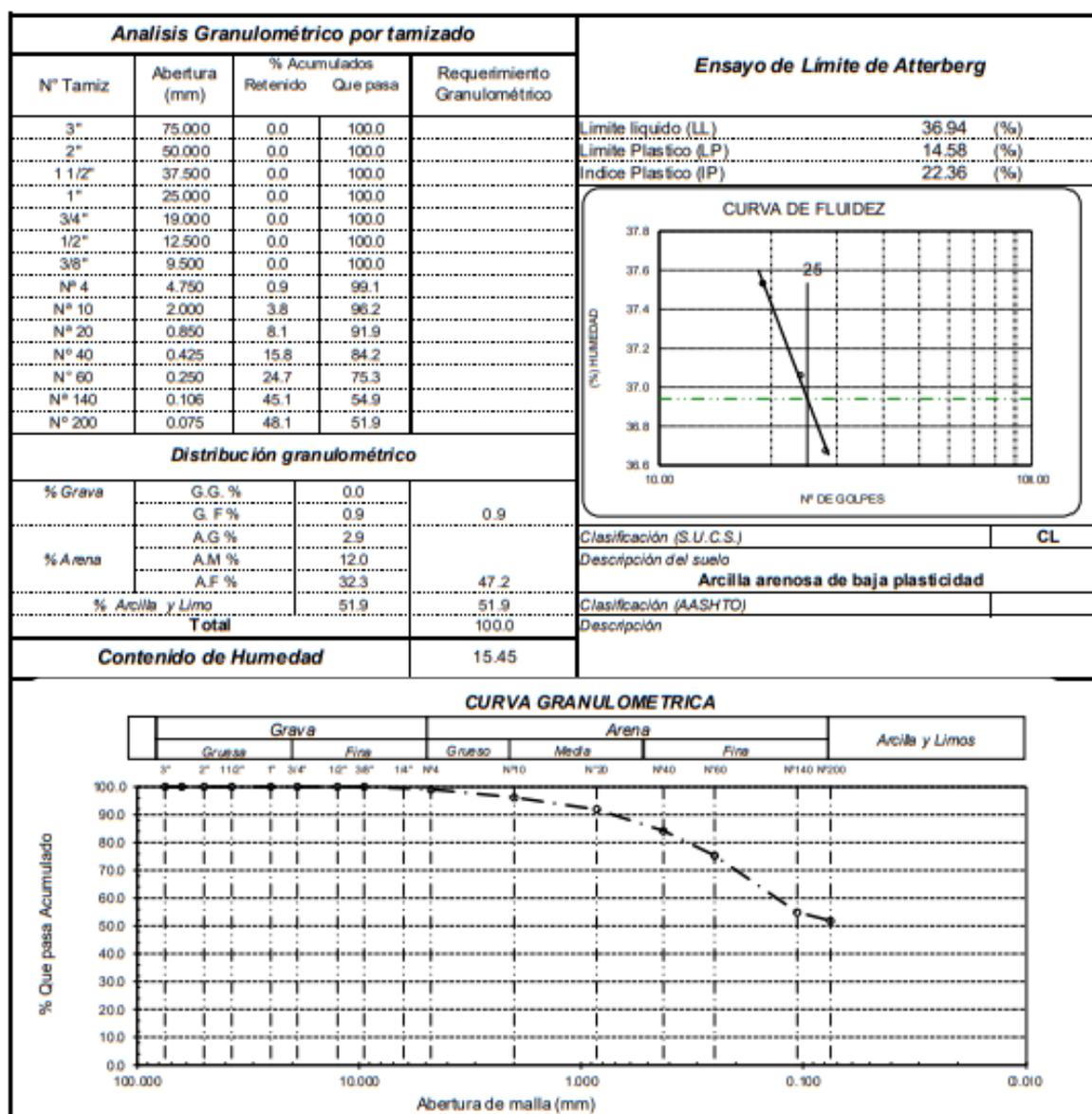
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 3

Profundidad: 1.90 - 3.00 m


**Observaciones:**

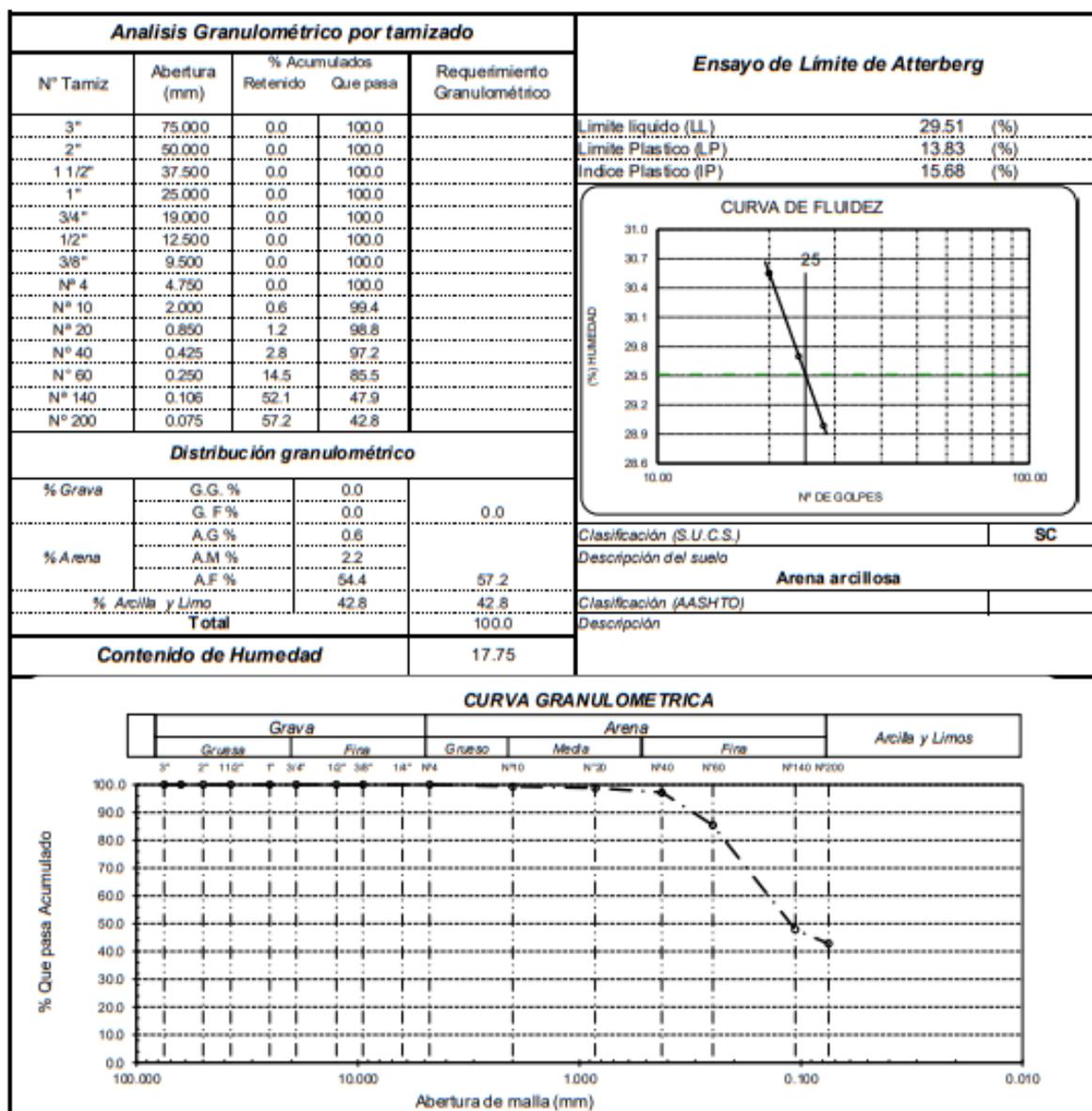
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 3

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.80 m


**Observaciones:**

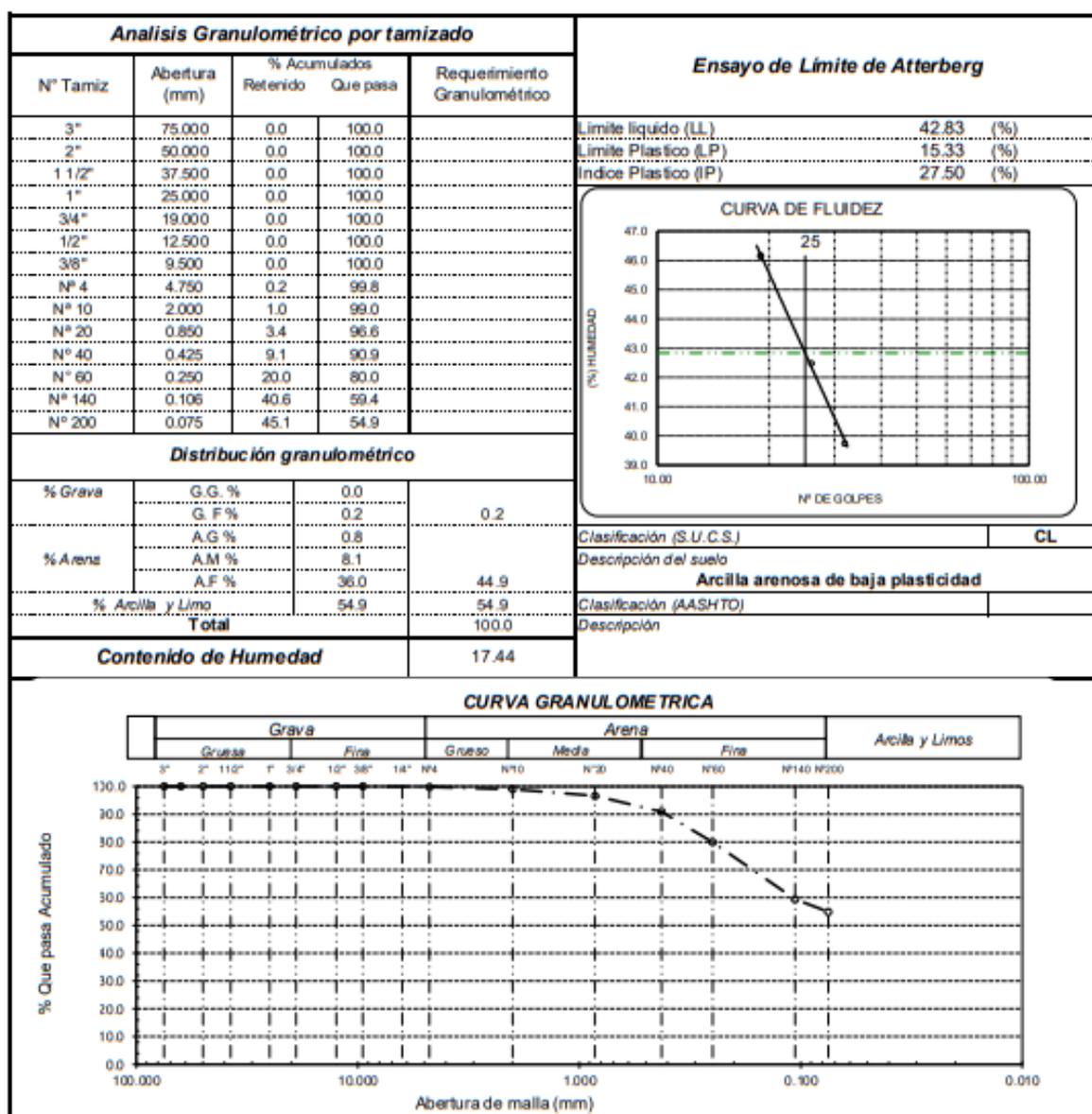
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1 a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 3

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.80 - 1.60 m


**Observaciones:**

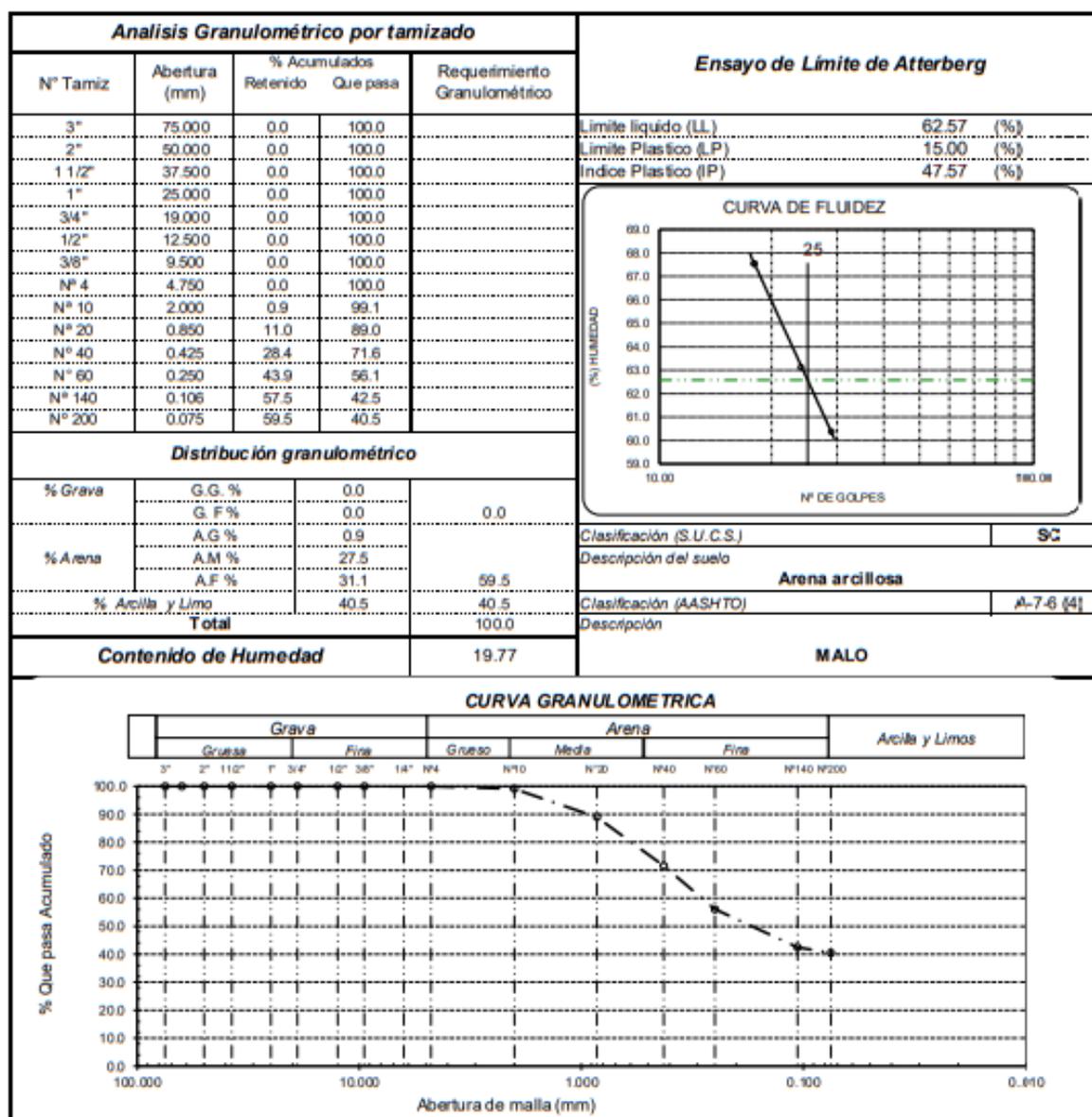
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

**Solicitante** : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
**Proyecto** : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
**Ubicación** : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : 18 de agosto del 2020.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C - 3

Muestra: M - 3

Profundidad: 1.60 - 3.00 m


**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

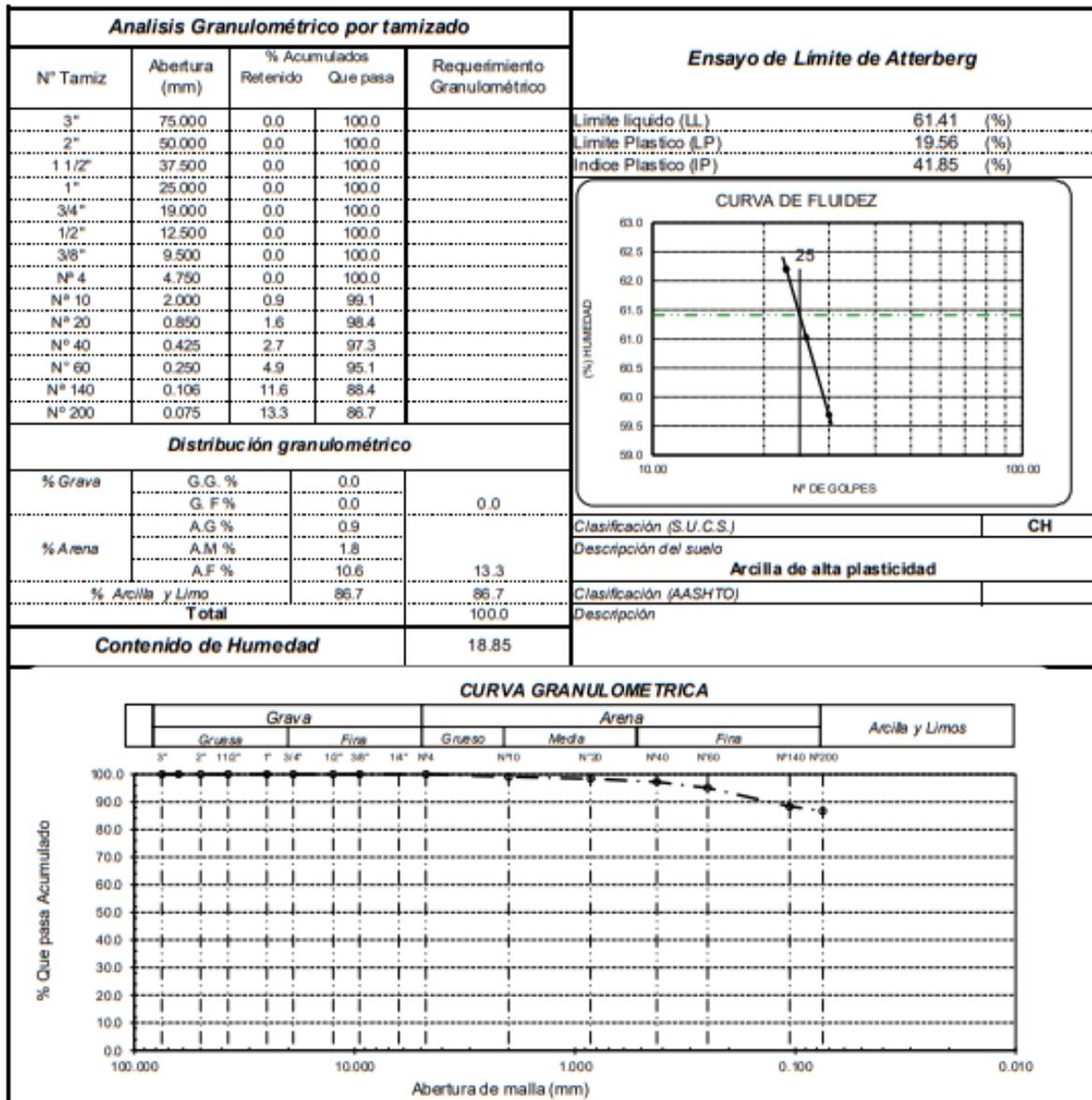


Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO.  
Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.  
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
: N.T.P. 399.131  
: N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C - 4

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.00 m



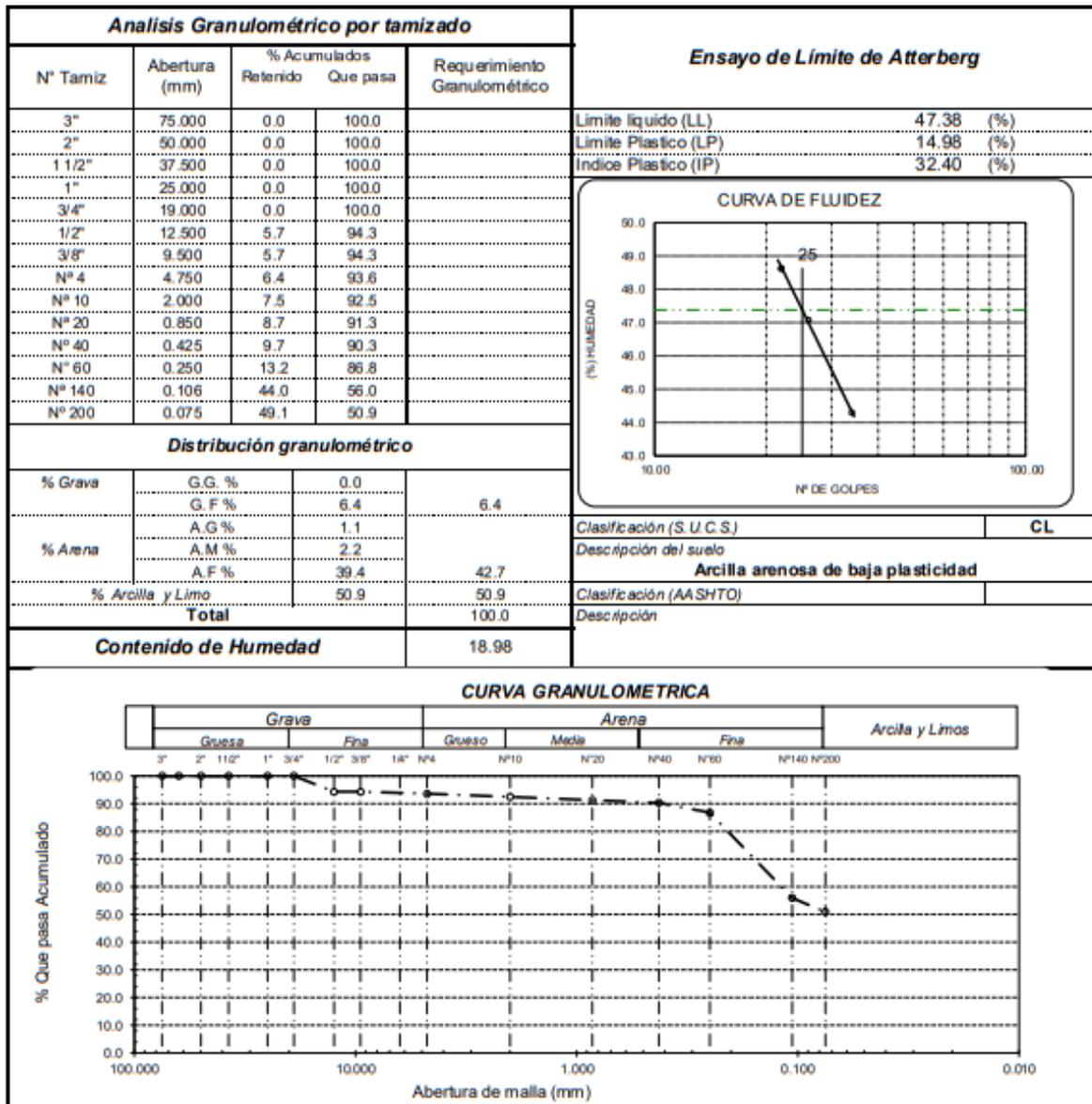
Observaciones:  
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

**Solicitante** : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
**Proyecto** : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
**Ubicación** : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
**Fecha de apertura** : 18 de agosto del 2020.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 4

Muestra: M - 2

Profundidad: 1.00 - 2.00 m


**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

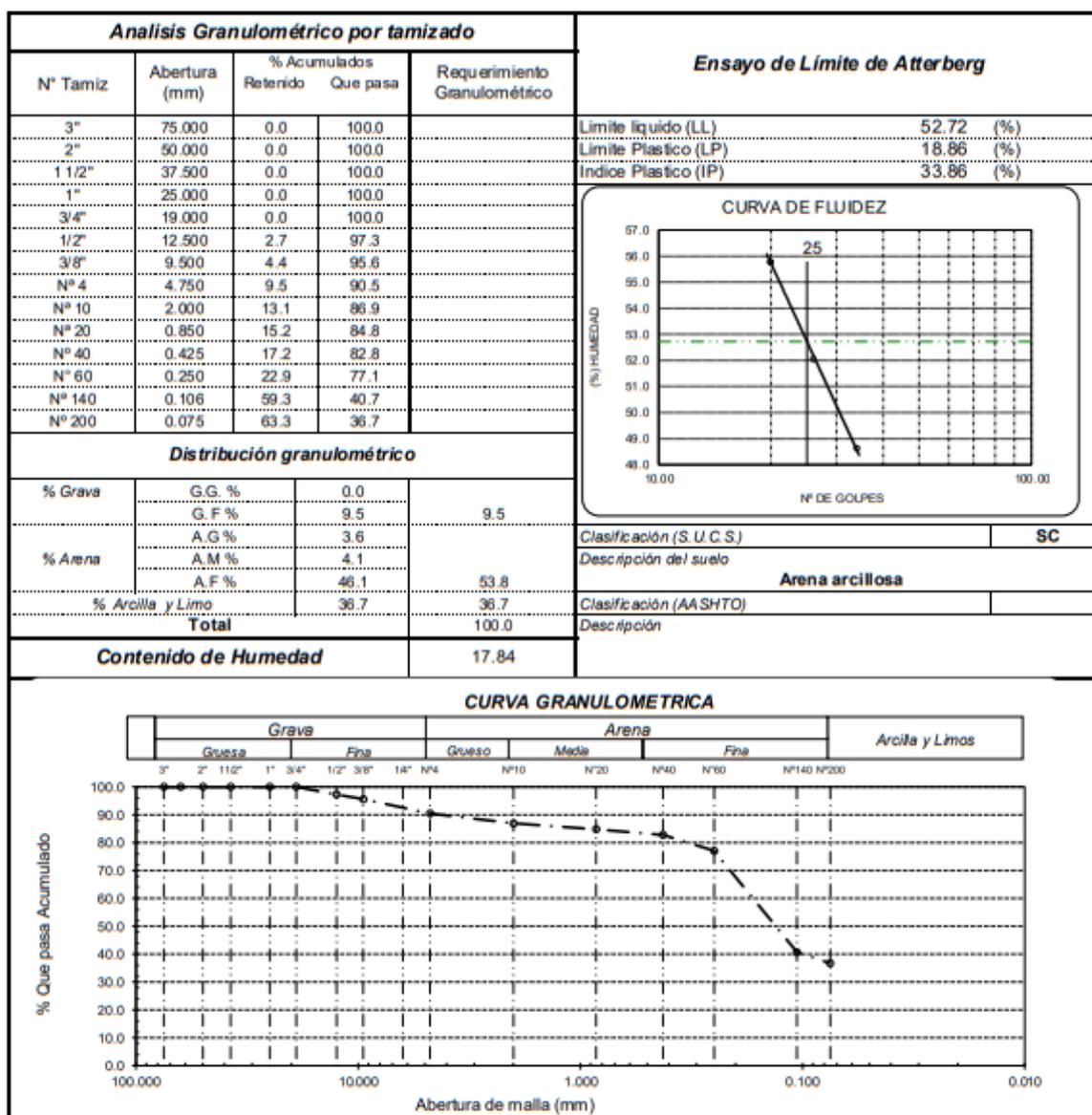
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 4

Muestra: M - 3

Profundidad: 2.00 - 3.00 m



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**SOILS E.I.R.L.**

Certificado INDECOPIN 00106712 RNP Servicios S0858324

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

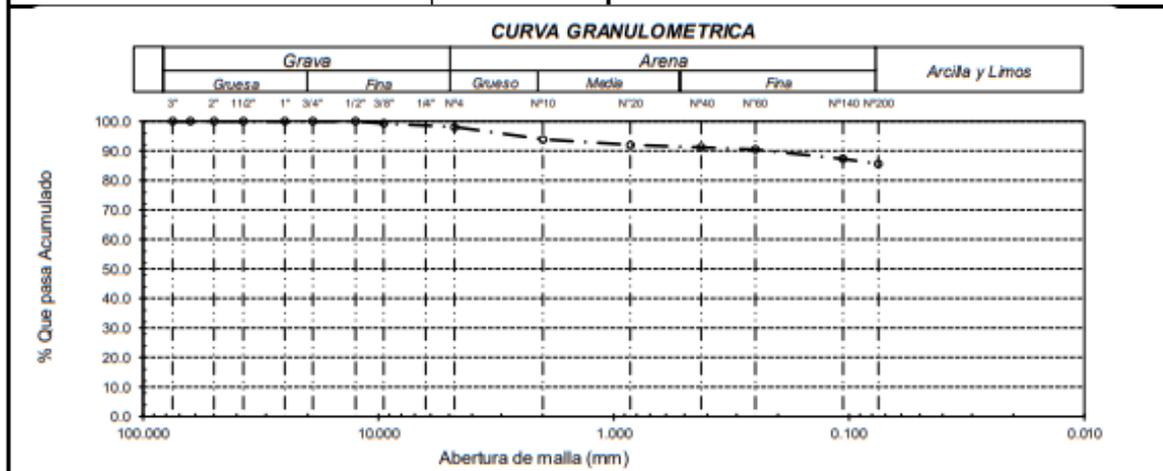
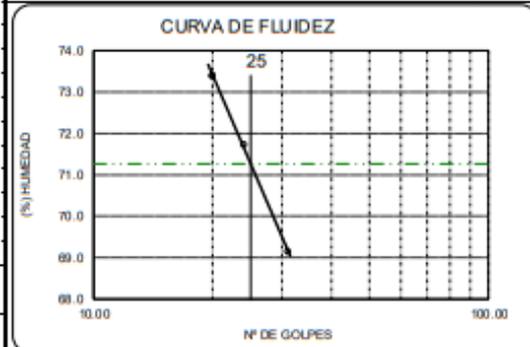
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 5

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.70 m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa	Requerimiento Granulométrico	
3"	75.000	0.0	100.0		Límite líquido (LL) 71.27 (%)
2"	50.000	0.0	100.0		Límite Plástico (LP) 22.30 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) 48.97 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.7	99.3		
N° 4	4.750	1.9	98.1		
N° 10	2.000	6.1	93.9		
N° 20	0.850	8.0	92.0		
N° 40	0.425	8.8	91.2		
N° 60	0.250	9.5	90.5		
N° 140	0.106	12.7	87.3		
N° 200	0.075	14.4	85.6		
Distribución granulométrica					
% Grava	G.G. %	0.0		1.9	Clasificación (S.U.C.S.) CH
	G.F. %	1.9			
% Arena	A.G. %	4.2		12.5	Descripción del suelo <b>Arcilla de alta plasticidad</b>
	A.M. %	2.7			
	A.F. %	5.6			
% Arcilla y Limo		85.6		85.6	Clasificación (AASHTO)
<b>Total</b>				100.0	Descripción
<b>Contenido de Humedad</b>				28.27	



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

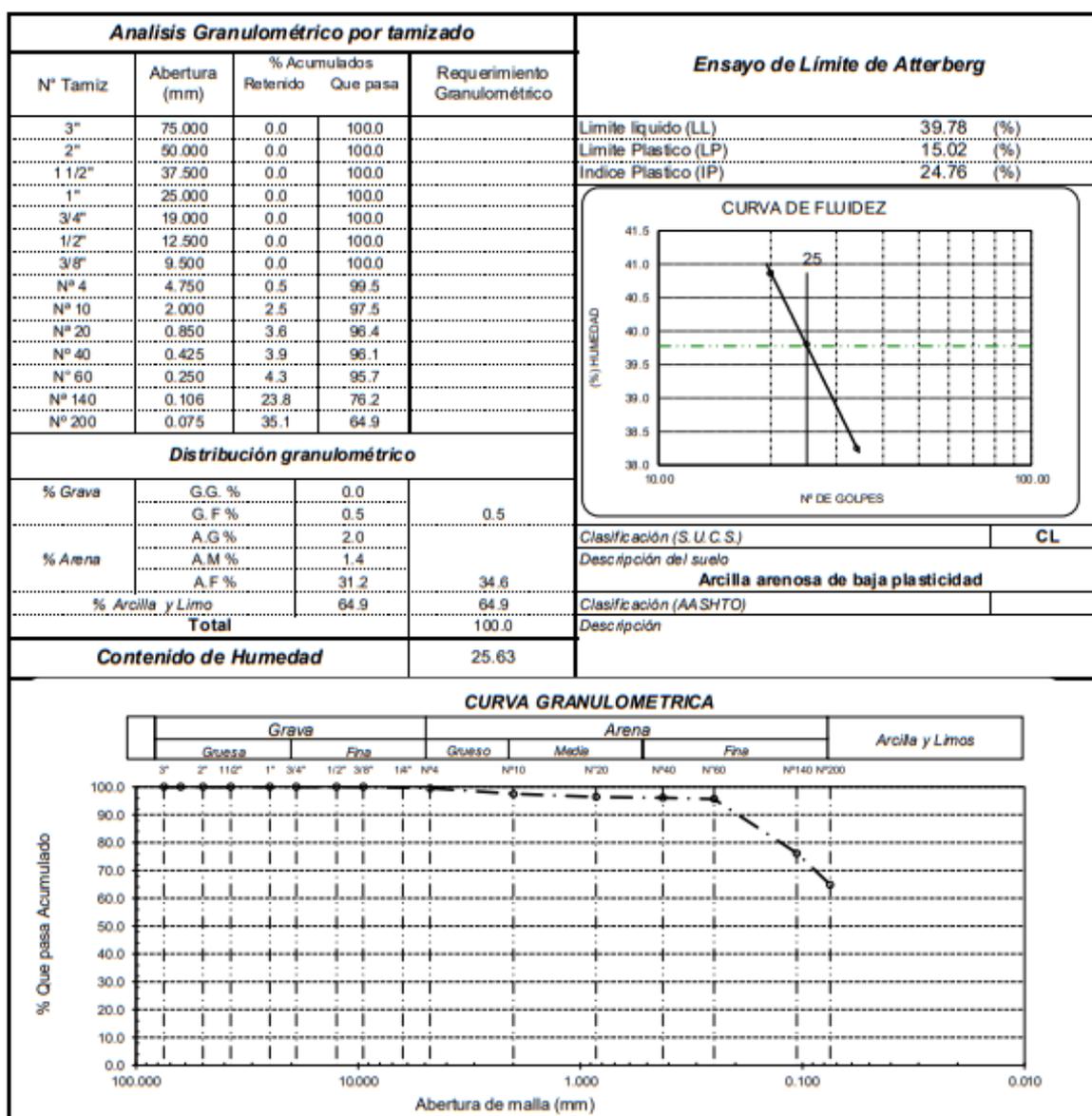
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 5

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.70 - 2.10 m

**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

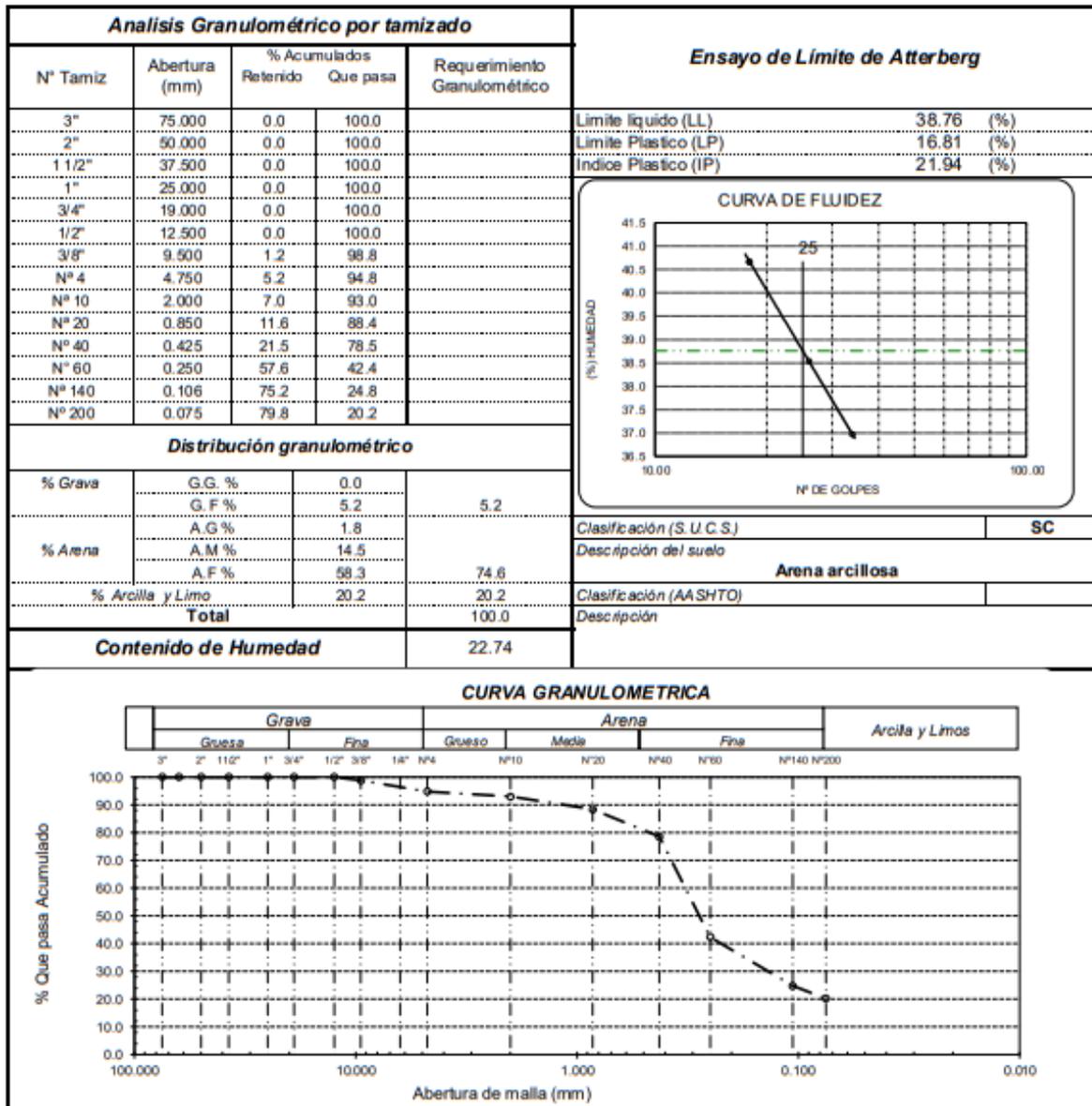
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 5

Muestra: M - 3

Profundidad: 2.10 - 3.00 m



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

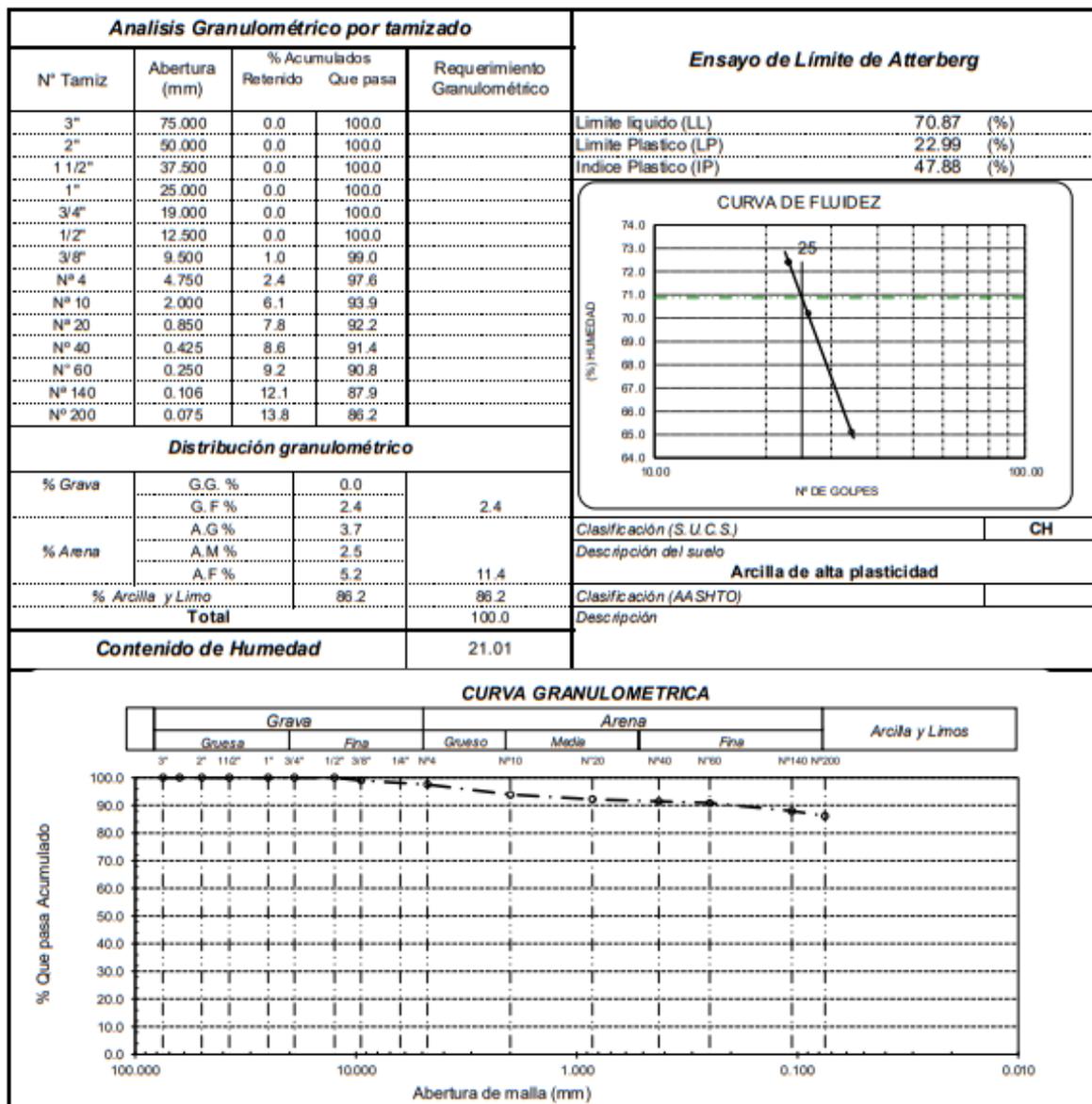
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 6

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 0.90 m



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

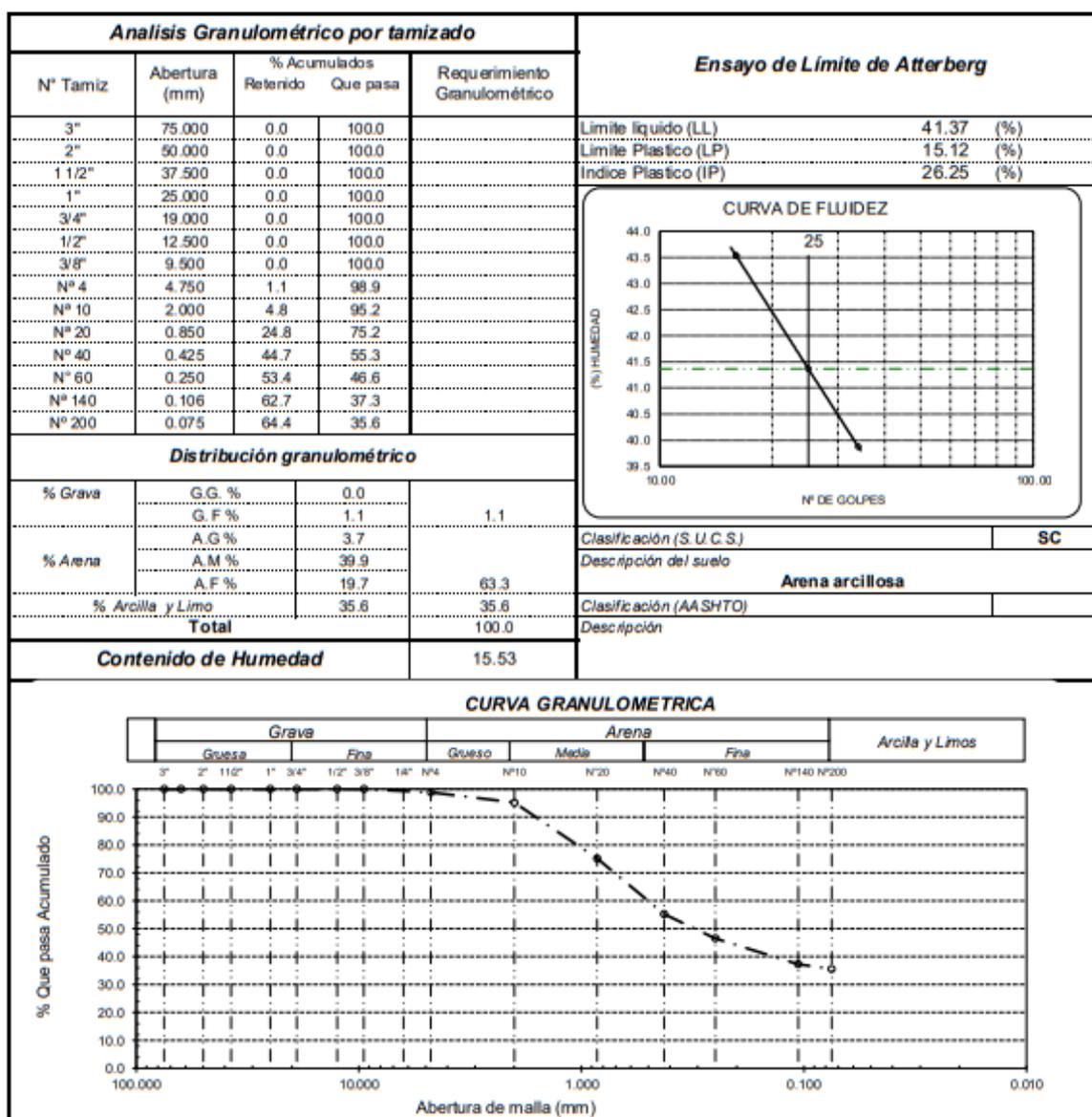
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 6

Muestra: M - 2

Profundidad: 0.90 - 2.20 m



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Distrito Monsefú, Provi. Chiclayo, Depto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de agosto del 2020.

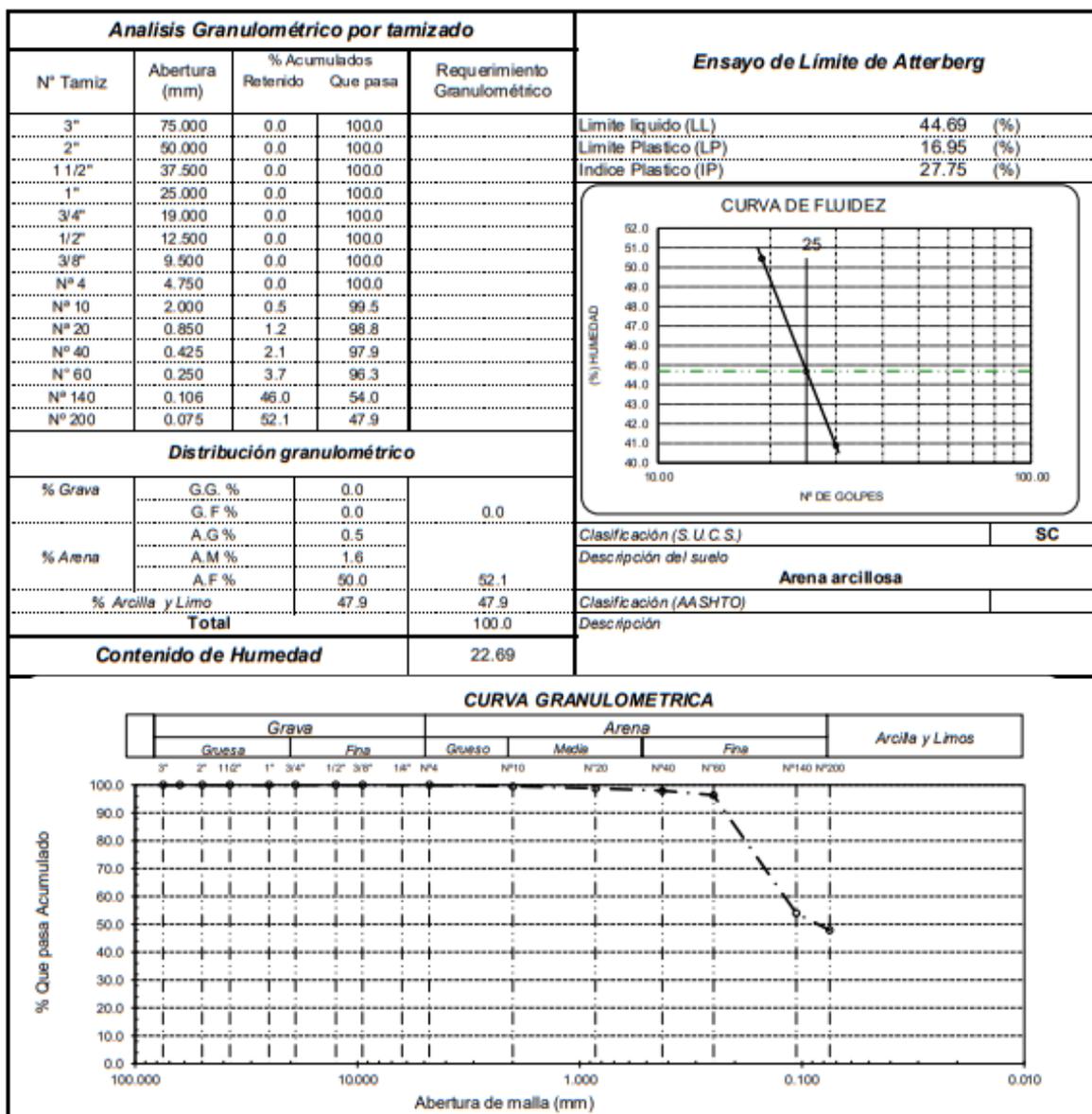
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 6

Muestra: M - 3

Profundidad: 2.20 - 3.00 m

**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

## ANEXO 6: ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

	<p><b>SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES</b></p> <p>Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE</p> <p>RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI</p> <p>Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484</p> <p>CODIGO OSCE N° S0090112</p> <p>LABORATORIO SEGENMA</p>
---	--

### ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

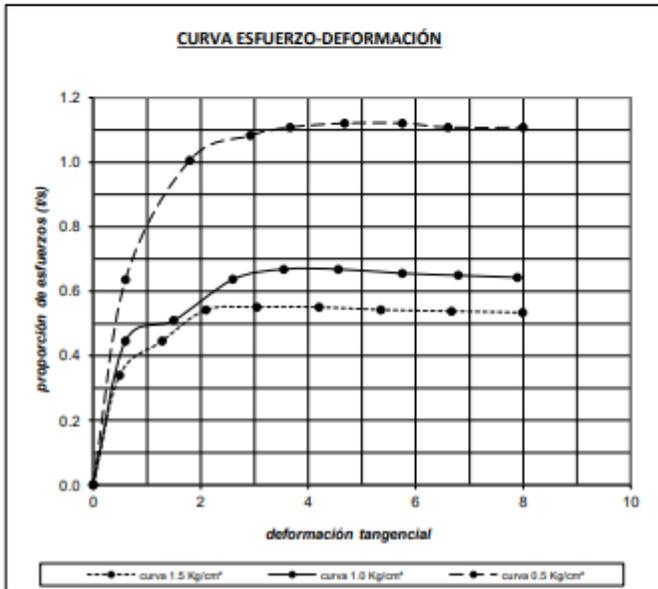
ENSAYO REALIZADO PARA: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO\*

UBICACIÓN: SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

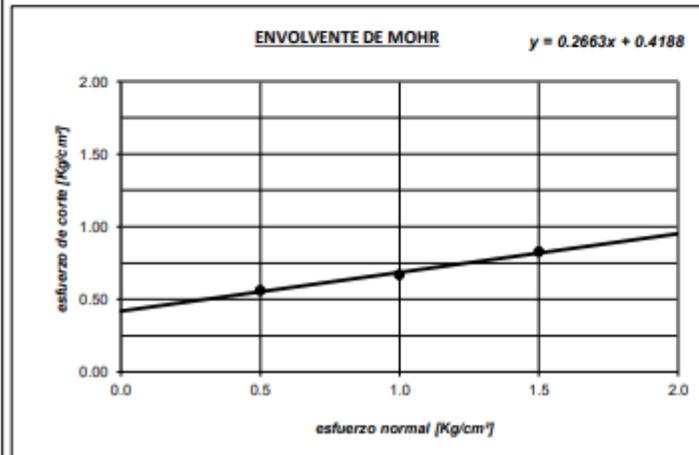
FECHA: 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.13 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Ángulo de fricción interna: 14.91 °

CALICATA MUESTRA : C-1 Prof. 1.00 m



N° especimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\sigma/\sigma$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.573	0.5	21.06	22.41	0.560	1.121	1.904	1.926
2	1.587	1.0	20.86	22.38	0.668	0.668	1.918	1.942
3	1.597	1.5	21.68	23.32	0.827	0.551	1.944	1.970



	<b>SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES</b>
	Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
	RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI
	Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
	CODIGO OSCE N° S0090112 LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

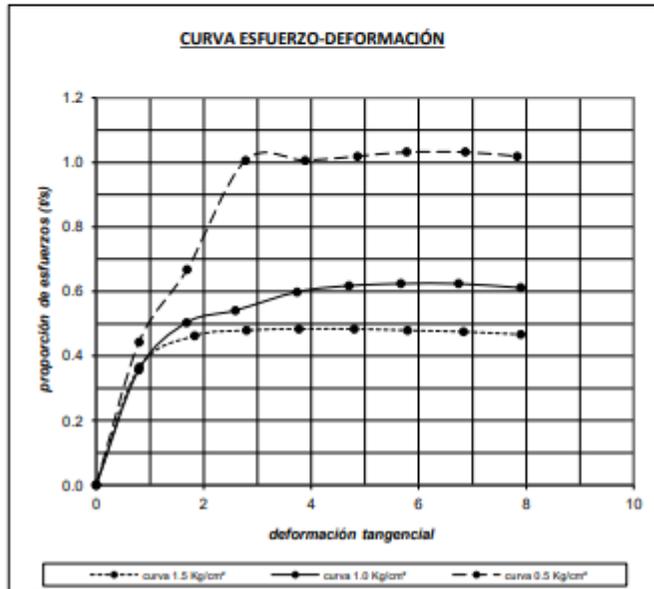
ENSAYO REALIZADO PARA: "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"

UBICACIÓN: SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

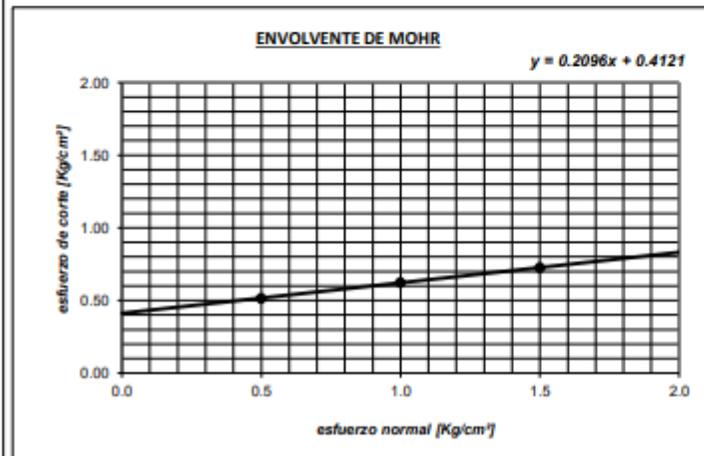
FECHA: 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.12 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Ángulo de fricción interna: 11.84 °

**CALICATA MUESTRA : C-1 Prof. 1.50 m**



N° espécimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\tau/\sigma$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.566	0.5	21.08	23.69	0.516	1.032	1.896	1.937
2	1.573	1.0	21.36	24.03	0.624	0.624	1.908	1.950
3	1.581	1.5	21.24	24.22	0.725	0.484	1.917	1.964





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO  
Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 163 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° S0090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

ENSAYO REALIZA "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO "

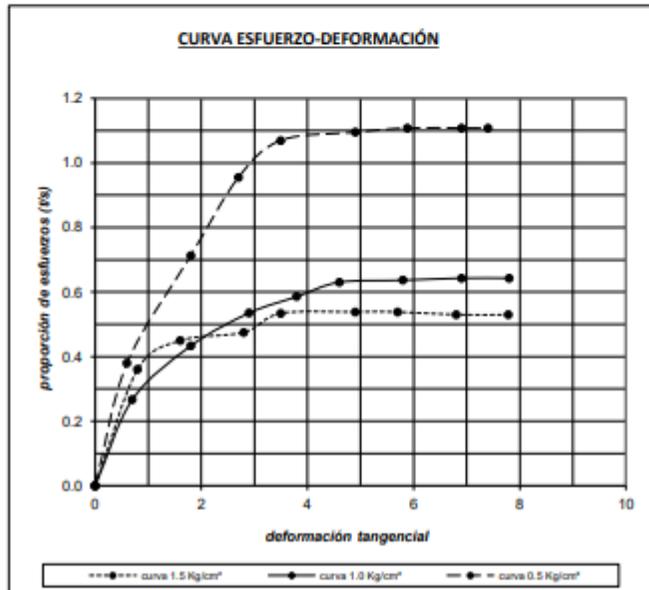
UBICACIÓN SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

FECHA 22/08/2020

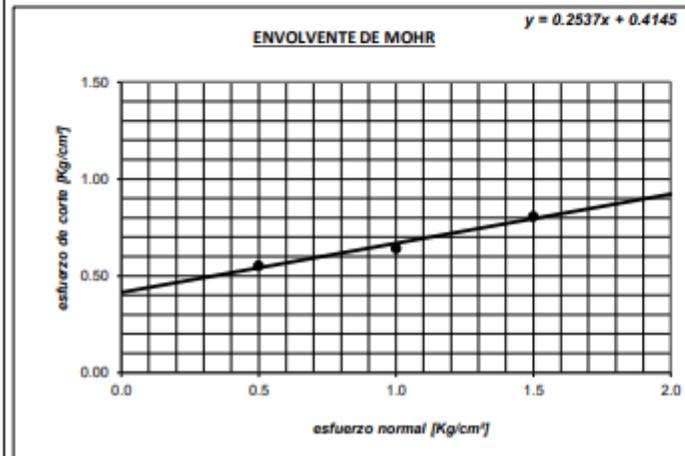
Cohesión del suelo : 0.13 Kg/cm<sup>2</sup>

Ángulo de fricción interna: 14.24 °

CALICATA MUESTRA : C-2 Prof. 1.00 m



N° especimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural (%)	Humedad saturada (%)	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\frac{\tau}{\sigma}$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.573	0.5	21.74	24.03	0.554	1.108	1.915	1.951
2	1.580	1.0	21.91	24.22	0.643	0.643	1.926	1.962
3	1.595	1.5	21.54	23.79	0.808	0.538	1.938	1.974





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO  
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
CODIGO OSCE N° S0090112  
LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

ENSAYO REALIZADO EN EL "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"

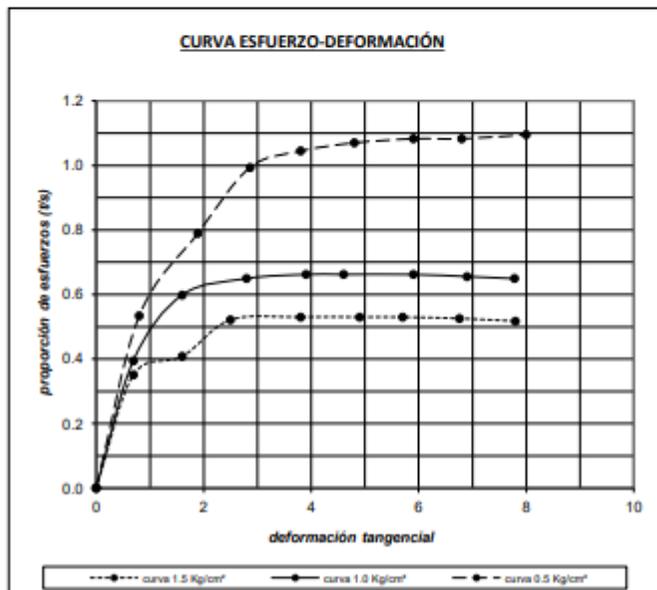
UBICACIÓN: SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

FECHA: 22/08/2020

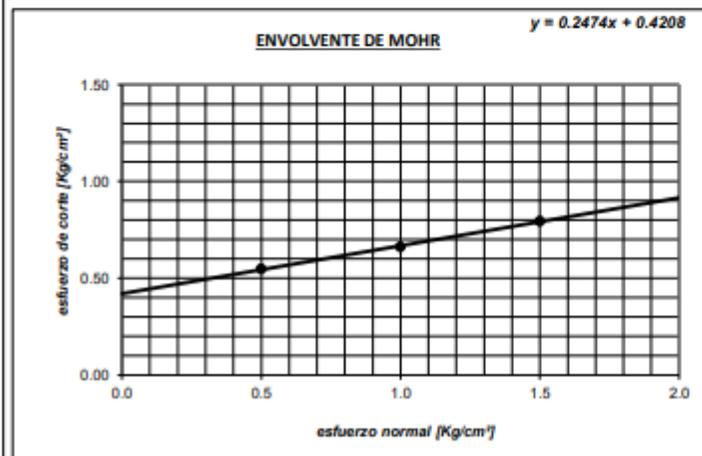
Cohesión del suelo : 0.11 Kg/cm<sup>2</sup>

Ángulo de fricción interna: 13.90 °

CALICATA MUESTRA : C-2 Prof. 1.50 m



N° espécimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\frac{c}{\sigma}$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.609	0.5	22.81	24.94	0.548	1.095	1.976	2.010
2	1.625	1.0	22.96	25.14	0.662	0.662	1.998	2.033
3	1.640	1.5	22.46	24.65	0.795	0.530	2.008	2.044





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO  
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
CODIGO OSCE N° S0090112  
LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

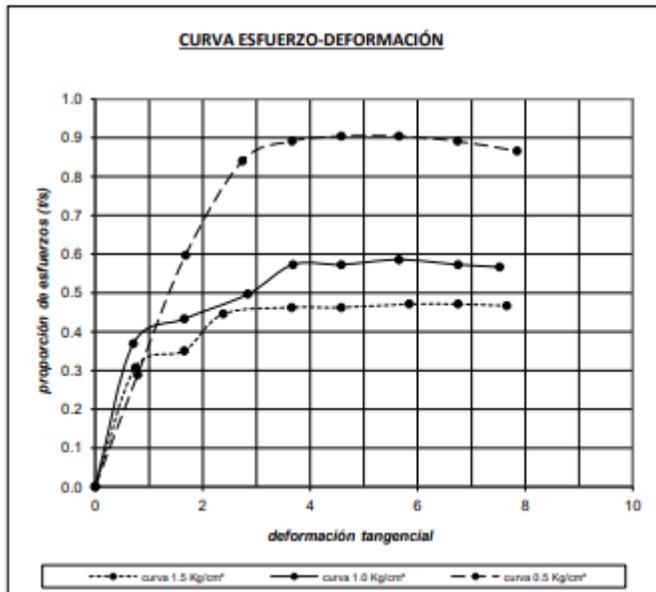
ENSAYO REALIZADO EN: "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"

UBICACIÓN: SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

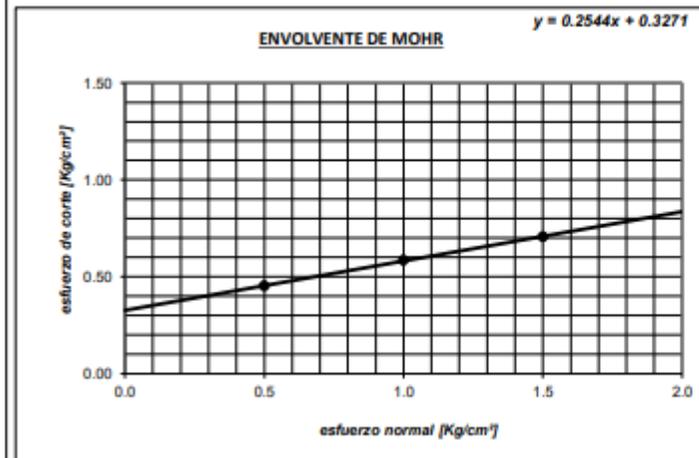
FECHA: 22/08/2020

CALICATA MUESTRA : C-3 Prof. 1.00 m

Cohesión del suelo : 0.14 Kg/cm<sup>2</sup>  
Ángulo de fricción interna: 14.27 °



N° especimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\sigma/\sigma$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.680	0.5	18.52	21.19	0.452	0.904	1.992	2.037
2	1.688	1.0	18.23	21.00	0.586	0.586	1.995	2.042
3	1.680	1.5	19.85	22.19	0.706	0.471	2.013	2.052





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO  
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
Email: leonidasymas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
CODIGO OSCE N° S0090112  
LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

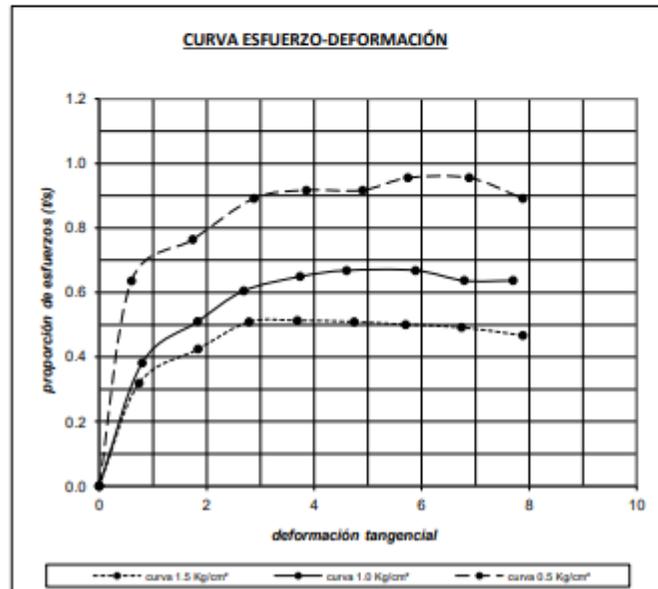
ENSAYO REALIZADO EN: "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"

UBICACIÓN: SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

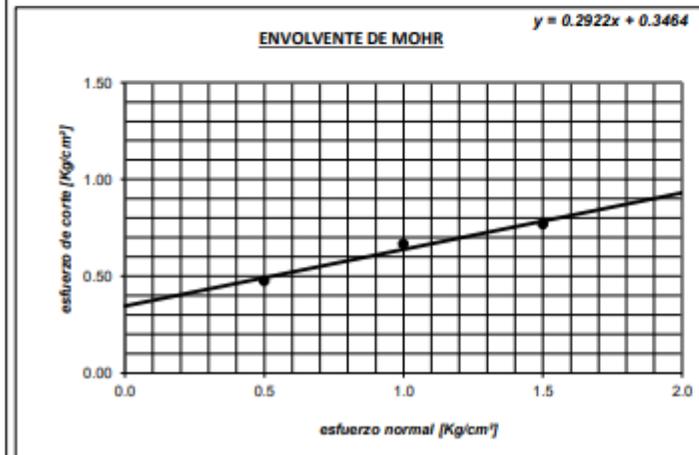
FECHA: 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.13 Kg/cm<sup>2</sup>  
Ángulo de fricción interna: 14.18 °

**CALICATA MUESTRA : C-3 Prof. 1.50 m**



N° especimen	Peso volum. seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	Humedad Natural (%)	Humedad saturada (%)	Esfuerzo de corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Proporción esfuerzos $\frac{\tau}{\sigma}$	Peso volum. Nat (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso volum. Sat (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.645	0.5	19.19	22.01	0.478	0.955	1.960	2.007
2	1.651	1.0	19.61	21.87	0.668	0.668	1.975	2.012
3	1.659	1.5	18.82	21.76	0.770	0.513	1.971	2.020





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° S0090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

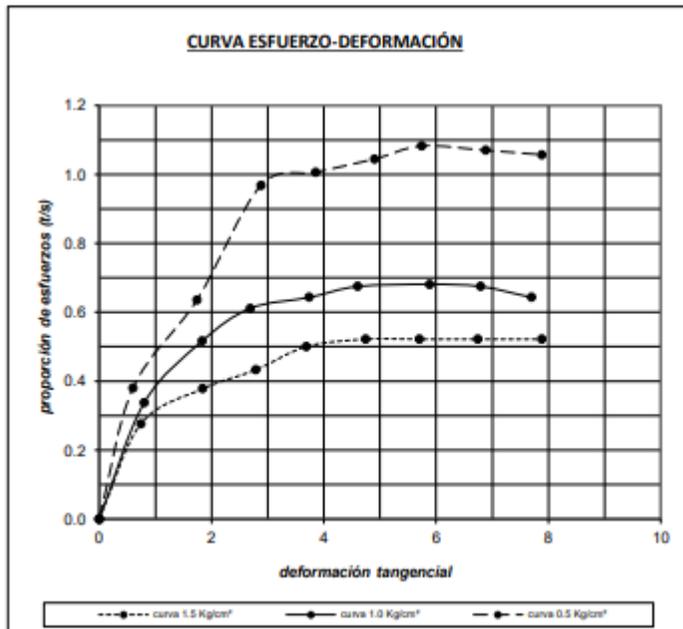
ENSAYO REALIZA "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO "

UBICACIÓN SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

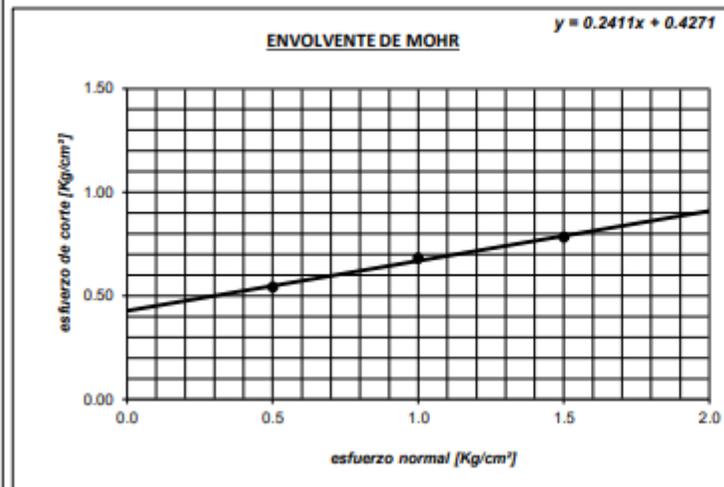
FECHA 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.12 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Ángulo de fricción interna: 12.82 °

**CALICATA MUESTRA : C-4 Prof. 1.00 m**



N° especimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos t/σ	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.523	0.5	18.94	22.63	0.541	1.083	1.811	1.867
2	1.538	1.0	19.66	22.45	0.681	0.681	1.840	1.883
3	1.555	1.5	18.78	21.87	0.782	0.522	1.847	1.895





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° S0090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

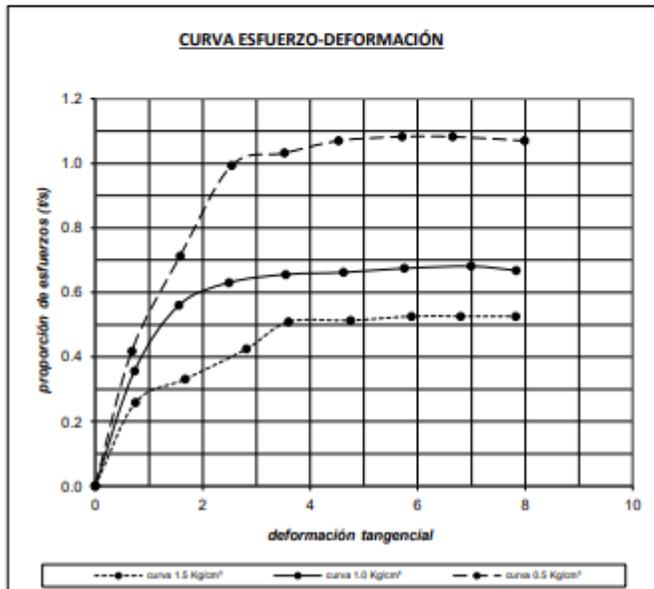
ENSAYO REALIZADO "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"

UBICACIÓN SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

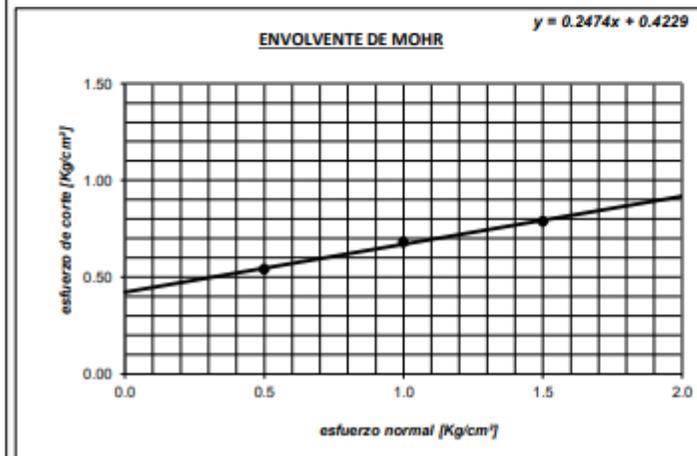
FECHA 22/08/2020

CALICATA MUESTRA : C-4 Prof. 1.50 m

Cohesión del suelo : 0.13 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Ángulo de fricción interna: 13.90 °



N° especimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\frac{\tau}{\sigma}$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.559	0.5	18.27	20.59	0.541	1.083	1.844	1.880
2	1.566	1.0	19.75	22.04	0.681	0.681	1.875	1.911
3	1.573	1.5	18.67	20.94	0.789	0.526	1.867	1.903





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasymas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° S0090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

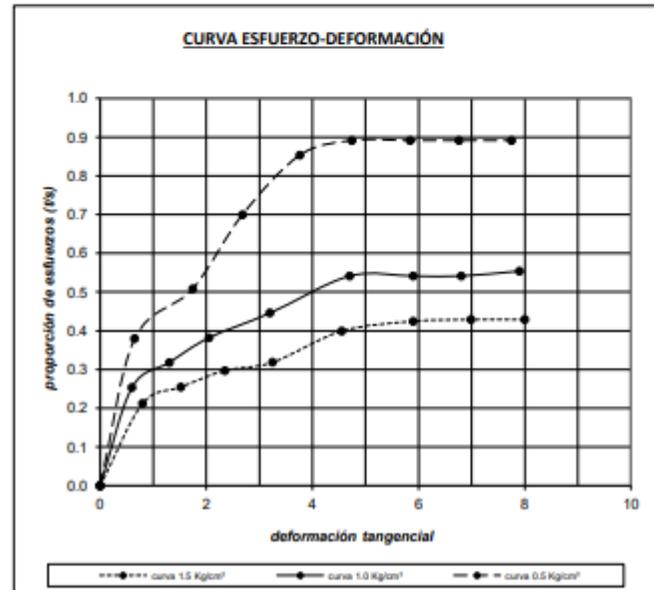
ENSAYO REALIZA "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO "

UBICACIÓN SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

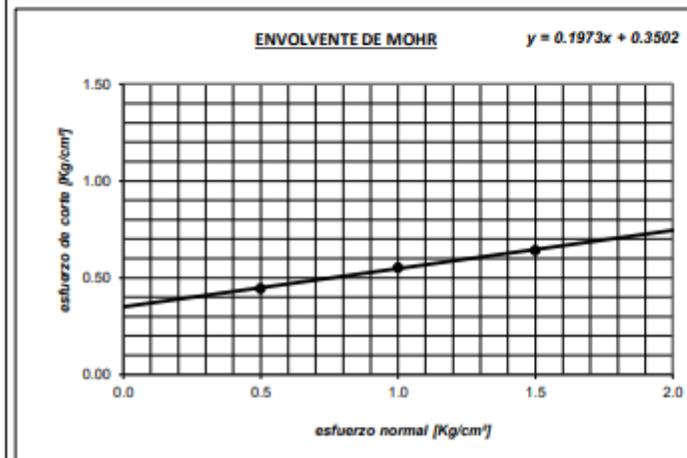
FECHA 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.13 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Ángulo de fricción interna: 11.16 °

**CALICATA MUESTRA : C-5 Prof. 1.00 m**



N° especimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\sigma/\sigma$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.509	0.5	27.27	28.65	0.446	0.891	1.921	1.942
2	1.502	1.0	27.54	29.88	0.554	0.554	1.915	1.951
3	1.510	1.5	27.14	28.16	0.643	0.429	1.920	1.936





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE  
 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE N° 50090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

ENSAYO REALIZADO: ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO \*

UBICACIÓN SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

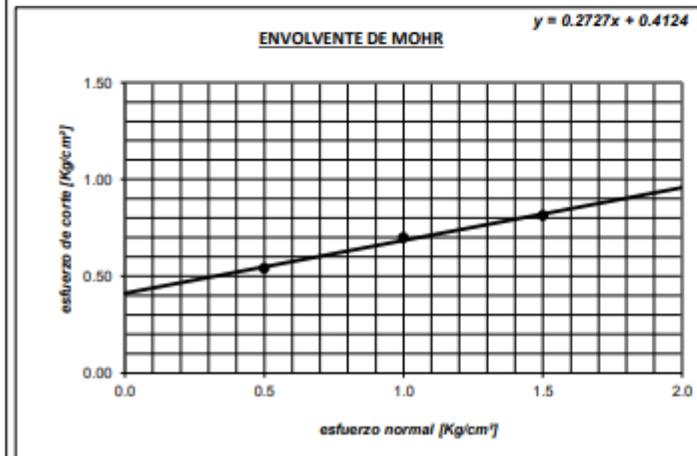
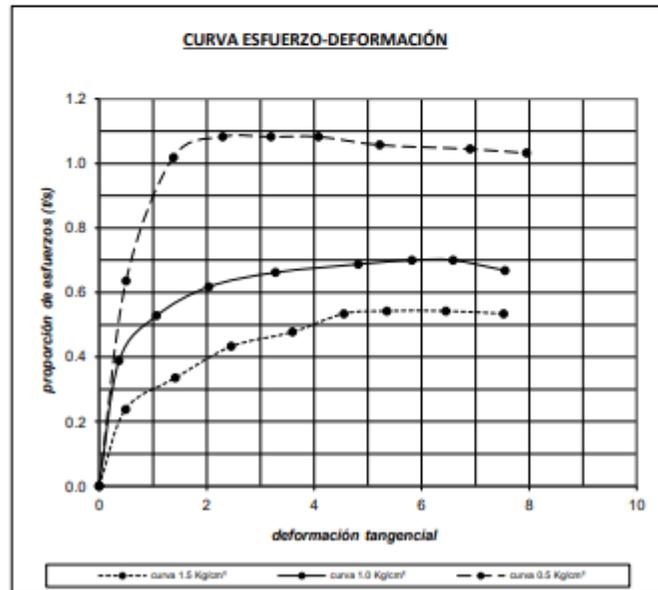
FECHA 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.14 Kg/cm<sup>2</sup>

Ángulo de fricción interna: 13.45 °

**CALICATA MUESTRA : C-5 Prof. 1.50 m**

N° especimen	Peso volum. seco (gr/cm <sup>3</sup> )	Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	Humedad Natural (%)	Humedad saturada (%)	Esfuerzo de corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Proporción esfuerzos $\frac{\tau}{\sigma}$	Peso volum. Nat (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso volum. Sat (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.559	0.5	20.81	23.12	0.541	1.083	1.883	1.919
2	1.566	1.0	20.33	22.37	0.700	0.700	1.885	1.917
3	1.573	1.5	21.09	22.81	0.814	0.543	1.905	1.932





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAPE  
 RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI  
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
 CODIGO OSCE Nº S0090112  
 LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

ENSAYO REALIZADO "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"

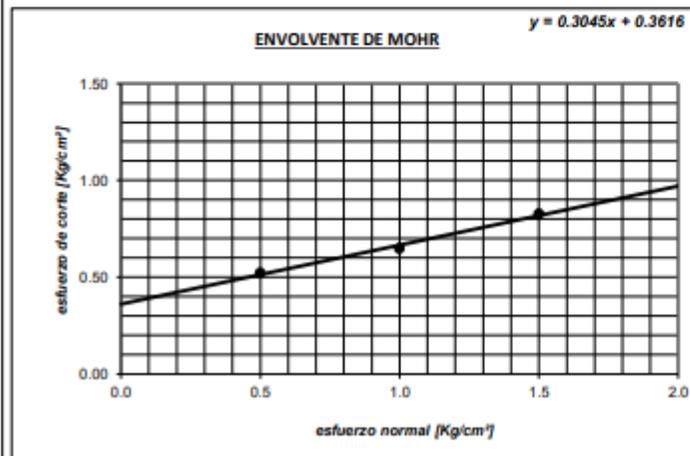
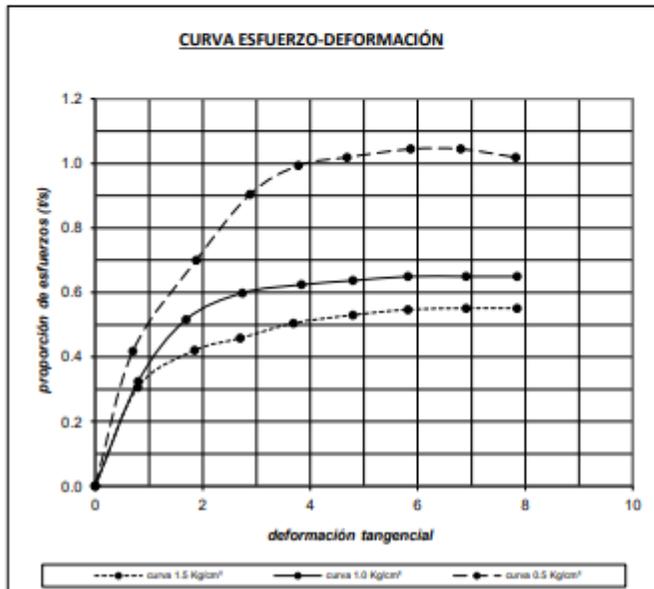
UBICACIÓN SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFU - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

FECHA 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.14 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Ángulo de fricción interna: 15.87 °

**CALICATA MUESTRA : C-6 Prof. 1.00 m**

N° espécimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\frac{\sigma}{\sigma'}$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.609	0.5	20.82	23.48	0.522	1.044	1.944	1.987
2	1.601	1.0	21.08	23.96	0.649	0.849	1.939	1.985
3	1.602	1.5	21.10	23.86	0.827	0.551	1.940	1.984





**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO  
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO – FERREÑAFE  
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI  
Email: leonidasmv@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484  
CODIGO OSCE N° S0090112  
LABORATORIO SEGENMA

**ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO**

ENSAYO REALIZADO POR RESPONSABLE DE TESIS:

Bach. Astocondor Peñarrieta, Diego

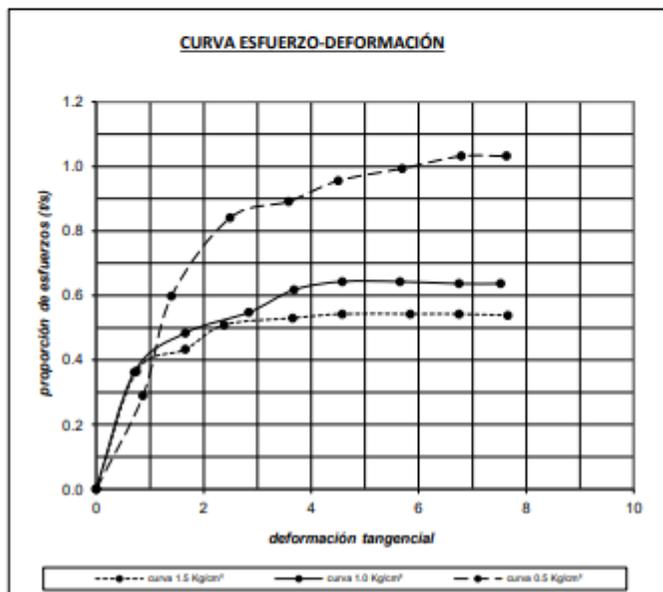
ENSAYO REALIZADO EN: "ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO"

UBICACIÓN: SECTOR POMAPE - DISTRITO MONSEFÚ - PROVINCIA CHICLAYO - REGION LAMBAYEQUE

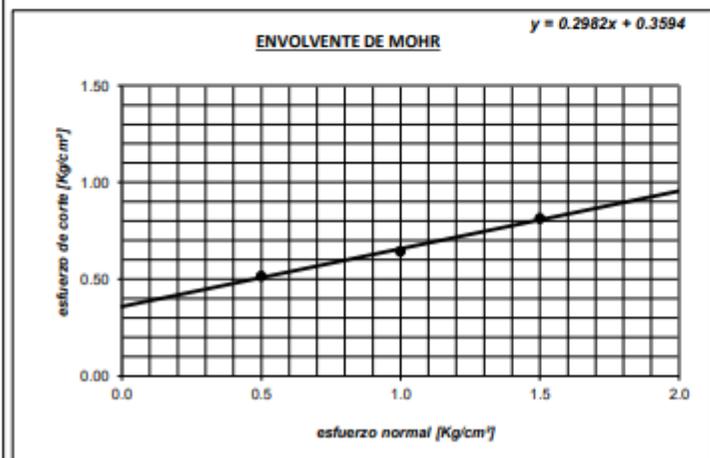
FECHA: 22/08/2020

Cohesión del suelo : 0.15 Kg/cm<sup>2</sup>  
Ángulo de fricción interna: 16.12 °

**CALICATA MUESTRA : C-6 Prof. 1.50 m**



N° especimen	Peso volum. seco [gr/cm <sup>3</sup> ]	Esfuerzo Normal [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Humedad Natural [%]	Humedad saturada [%]	Esfuerzo de corte [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporción esfuerzos $\tau/\sigma$	Peso volum. Nat [gr/cm <sup>3</sup> ]	Peso volum. Sat [gr/cm <sup>3</sup> ]
1	1.588	0.5	21.11	23.37	0.516	1.032	1.923	1.958
2	1.595	1.0	21.54	23.48	0.643	0.643	1.938	1.969
3	1.601	1.5	21.16	23.04	0.814	0.543	1.940	1.970



## ANEXO 7: ENSAYOS DE CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES



**SOILS E.I.R.L.**

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Email: servicios@soilseirl.com

Certificado INDECOPI N°00106712 RNP Servicios 90858324

Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
Ubicación : Sector Pómape, Distrito Monsefú, Prov. Chiclayo, Dep. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 21 de Setiembre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Calicata</u> : C - 1		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 0.90 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	4520
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.45

<u>Calicata</u> : C - 2		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 1.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	12800
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	1.28

<u>Calicata</u> : C - 3		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 0.80 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	9740
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.97

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e Identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
Ubicación : Sector Pómape, Distrito Monsefú, Prov. Chiclayo, Dep. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 21 de Setiembre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Calicata</u>	: C - 1
<u>Muestra</u>	: M - 2
<u>Profundidad</u>	: 0.90 -1.80 m
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 6000
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	% 0.60

<u>Calicata</u>	: C - 2
<u>Muestra</u>	: M - 2
<u>Profundidad</u>	: 1.00 -1.90 m
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 19520
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	% 1.95

<u>Calicata</u>	: C - 3
<u>Muestra</u>	: M - 2
<u>Profundidad</u>	: 0.80 -1.60 m
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 17920
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	% 1.79

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e Identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
Ubicación : Sector Pómape, Distrito Monsefú, Prov. Chiclayo, Dep. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 21 de Setiembre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<i>Calicata</i>	: C - 1		
<i>Muestra</i>	: M - 3		
<i>Profundidad</i>	: 1.80 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	5642
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.56

<i>Calicata</i>	: C - 2		
<i>Muestra</i>	: M - 3		
<i>Profundidad</i>	: 1.90 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	17820
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	1.78

<i>Calicata</i>	: C - 3		
<i>Muestra</i>	: M - 3		
<i>Profundidad</i>	: 1.60 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	15320
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	1.53

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e Identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
Ubicación : Sector Pómape, Distrito Monsefú, Prov. Chiclayo, Dep. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 21 de Setiembre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Calicata</u> : C - 4		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 1.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	10980
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	1.10

<u>Calicata</u> : C - 5		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 0.70 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	10390
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	1.04

<u>Calicata</u> : C - 6		
<u>Muestra</u> : M - 1		
<u>Profundidad</u> : 0.00 - 0.90 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	8930
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.89

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e Identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
 Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
 Ubicación : Sector Pómape, Distrito Monsefú, Prov. Chiclayo, Dep. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : 21 de Setiembre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Calicata</u>	: C - 4		
<u>Muestra</u>	: M - 2		
<u>Profundidad</u>	: 1.00 -2.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	14160
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	1.42

<u>Calicata</u>	: C - 5		
<u>Muestra</u>	: M - 2		
<u>Profundidad</u>	: 0.70 -2.10 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	9600
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.96

<u>Calicata</u>	: C - 6		
<u>Muestra</u>	: M - 2		
<u>Profundidad</u>	: 0.90 -2.20 m		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	9200
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.92

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e Identificación realizado por el solicitante.



Solicitante : ASTOCONDOR PEÑARRIETA, DIEGO  
Proyecto : ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DEL SECTOR PÓMAPE DEL DISTRITO DE MONSEFÚ - CHICLAYO  
Ubicación : Sector Pómape, Distrito Monsefú, Prov. Chiclayo, Dep. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 21 de Setiembre del 2020  
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Calicata</u> : C - 4		
<u>Muestra</u> : M - 3		
<u>Profundidad</u> : 2.00 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	9840
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.98

<u>Calicata</u> : C - 5		
<u>Muestra</u> : M - 3		
<u>Profundidad</u> : 2.10 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	11290
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	1.13

<u>Calicata</u> : C - 6		
<u>Muestra</u> : M - 3		
<u>Profundidad</u> : 2.20 - 3.00 m		
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	7640
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.76

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e Identificación realizado por el solicitante.