



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA PROYECTAR EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Sandra Melissa Gutierrez Cubas

Asesor:

Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca – Perú

APROBACIÓN DE LA TESIS

La asesora y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Gutierrez Cubas Sandra Melissa**, denominada:

**“DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA PROYECTAR EL
CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE
CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA”.**

Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliga
**JURADO
PRESIDENTE**

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
JURADO

Ing. Roger Cerquín Quispe
JURADO

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada en primer lugar a Dios por haberme regalado la vida y permitirme ser parte de una gran familia, sólida y unida. A mis padres Martín Gutierrez Uriarte y Elodia Cubas Díaz, por su apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida, por su amor, comprensión en todo momento y por esa razón que me ha impulsado a continuar todos estos años.

A mi hermana Kattia Gutierrez Cubas por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, quien siempre me dio ánimos a seguir adelante, haciéndome saber a cada instante que yo lograría todo lo que quisiera.

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso quien me dio la Fortaleza espiritual y física necesaria para cumplir mis objetivos, a mis padres y hermana por su gran apoyo en la realización de mi carrera y en mi vida personal, también a mi asesora la Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero y a la Dr. Ing. Rosa Llique Mondragón por su valioso tiempo y apoyo incondicional en todo el transcurso de la realización de la tesis.

Agradezco también al director de carrera el Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, a todos los docentes que a lo largo de la carrera me han brindado sus conocimientos y experiencias.

Agradezco a mis amigos que siempre estuvieron conmigo apoyándome, dándome fuerzas y ánimo para seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iii
<u>AGRADECIMIENTO</u>	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	x
ÍNDICE DE ECUACIONES	xi
<u>RESUMEN</u>	xii
<u>ABSTRACT</u>	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivos	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos.....	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales	20
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. Urbanización:.....	23
2.2.2. El Crecimiento Urbano:	23
2.2.3. Suelo:.....	25
2.2.4. Suelos residuales:	25
2.2.5. Depósitos aluviales:.....	25
2.2.6. Depósitos Glaciales:	26
2.2.7. Suelo orgánico:.....	26
2.2.8. Erosión de suelos:	26
2.2.9. Ensayos de laboratorio y clasificación de los suelos:	26
2.2.10. Capacidad de carga del suelo:	43
2.2.11. Teoría de la capacidad de carga última	43
2.2.12. Cálculo de Capacidad de carga última de diseño	44
2.3. Hipótesis	49

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	50
3.1. Operacionalización de variables	50
3.2. Diseño de investigación	50
3.3. Unidad de estudio	50
3.4. Población	50
3.5. Muestra (muestreo o selección).....	50
3.6. Instrumentos y procedimientos de recolección de datos	51
3.6.1. Para recolectar datos.....	51
3.6.2. Para analizar la información.	52
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	54
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	106
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	109
CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS.....	111
ANEXOS	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1. Ciudad de Cajamarca: Clasificación de peligros naturales.....	16
Tabla n° 2. Crecimiento Poblacional de Cajamarca 2000-2015.....	24
Tabla n° 3. Rangos de valores más frecuentes de la consistencia del suelo.....	32
Tabla n° 4 Sistema unificado de clasificación de suelos (EE.UU.) SUCS.....	41
Tabla n° 5. Parámetros característicos del suelo.....	46
Tabla n° 6. Parámetros característicos del suelo.....	47
Tabla n° 7. Ensayo de contenido de humedad – calicata 01.....	54
Tabla n° 8. Ensayo de contenido de humedad – calicata 02.....	54
Tabla n° 9. Ensayo de contenido de humedad – calicata 03.....	54
Tabla n° 10. Ensayo de contenido de humedad – calicata 04.....	55
Tabla n° 11. Ensayo de contenido de humedad – calicata 05.....	55
Tabla n° 12. Ensayo de contenido de humedad – calicata 06.....	55
Tabla n° 13. Ensayo de contenido de humedad – calicata 07.....	56
Tabla n° 14. Ensayo de contenido de humedad – calicata 08.....	56
Tabla n° 15. Ensayo de contenido de humedad – calicata 09.....	56
Tabla n° 16. Ensayo de Densidad natural– calicata 01.....	57
Tabla n° 17. Ensayo de Densidad natural– calicata 02.....	57
Tabla n° 18. Ensayo de Densidad natural– calicata 03.....	58
Tabla n° 19. Ensayo de Densidad natural– calicata 04.....	58
Tabla n° 20. Ensayo de Densidad natural– calicata 05.....	59
Tabla n° 21. Ensayo de Densidad natural– calicata 06.....	59
Tabla n° 22. Ensayo de Densidad natural– calicata 07.....	60
Tabla n° 23. Ensayo de Densidad natural– calicata 08.....	60
Tabla n° 24. Ensayo de Densidad natural– calicata 09.....	60
Tabla n° 25. Ensayo peso específico – calicata 01.....	61
Tabla n° 26. Ensayo peso específico – calicata 02.....	61
Tabla n° 27. Ensayo peso específico – calicata 03-E1.....	61
Tabla n° 28. Ensayo peso específico – calicata 03-E2.....	61

Tabla n° 29. Ensayo peso específico – calicata 03-E3.....	62
Tabla n° 30. Ensayo peso específico – calicata 04.....	62
Tabla n° 31. Ensayo peso específico – calicata 05.....	62
Tabla n° 32. Ensayo peso específico – calicata 06.....	62
Tabla n° 33. Ensayo peso específico – calicata 07-E1.....	63
Tabla n° 34. Ensayo peso específico – calicata 07-E2.....	63
Tabla n° 35. Ensayo peso específico – calicata 08.....	63
Tabla n° 36. Ensayo peso específico – calicata 09.....	63
Tabla n° 37. Ensayo granulométrico – calicata 01.....	64
Tabla n° 38. Ensayo granulométrico – calicata 02.....	64
Tabla n° 39. Ensayo granulométrico – calicata 03-E1.....	65
Tabla n° 40. Ensayo granulométrico – calicata 03-E2.....	65
Tabla n° 41. Ensayo granulométrico – calicata 03-E3.....	66
Tabla n° 42. Ensayo granulométrico – calicata 04.....	66
Tabla n° 43. Ensayo granulométrico – calicata 05.....	67
Tabla n° 44. Ensayo granulométrico – calicata 06.....	67
Tabla n° 45. Ensayo granulométrico – calicata 07-E1.....	68
Tabla n° 46. Ensayo granulométrico – calicata 07-E2.....	68
Tabla n° 47. Ensayo granulométrico – calicata 08.....	69
Tabla n° 48. Ensayo granulométrico – calicata 09.....	69
Tabla n° 49. Ensayo límite plástico – calicata 01.....	70
Tabla n° 50. Ensayo límite plástico – calicata 02.....	70
Tabla n° 51. Ensayo límite plástico – calicata 03-E1.....	71
Tabla n° 52. Ensayo límite plástico – calicata 03-E2.....	71
Tabla n° 53. Ensayo límite plástico – calicata 03-E3.....	72
Tabla n° 54. Ensayo límite plástico – calicata 04.....	72
Tabla n° 55. Ensayo límite plástico – calicata 05.....	73
Tabla n° 56. Ensayo límite plástico – calicata 06.....	73
Tabla n° 57. Ensayo límite plástico – calicata 07-E1.....	74
Tabla n° 58. Ensayo límite plástico – calicata 07-E2.....	74
Tabla n° 59. Ensayo límite plástico – calicata 08.....	75
Tabla n° 60. Ensayo límite plástico – calicata 09.....	75
Tabla n° 61. Ensayo de compactación - calicata 01.....	76

Tabla n° 62. Ensayo de compactación - calicata 02.....	77
Tabla n° 63. Ensayo de compactación - calicata 03.....	78
Tabla n° 64. Ensayo de compactación - calicata 04.....	79
Tabla n° 65. Ensayo de compactación - calicata 05.....	80
Tabla n° 66. Ensayo de compactación - calicata 06.....	81
Tabla n° 67. Ensayo de compactación - calicata 07.....	82
Tabla n° 68. Ensayo de compactación - calicata 08.....	83
Tabla n° 69. Ensayo de compactación - calicata 09.....	84
Tabla n° 70. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 01.....	85
Tabla n° 71. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 02.....	86
Tabla n° 72. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 03.....	87
Tabla n° 73. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 04.....	88
Tabla n° 74. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 05.....	89
Tabla n° 75. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 06.....	90
Tabla n° 76. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 07.....	91
Tabla n° 77. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 08.....	92
Tabla n° 78. Clasificación de suelos (SUCS) - calicata 09.....	93
Tabla n° 79. Resumen de resultados- ensayos de laboratorio.....	103
Tabla n° 80. Valores de coeficiente de fricción y cohesión.....	105
Tabla n° 81. Capacidad portante del suelo.....	105

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica n° 1. Departamento de Cajamarca: población censada, 1993 y 2007.....	15
Gráfica n° 2. Relación entre las fases de un suelo.....	27
Gráfica n° 3. Curva granulométrica de un suelo.....	29
Gráfica n° 4. Clasificación de suelos en función de la granulometría.....	30
Gráfica n° 5. Esquema de la consistencia del suelo.....	31
Gráfica n° 6. Relación del límite líquido vs índice de plasticidad.....	32
Gráfica n° 7. Curva de compactación.....	33
Gráfica n° 8. Relación entre la densidad seca vs contenido de humedad.....	36
Gráfica n° 9. Carta de plasticidad para suelos finos.....	39
Gráfica n° 10. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.....	45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación n° 1: Contenido de Humedad.....	26
Ecuación n° 2: Peso específico.....	28
Ecuación n° 3: Coeficiente de uniformidad.....	29
Ecuación n° 4: Coeficiente de curvatura.....	30
Ecuación n° 5: Índice Plástico.....	31
Ecuación n° 6: Ecuación para el cálculo de la compactación de los suelos.....	35
Ecuación n° 7: Capacidad de carga para cimentación corrida.....	44
Ecuación n° 8: Capacidad de carga para cimentación cuadrada.....	44
Ecuación n° 9: Capacidad de carga admisible de diseño para cimentación corrida.....	44
Ecuación n° 10: Capacidad de carga admisible de diseño para cimentación cuadrada.....	44

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar la zona óptima para proyectar el crecimiento urbano en el barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga. Para el desarrollo de esta investigación se extrajeron muestras de las zonas de estudio del barrio La Paccha, para luego realizar los ensayos de laboratorio, luego en laboratorio se realizaron los ensayos de contenido de humedad, densidad natural- método volumétrico y cono de arena, peso específico, límites de Atterberg, granulometría por lavado y proctor modificado. Para obtener la capacidad portante del suelo existente en la zona, hizo uso de la fórmula de Terzaghi y los parámetros característicos del suelo, mediante tablas se determinó la cohesión y ángulo de fricción interna de los tipos de suelos, encontrados en función a la clasificación de los suelos mediante el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS), y también hizo uso del ensayo de peso específico hallado en laboratorio, como resultado se obtuvo que, el suelo de la zona de estudio presenta una capacidad de carga admisible de diseño que varía entre 0.80 Kg/cm^2 a 1.86 Kg/cm^2 para zapata cuadrada y 0.61 Kg/cm^2 a 1.56 Kg/cm^2 para cimiento corrido, los siguientes tipos de suelo son: limo arenoso (ML), arcilla ligera arenosa (CL), arenas limosas (SM), arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad (OL), arcilla orgánica con mediana plasticidad (OH).

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the optimal area for projecting the urban growth in the neighborhood The Paccha from the city of Cajamarca, according to the load capacity. For the development of this research samples were extracted from the study areas of the neighborhood Paccha, to then perform the lab tests, then in the laboratory the trials were conducted of moisture content, density natural - volumetric method and cone of sand, specific weight, limits of Atterberg, granulometry per wash and Proctor modified. To obtain the bearing capacity of the existing floor in the area, made use of the formula of Terzaghi and the characteristic parameters of the soil, using tables was determined the cohesion and internal friction angle of soil types, found according to the classification of soils by the unified system of classification of soils (SUCS), and also made use of the test of specific weight found in the laboratory. as a result, it was observed that the soil of the area of study presents a capacity of admissible load of design that varies between 0.80 Kg/cm^2 to 1.86 kg/cm^2 for shoe square and 0.61 kg/cm^2 to 1.56 kg/cm^2 for a foundation corrido, the following types of soil are: limo sandy (ML), clay slight sandy (CL), arenas silty loam textures (SM), clays silty loam textures functional low plasticity (OL), clay organic with median plasticity (OH).

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La expansión urbana es uno de los hechos que ha influido de manera decisiva en los cambios de usos del suelo por la ocupación de zonas urbanas y sus efectos en la alteración del medio son importantísimos a escala local, regional y global. Ante este panorama, la descripción y análisis de esos cambios y sus consecuencias son claves para proponer estrategias de desarrollo territorial orientadas a mantener y proteger el territorio, los distintos ecosistemas que sobre él se desarrollan, así como para preservar la calidad de vida de la población sobre él habita (Bosque et. al., 2009).

La creciente ola de inmigrantes que cada día llegan a las diferentes ciudades del mundo por distintas circunstancias, es un fenómeno difícil de soportar en las diferentes capitales, ya que estas deben albergar gran cantidad de población en terrenos cada vez más estrechos y vulnerables, generalmente en áreas periféricas y de difícil urbanización, lo que produce una gran expansión en los límites urbanos y en lugares no aptos para la construcción de viviendas (López et. al., 2004).

Estas viviendas son construidas en los asentamientos humanos por los mismos habitantes, además de su ubicación en terrenos inestables, presentan problemas de construcción. El desconocimiento técnico en el uso de materiales (se combinan materiales no compatibles o se dan tratamientos inadecuados), el desconocimiento en los sistemas de construcción y la mala calidad de los materiales, sumados a las limitaciones económicas de una población de escasos recursos aumentan la vulnerabilidad y el proceso destructivo de las instalaciones precarias frente a cualquier desastre (Audefroy, 2003).

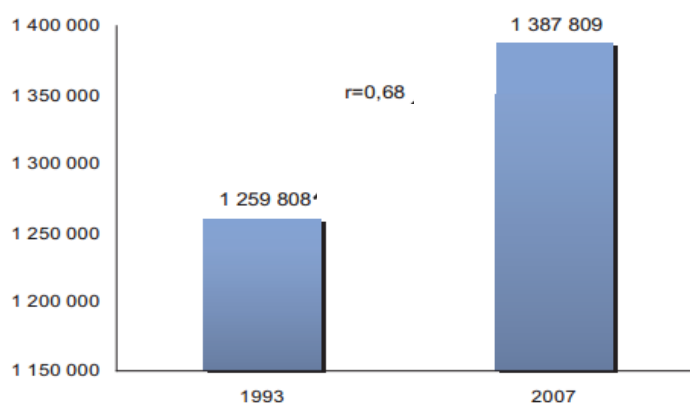
Tal es el caso en las zonas de estudio del barrio La Paccha del distrito de Cajamarca, el cual presenta un área ocupada en forma progresiva por viviendas construidas de diversos materiales, de manera desordenada y sin ninguna planificación, las casas que se encuentran en construcción y las ya construidas, forman calles en dirección de la pendiente, las cuales presentan zanjas debido a la erosión hídrica, estos problemas se debe a que los pobladores de la zona no cuentan con ningún asesoramiento técnico, control y apoyo de las autoridades, razón por la cual ellos deciden su propio destino urbano, al trazar y construir sus viviendas en forma empírica en áreas donde se desconoce las características del suelo, no considerando factores de riesgos y vulnerabilidad a la que están expuestos.

El Perú no es ajeno a este proceso, la formación, crecimiento y evolución de nuestras ciudades, constituyen más que nunca, escenarios decisivos para las grandes transformaciones económicas, sociales, ambientales que vienen produciéndose en el territorio nacional. La expresión más significativa de estos cambios ha sido el progreso de la población rural (70% en 1940), a población urbana (70% en 1993), en una tendencia que se mantiene y que al año 2015 alcanzará aproximadamente el 80% de población urbana frente a 20% de población rural. Este cambio es de mayor importancia sobre todo por la mayor presión por el uso de los recursos agua, suelo, aire, así como por los desafíos que plantea la globalización respecto al nuevo rol económico de las ciudades (Granda et. al., 2006).

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (en adelante INDECI), manifiesta que la formulación de planes urbanos tienen como principal objetivo establecer pautas técnico – normativas para el uso racional del suelo; sin embargo en muchas ciudades de nuestro país, a pesar de existir planes urbanos, la falta de percepción del riesgo en la población, así como el deficiente control urbano municipal propician la ocupación de zonas expuestas a peligros naturales, resultando así sectores críticos en los que el riesgo de sufrir pérdidas y daños considerables es alto debido a las condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones y de la población.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (en adelante INEI). El Censo de Población 2007 registró para el departamento de Cajamarca una población total de 1 millón 387mil 809 habitantes, de los cuales 693 mil 195 son hombres y 694 mil 614 son mujeres. El cambio poblacional experimentado en el periodo interesal 1993-2007 fue leve a nivel del departamento de Cajamarca, pues de una población de 1 millón 259 mil 808 habitantes, pasó a 1 millón 387mil 809 habitantes, marcando un ritmo de crecimiento anual de 0,68 por cada 100 habitantes.

Gráfica n° 1: Departamento de Cajamarca: población censada, 1993 y 2007.



Fuente: INEI, 2007

Las características geológicas que presenta el departamento de Cajamarca, se encuentran relacionadas a su origen, a su tectónica y a su cronología, siendo el Complejo Maraón el más antiguo (Cruzado, 2009).

El departamento de Cajamarca está constituido por suelos glaciales que son grava en matriz areno- arcillosa con abundante material anguloso, los suelos lagunares los cuales se encuentran en diferentes lugares y niveles, dispuestos en bancos sub horizontales constituidos por material fino areno- arcilloso, los suelos coluviales están representados por escombros de laderas que sin mayor transporte se ha depositado en los flancos de los valles, los suelos aluviales se han considerado los materiales con poco transporte, y en los fluviales se consideran las diferentes terrazas dejadas por los ríos (Cruzado, 2009).

Según los peligros que se presentan en la ciudad, son fenómenos de origen geológico, origen climático (inundaciones generadas por la acción pluvial) y de origen geológicos-climáticos, como se muestra en la siguiente figura (deslizamientos) (INDECI, 2005).

Tabla n°1: Ciudad de Cajamarca: clasificación de peligros naturales.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE PELIGRO	PELIGROS	RECOMENDACIONES PARA AREAS SIN OCUPACIÓN
ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO	Sectores amenazados por remoción de masas de suelo - roca (Deslizamientos Complejos) con impacto o efecto puntual. Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	Prohibido su uso con fines de expansión urbana. Se recomienda utilizarlos como reservas ecológicas, zonas recreativas, etc.
ZONAS DE PELIGRO ALTO +	Sectores amenazados por la escorrentia de flujos de lodo generados por la probabilidad de deslizamientos complejos con impacto en el área hipotética de deyección e inundación mayor. Sectores que son inundados por la acción pluvial Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	Pueden ser empleados para uso urbano de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes. Se deben emplear materiales y sistemas constructivos adecuados; y priorizar obras de drenaje en áreas de depresión topográfica.
ZONAS DE PELIGRO ALTO	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones mayores en zonas específicas.	Suelos aptos para uso urbano empleando materiales y sistemas constructivos adecuados; reglamentando las construcciones sismo resistentes y controlando la ocupación de franjas marginales de las quebradas.
ZONAS DE PELIGRO MEDIO	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas menores-	Suelos aptos para expansión urbana controlando la ocupación de franjas marginales de las quebradas.
ZONAS DE PELIGRO BAJO	Suelo de mejor calidad con aceleraciones sísmicas leves.	Suelos ideales para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes. controlando la intangibilidad de uso del suelo en las franjas marginales de las quebradas inmediatas.

Fuente: INDECI, 2005

El plan director peri urbano de la ciudad de Cajamarca elaborado por la municipalidad provincial y asesorado por el INADUR (Instituto Nacional de Desarrollo Urbano); establecía como propuesta de expansión de la ciudad de Cajamarca para un horizonte temporal de diez años orientar el crecimiento hacia el sur de la ciudad en la zona de Mollepampa y hacia la zona de laderas altas del Sur – Oeste incluyendo el cerro Carambayoc (INDECI, 2005).

Tomando en consideración lo siguiente, se debe tener en cuentas que una cimentación inadecuada para el tipo de terreno, mal diseñada o calculada se traduce en la posibilidad de que tanto el propio edificio como las viviendas colindantes sufran asentamientos diferenciales con el consiguiente deterioro de los mismos pudiendo llegar incluso al colapso, estos problemas se deben a que muchas veces los ciudadanos y ciudadanas realizan construcciones sin haber realizado estudio de suelos y sin tener en cuenta la normativa vigente, razón por la cual el terreno no soporta el peso y tiende a resquebrajarse, flexionarse o hundirse, causando problemas y amenazas para sus habitantes (Audefroy, 2003).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la zona óptima para proyectar el crecimiento urbano en el barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga?

1.3. Justificación

- Justificación teórica:

El presente trabajo se justifica porque permitirá obtener la información necesaria para conocer el tipo de suelo y la capacidad portante del mismo en el barrio La Paccha en la ciudad de Cajamarca. Los resultados podrán utilizarse para orientar y promover el crecimiento y desarrollo urbano en estos lugares.

- Justificación aplicativa o práctica:

Este trabajo podrá ser utilizado por las autoridades encargadas de la planificación urbana en Cajamarca ya que brindará información que les permitirá autorizar o denegar la expansión urbana en las áreas de estudio de este proyecto en función de los resultados que se obtengan, por otro lado será de utilidad a ingenieros, estudiantes de ingeniería y planificadores quienes podrán generar proyectos de vivienda, ante la creciente demanda de la población, en las zonas que sean más adecuadas para este tipo de desarrollo urbano.

- Justificación Institucional:

Mediante el presente proyecto y con conocimientos adquiridos en la Universidad Privada del Norte complementaremos nuestra formación profesional.

Además, la carrera de Ingeniería Civil, en el marco de la mejora continua de la calidad académica, promueve el desarrollo de tesis cuya temática es la investigación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la zona óptima para proyectar el crecimiento urbano en el barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga.

1.4.2. Objetivos específicos

- Inspeccionar y realizar los estudios de mecánica de suelos en las tres zonas existentes que se presentan en el lugar de estudio del barrio La Paccha.
- Determinar la capacidad portante del suelo en las zonas de estudio del barrio La Paccha.
- Determinar cuál es el mejor tipo de suelo entre las tres zonas antes mencionadas para proyectar el crecimiento urbano del barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En el año 2007, López y Robayo en su tesis concluyeron que la zonificación por caracterización geotécnica permite evaluar el comportamiento de las diferentes zonas de la ciudad, según esto la ciudad de Barrancabermeja presenta 5 zonas que se clasificaron teniendo como base las propiedades mecánicas, la ubicación y posición del nivel freático, que arrojaron los ensayos de laboratorio.

Las zonas más vulnerables son la zona A y C, son suelos de origen fluvio – lacustre, depósitos de terraza del cuaternario y algunos rellenos antrópicos, se desarrollan bajo suelos blandos o semiblandos con niveles freáticos superficiales. Igualmente, en la zona occidental sobre la ribera del río Magdalena se encuentran depósitos de terrazas constituidos por arenas finas limosas, limos arcillosos y arenosos, gravas finas a gruesas y algunos rastros de materia orgánica.

- Zona A: arenas y gravas arcillosas de color rojizo, depósitos de terraza, zona de vulnerabilidad alta debida a inundaciones y a deslizamientos.
- Zona B: arenas y limos medianamente duros, suelos finos de la formación mesa, zona de vulnerabilidad media por caracterización geotécnica.
- Zona C: arenas finas limosas y arcillosas, gravas finas y gruesas, suelos de origen fluvio – lacustre y zona de moderada vulnerabilidad debida licuación.
- Zona D: suelos granulares pertenecientes a la formación mesa, zona de vulnerabilidad baja debida a inundaciones.
- Zona E: suelos finos y blandos, pertenecientes a la formación real. zona de baja vulnerabilidad debida a deslizamientos.

En el año 2011, Calvo realizó un informe, donde el objetivo de su investigación es determinar las características del terreno, para luego definir el tipo de cimentación apropiada, donde se concluyó que

- El subsuelo del lugar está conformado por materiales de grano gruesos con propiedades friccionantes y en menor escala por suelos finos de tipo cohesivo.
- Las características deficientes se relacionan principalmente con la condición blanda de las arcillas y con su alta plasticidad. También con la presencia de algunas raíces.
- La presencia del nivel de aguas freáticas (N.A.F.) a poca profundidad constituye una condición desfavorable, principalmente para el desarrollo de los procedimientos constructivos.
- Evaluando las características del sub-suelo y el proyecto, se considera necesario un sistema de cimentación profunda para la transmisión de las cargas de la estructura.

- Constructivamente se pueden presentar algunos inconvenientes en las excavaciones que se realicen para el proyecto, relacionados con la baja densidad del terreno en algunos puntos y la presencia del N.A.F.
- En general se recomienda un reemplazo o mejoramiento del material superficial, en un espesor no menor a 0.6m en todo el sitio de interés.

En el año 2013, Ochoa realizó su tesis, que tiene por objetivo principal identificar los principales depósitos de suelo que subyacen y se encuentran distribuidos en todo el Puerto de Veracruz y zonas conurbadas, así como sus características geotécnicas donde se concluyó que los depósitos de suelo de la Ciudad de Veracruz y zonas conurbadas son de reciente deposición, suelos jóvenes pertenecientes al Cuaternario y el Terciario superior también la geodinámica externa está regida por la acción marina en litoral, eólica en los médanos y la acción aluvial representada por el río Jamapa, que son las que modelan la topografía y el paisaje del lugar.

Los depósitos marinos se encuentran a todo lo largo del litoral, conformados por arenas finas, con intercalaciones de arcillas de mediana y alta plasticidad y fragmentos de coral.

Las arenas de los depósitos de suelo de litoral y las de médano son mal graduadas, esta característica también la presentan las arenas detectadas en la zona.

La consistencia en los suelos arcillosos de los depósitos de litoral y aluvial presentan características similares, pues son arcillas de consistencia muy blanda a muy firme, pero en las arcillas de los suelos del Terciario la arcilla tiene consistencia firme a muy firme.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En el año 2010, Tavera et. al., en su proyecto concluyeron que considerando la clasificación geotécnica por APESEG (2004), los suelos de los 7 distritos estudiados se clasifican como: Zona I suelos tipo GW y GM con capacidad portante promedio superior a 9 kg/ cm²; Zona II suelos tipo GP, SW y SM con capacidad portante entre 4 a 9 kg/ cm², Zona III suelos tipo SP con capacidad portante menores a 4 kg/ cm²; Zona IV suelos tipo ML con capacidad portante menores a 4 kg/ cm²; que a diferencia del suelo III, corresponde a materiales de origen marino (arena fina).

En el año 2011, Campos en su tesis concluye que:

- Teniendo como base los EMS realizados en el LEMC se puede afirmar que el suelo de Piura se caracteriza por poseer un comportamiento en el que la penetración estándar aumenta con la profundidad y que la mayor cantidad de datos de N se encuentran hasta los 6 m debido a que la mayoría de las exploraciones se realizan hasta esa profundidad.

- Con la clasificación del suelo por estado de densificación se encontró que existen arenas en estado suelto hasta los 4m con mayor proporción a 1m de profundidad, arenas en estado medianamente denso hasta los 7m con mayor proporción a los 2 y 3m de profundidad y arenas en estado denso a partir de los 2m de profundidad con una proporción de 100% a partir de los 6 m.
 - El criterio para definir las dimensiones de diseño de una cimentación es la probabilidad de falla del coeficiente de seguridad por asentamiento y capacidad de carga. Depende del diseñador el valor de probabilidad de falla que desee poner como límite, pero debe tener en cuenta la importancia de los daños que se ocasionarían si se produce la “falla”. Siendo así, se recomienda considerar la dimensión de diseño cuya probabilidad de falla del coeficiente de seguridad por capacidad de carga sea menor e igual a 0.1% y por asentamiento sea menor e igual a 1%, pues la rotura por capacidad de carga produciría daños más importantes en comparación con el asentamiento, que se da a lo largo de toda la vida útil de la edificación.

En el año 2005, Instituto Nacional de Defensa Civil, realizó un estudio sobre las ciudades en Cajamarca y Baños del Inca donde las principales amenazas a dichas ciudades están relacionados con fenómenos de origen climático; con fenómenos de origen geológico, pues como es sabido, el Perú está formando parte de una de las zonas de mayor actividad sísmica del mundo y al interior del territorio nacional el departamento de Cajamarca se encuentra en la zona sísmica III. Concluyendo que Cajamarca presenta lugares de mucho riesgo por fenómenos de origen geológico - climático, que son originados por la actividad sísmica o por el humedecimiento del suelo, causado por lluvias u otros eventos, provocando deslizamientos, licuación de arenas, expansión del suelo o colapso del suelo.

En el año 2015, Briones e Irigoien en su tesis concluyeron que Lucmacucho alto se zonifica como un suelo limoso, arcilloso, arenoso con una capacidad portante admisible de diseño que varía de 0.15kg/cm² a 2.1kg/cm²; además que a una profundidad de 1.50m según la clasificación de suelos (SUCS) está constituido básicamente por los siguientes tipos de suelos: Limos arenosos ML, arcilla ligera arenosa CL, arena limosa SM, limo elástico arenoso MH, arenas arcillosas SC, arcillas limosas orgánicas con baja plasticidad OL, suelos orgánicos con arena OH , gravas arcillosas GC ,y arenas densas arenosas CH .

En el año 1999, Parra et. al., en su proyecto tienen como objetivo proponer microzonas dentro de la ciudad de Pisco, de forma tal de subdividir áreas de la ciudad de similar comportamiento geotécnico. Finalmente se concluye que la ciudad de Pisco se logró Zonificar en Cuatro Zonas:

- ZONA I: Involucran la parte sur oeste de Pisco. Está compuesta por una capa superficial de relleno de 0.20m de espesor, conformada por arcilla mezclada con grava redondeada. Continúa una grava pobremente gradada de formas redondeadas, con boleos redondeados T.M. de 12" y de compacidad variando de semi compacta a compacta. El nivel freático no fue detectado. La capacidad admisible para esta zona varía de 2.50 a 3.00 kg/cm², para una cimentación superficial corrida con Df = 0.80m.
- ZONA II: Cubre la parte norte y costera central de Pisco. Se presenta una capa superficial de arcilla arenosa semi rígida de 0.50 m de espesor, con raíces y gravillas subangulosas aisladas de T.M. 3/4". Continúa arena limosa fina, húmeda semidensa, hasta 1.10m de profundidad. Finalmente se encuentra una grava pobremente gradada, de formas redondeadas con boleos redondeados de T.M. 10", su compacidad varía de semi compacta a compacta. El nivel freático fue localizado a aproximadamente 1.40m de profundidad en la parte norte de Pisco. La capacidad admisible de carga para esta zona es de 2.0 kg/cm², considerando la cimentación en el estrato gravoso, para una cimentación superficial corrida con Df = 1.10m.
- ZONA III: Cubre la parte central de Pisco y el área comprendida entre la Carretera Panamericana y el límite del casco urbano. Está conformada por una capa superficial de arcilla arenosa semi rígida de hasta 1.20m de espesor, con gravillas sub angulosas de T.M. 3/8". Luego continua arena limosa, de húmeda a saturada, en estado suelto a semidenso y hasta profundidades variables entre 2.00 a 4.25m, presentándose en la zona industrial suelos limo-arenoso (ML). Continúa grava pobremente gradada de formas redondeadas y con boleos redondeados. Se encuentra saturada y su compacidad varía de semidensa a compacta. En la zona industrial este suelo gravoso fue detectado parcialmente a 0.90m de profundidad en una calicata. En la parte oeste el nivel freático varía de 1.50 a 1.70m, mientras que, en la dirección este, donde se localiza la zona industrial, el nivel freático se encuentra entre 1.00 a 1.80m de profundidad. Se espera la ocurrencia de licuación de los estratos arenosos saturados ubicados hacia el oeste de esta zona, durante un terremoto severo. La capacidad admisible para esta zona es de 1.00 kg/cm², considerando una cimentación superficial corrida con Df = 0.80m.
- ZONA IV: Esta zona cubre la parte sur este de Pisco, encontrándose a continuación de la Zona I. Está compuesta por una capa superficial de relleno conformado por arcilla mezclada con grava redondeada, siendo su espesor variable de 0.80 a 1.20 m en la dirección este y presentando restos de desmonte y boleos redondeados de T.M. 8". Subyaciendo a este estrato se encuentra grava pobremente gradada de formas redondeadas y con boleos redondeados T.M. 12", su humedad es ligera y su compacidad

varía de semi compacta a compacta. No se detectó la presencia de nivel freático. La capacidad admisible para esta zona varía de 2.00 a 2.50 kg/cm², la cimentación deberá llegar hasta el terreno natural (grava), es decir Df entre 0.80 a 1.20m.

2.2. Bases teóricas.

La evolución urbana y el crecimiento demográfico de los centros poblados, en muchos casos rebasan la capacidad de soporte del ecosistema, causando impactos negativos sobre éste; más aún cuando se dan en forma espontánea, sin ningún tipo de orientación técnica como sucede en la mayoría de las ciudades en nuestro país. La ocupación de áreas no aptas para habilitaciones urbanas, ya sea por su valor agrológico o por sus condiciones físico geográficas, son consecuencia de este proceso.

Por otro lado, el desarrollo urbano es el proceso por el cual los asentamientos evolucionan positivamente, hacia mejores condiciones de vida. Las estructuras, servicios, equipamiento y actividades urbanas, principalmente económicas, deberán por lo tanto asegurar el bienestar de la población (INDECI, 2005).

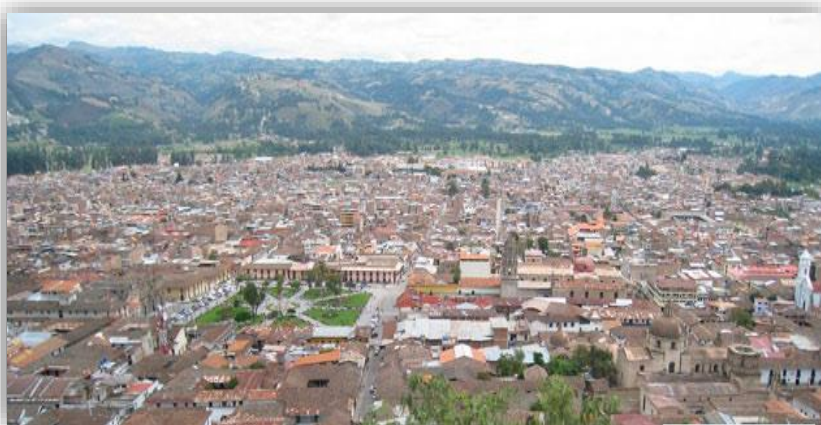
2.2.1. Urbanización:

Significa el paso de una sociedad rural a una sociedad más urbana. Se refiere asimismo al crecimiento acelerado de la población urbana en comparación con la población rural. La tasa de urbanización es la relación entre la población urbana y la población total (Polése, 1998).

2.2.2. El Crecimiento Urbano:

Se refiere al aumento en número de la población de las ciudades. La población de las ciudades (o de una ciudad) puede aumentar sin que se incremente la tasa (nacional) de urbanización. Sin embargo, urbanización y crecimiento urbano suelen ir a la par (Polése, 1998).

Figura n° 1: Crecimiento urbano.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 2: Crecimiento Poblacional de Cajamarca 2000-2015.

Cajamarca	Año	Población
	2000	158,854
	2001	164,442
	2002	170,056
	2003	175,729
	2004	181,445
	2005	187,219
	2006	193,049
	2007	198,931
	2008	204,858
	2009	210,800
	2010	216,757
	2011	222,725
	2012	228,691
	2013	234,667
	2014	240,614
	2015	246,536

Fuente: INEI, 2007

El departamento de Cajamarca tiene una gran extensión en donde existen importantes recursos naturales y una población mayormente concentrada en la zona rural; por lo tanto, su desarrollo se debe plantear sobre la base de un diagnóstico que permita el uso ordenado y sostenido del espacio geográfico y de sus recursos (Poma et. al., 2011).

La necesidad de establecer una política de ordenamiento territorial en el departamento de Cajamarca, parte de dos aspectos básicos: por un lado, existen diversos problemas críticos relacionados con la ocupación y uso del territorio que obstaculizan el requerido y tan ansiado desarrollo sostenible del departamento y, por otro lado, es necesario articular las diversas políticas sectoriales con incidencia en el ordenamiento territorial. Dentro de los recursos naturales, el suelo constituye quizá el recurso más importante para el desarrollo (Poma et. al., 2011).

2.2.3. Suelo:

Es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no sujetas a ninguna organización. Pero en realidad se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”. En la dirección vectorial generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal (Juarez y Rico, 1982).

La palabra suelo también representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como la parte integral del mismo (Juarez y Rico, 1982).

En el sentido general de la ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y material orgánico descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas (Das, 2001).

2.2.4. Suelos residuales:

La naturaleza de los suelos residuales dependerá generalmente de la roca madre. Cuando las rocas duras como el granito y el gneis sufren intemperismo, la mayor parte de los materiales tienen a permanecer en su sitio. Esos suelos tienen generalmente una capa superior de material arcilloso o de arcilla limosa debajo de la cual se encuentran capas de suelo limoso y/o arenoso (Das, 2002).

Son aquellos suelos que permanecen donde se forman y cubren la superficie rocosa de la que se derivan, no son transportados como sedimentos, si no que se acumulan en situ (Das, 2001).

2.2.5. Depósitos aluviales:

Los depósitos de suelo aluvial son generados por la acción de corrientes de agua y ríos, depositados de acuerdo a tamaño, desde gruesos en la parte empinada del valle, hasta finos en la cuenca (Das, 2001).

Los depósitos de suelos aluviales son una excelente zona de suministro de materiales gruesos de construcción tales como áridos para hormigón o materiales permeables para el relleno de las cajas de las carreteras (Das, 2001).

2.2.6. Depósitos Glaciales:

Durante la edad de hielo del pleistoceno, los glaciales cubrían grandes extensiones de la tierra y con el paso del tiempo avanzaron y retrocedieron. Durante su avance arrastraron consigo grandes cantidades de arena, limo, arcilla (Das, 2002).

2.2.7. Suelo orgánico:

Los suelos orgánicos se distinguen por la presencia de materiales fibrosos o esponjosos (turberas), raíces, hojas y restos vegetales, etc., olor a pudrición orgánica, elevada humedad y coloración negra, encuentran generalmente en regiones de poca altura, donde el nivel freático está cerca o por arriba de la superficie del terreno. Pueden ser de naturaleza limosa, arcillosa o incluso arenosa. Bajo carga dan lugar a asentamientos importantes con el tiempo por descomposición de la materia orgánica, consolidación y colapso (Das, 2002).

2.2.8. Erosión de suelos:

Reduce la superficie de terrenos cultivables y de pastos. Ocasionado por el mal uso de suelos intensivos, la falta de protección del suelo en ladera, manejo inadecuado de agua de riego, y ampliación de áreas agrícolas hacia áreas con mayor pendiente que originan la vulnerabilidad del suelo dentro de su capacidad y uso (INDECI, 2005).

2.2.9. Ensayos de laboratorio y clasificación de los suelos:

2.2.9.1. Contenido de humedad del suelo.

El contenido de humedad de un suelo, se define como la relación del peso del agua entre el peso de las partículas sólidas del suelo, usualmente se indica en forma porcentual; se expresa matemáticamente con la siguiente ecuación:

Ecuación n° 1: Contenido de Humedad.

$$\omega(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Ww: Peso del agua

Ws: Peso de las partículas sólidas.

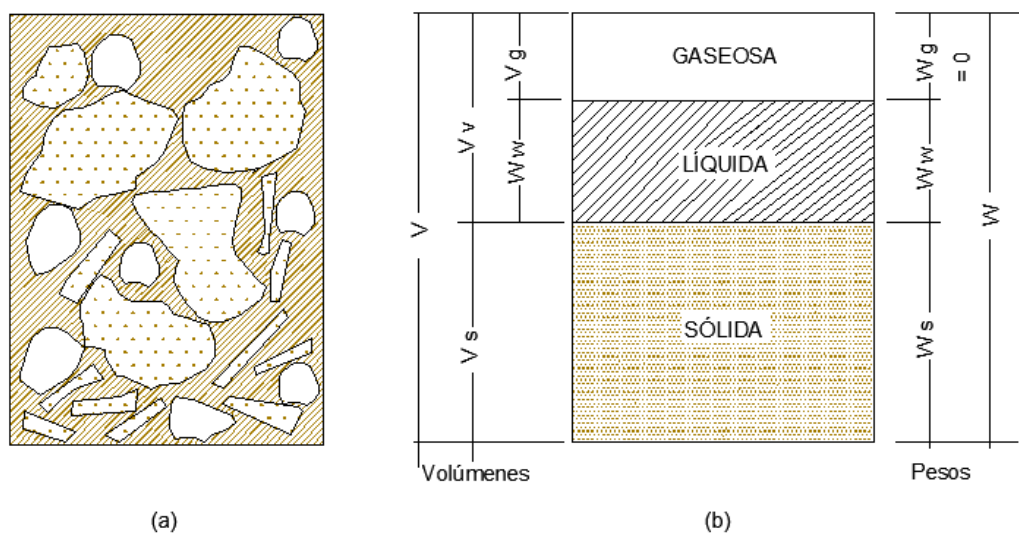
ω (%): Contenido de humedad.

2.2.9.2. Relaciones peso-volumen.

En el suelo se distinguen tres fases constituyentes: la sólida, la líquida y la gaseosa. La fase sólida ésta formada por las partículas minerales de suelo (incluyendo la capa sólida absorbida); la líquida por el agua, aunque en los suelos puede existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, si bien puede estar presente otros gases (vapores sulfurosos, anhídrido carbónico, etc.). La capa viscosa del agua absorbida que presenta propiedades intermedias entre la fase sólida y la líquida, suele incluirse en esta última, pues es susceptible de desaparecer cuando el suelo es sometido a una fuerte evaporación (secado).

La fase líquida y gaseosa del suelo suelen comprenderse en el volumen de vacíos, mientras que la fase sólida constituye el volumen de los sólidos (Juárez y Rico, 1982).

Gráfica n° 2: Esquema de la muestra de suelo.



Fuente: Juárez y Rico, 1982.

Los términos que aparecen en la figura anterior representan los siguientes conceptos:

- V: Volumen total de la muestra del suelo.
- Vs: Volumen de la fase sólida de la muestra .
- Vv: Volumen de los vacíos de la muestra del suelo.(volumen de vacíos).
- Vw: Volumen de la fase líquida contenida en la muestra (vol de agua).
- Vg: volmen de la fase gaseosa de la muestra (volumen del aire).
- W: Peso total de la muestra del suelo.(peso de la masa).
- Ws: Peso de la fase solida de la muestra (peso de los sólidos).
- Ww: Peso de la fase líquida de la muestra (peso del agua).
- Wg: Peso de las fase gaseosa de la muestra, convencionalmente considerado como nulo en mecánica de suelos.

- **Peso específico.** El peso relativo de los sólidos de un suelo se determina en el laboratorio haciendo uso de un matraz con marca de enrase.

El matraz se llena hasta una marca, primero con agua y después con agua y la muestra de suelo. El aire atrapado entre las partículas de suelo se desaloja por ebullición o exponiendo la suspensión al vacío (Juarez y Rico, 1982).

Ecuación n° 2: Peso específico.

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s}{V_s + W_{fw} - W_{fws}} \dots\dots\dots (2)$$

2.2.9.3. Granulometría.

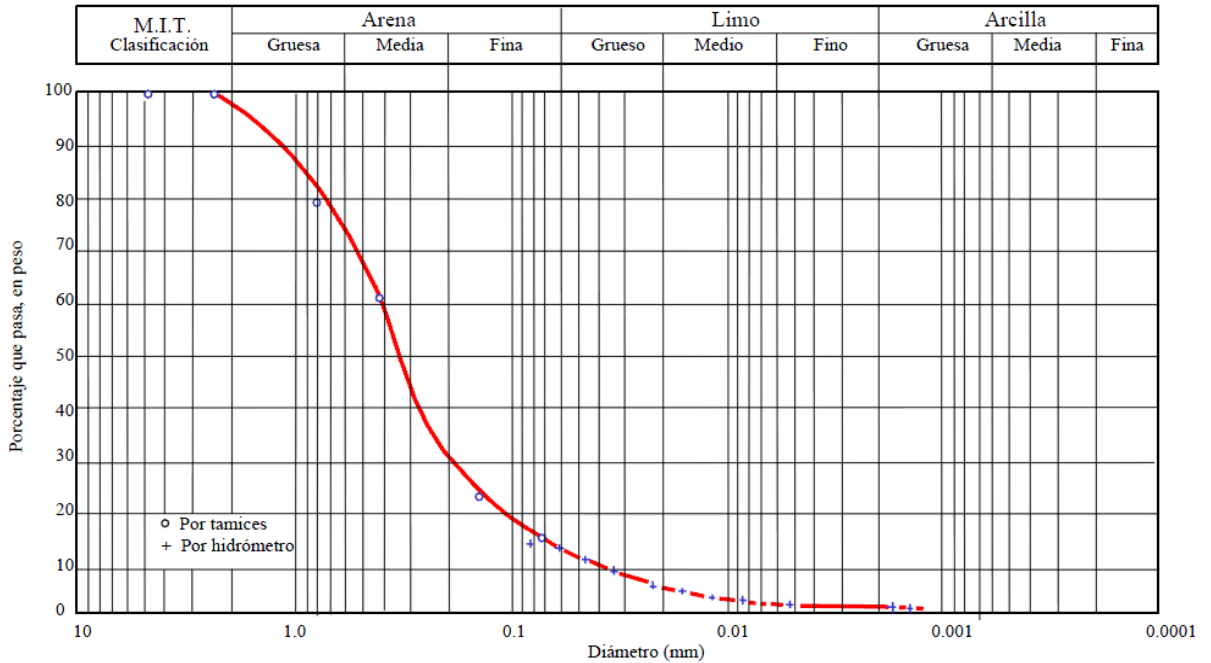
Es la que estudia la distribución de las partículas que conforman un suelo según su tamaño, para luego hacer su clasificación descriptiva.

Independientemente del origen del suelo, los tamaños de las partículas, que conforman un suelo varían en un amplio rango. Los suelos en general son llamados grava, arena, limo o arcillas, dependiendo del tamaño predominante de las partículas. La textura y propiedades físicas del suelo dependen del tamaño de ellas. Mayores tamaños de partículas significarán mayor espacio entre ellas, resultando un suelo más poroso, menor tamaño de las partículas tendrán menor espacio entre ellas dificultando el paso del aire y agua.

- **El análisis granulométrico por tamizado:** Se efectúa tomando una cantidad medida del suelo seco, bien pulverizado y pasándolo a través de una serie de tamices (cuyo tamaño de malla suele ir disminuyendo en progresión geométrica de razón 2), agitando el conjunto. La cantidad de suelo retenido en cada tamiz se pesa y se determina el porcentaje acumulado de material que pasa por cada tamiz.

El porcentaje que pasa por cada tamiz, determinado de la forma anterior, se representa en un gráfico semilogarítmica. El diámetro de la partícula se representa en escala logarítmica (abscisas), y el porcentaje de material que pasa se representa en escala aritmética (ordenadas). En la gráfica n° 4 se muestra un ejemplo de esta curva (Muelas, 2015).

Gráfica n° 3: Curva granulométrica de un suelo.



Una vez determinada dicha curva se determinan dos coeficientes que se utiliza para mejor la clasificación de los suelos.

- ✓ Coeficiente de uniformidad (Cu): utilizado como una medida simple de la uniformidad de un suelo, Allen Hazen propuso el coeficiente de uniformidad (Juarez y Rico, 1982).

Ecuación n° 3: Coeficiente de Uniformidad.

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

D10: llamado por Hazen diámetro efectivo; es el tamaño tal que sea igual o mayor que el 10%, en peso del suelo.

D60: tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo, sea igual o menor.

- ✓ Coeficiente de curvatura (Cc): es un valor que puede utilizarse para identificar a un suelo como bien graduado.

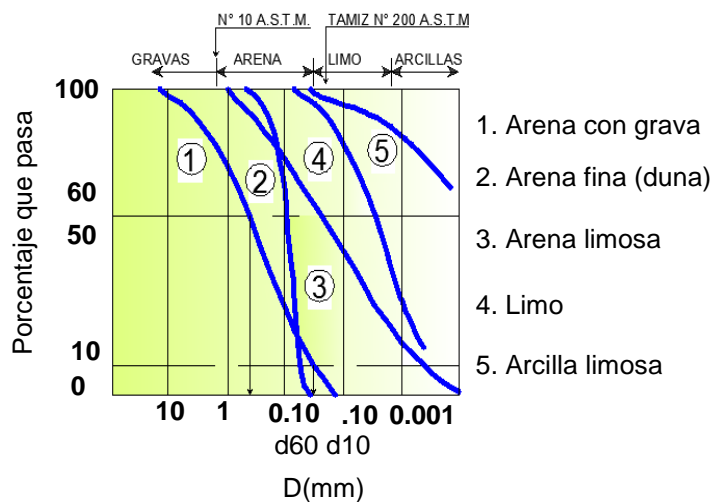
Ecuación n° 4: Coeficiente de curvatura.

$$CC = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60} + D_{10})} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

D30 tamaño total, que el 30%, en peso del suelo sea igual o menor.

Gráfica n° 4: Clasificación de suelos en función de la granulometría.



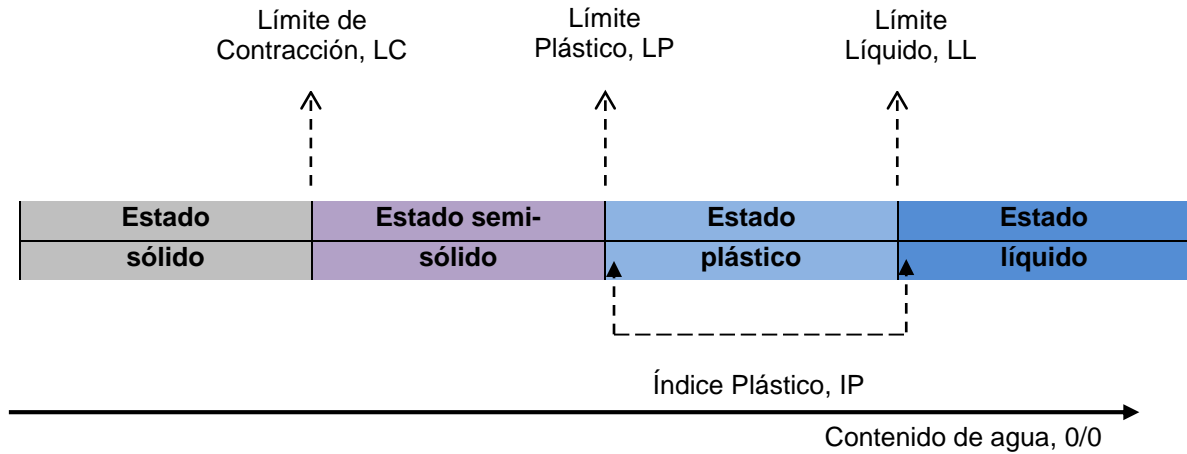
Fuente: Muelas, 2015.

2.2.9.4. Límites de Consistencia.

Atterberg hizo ver que, en primer lugar, la plasticidad no era una propiedad permanente las arcillas sino circunstancial y dependiente de su contenido de agua, también hizo ver que la plasticidad de un suelo exige, para ser expresada en forma conveniente la utilización de dos parámetros (límite líquido y índice de plasticidad)

Según su contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquier de los siguientes estados de consistencia (Juarez y Rico, 1982).

Gráfica n° 5: Esquema de la consistencia del suelo.



Fuente: Muelas, 2015.

Al rango entre el límite líquido y el límite plástico se le llama índice de plasticidad (IP) y representa el intervalo de humedades para pasar del estado semisólido al líquido de un suelo (estado plástico), se representa mediante la siguiente expresión:

Donde:

Límite Líquido (LL): Es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido. En este estado la mezcla se comporta como un fluido viscoso y fluye bajo su propio peso. Por debajo de éste contenido de humedad la mezcla se encuentra en estado plástico. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LL produce un cambio en el volumen del suelo (Terzaghi et. al., 1996).

Límite Plástico (LP): Es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado plástico. En este estado la mezcla se deforma a cualquier forma bajo ligera presión. Por debajo de éste contenido de humedad la mezcla está en un estado semi sólido. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LP produce un cambio en el volumen del suelo (Terzaghi et. al., 1996).

Ecuación n° 5: Índice Plástico.

$$IP = LL - LP \dots\dots\dots (5)$$

En la tabla siguiente se muestra los rangos de valores más frecuentes de todos estos parámetros en diferentes tipos de suelos.

Tabla n° 3: Rangos de valores más frecuentes de la consistencia del suelo.

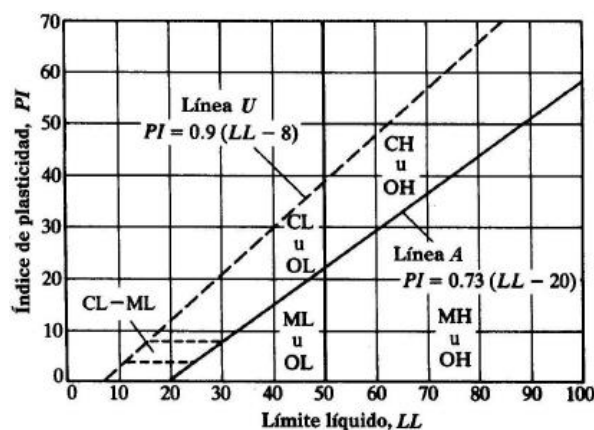
VALORES TÍPICOS DE CONSISTENCIA DEL SUELO				
PARAMETRO		TIPO DE SUELO		
		ARENA	LIMO	ARCILLA
LL	Límite líquido	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LP	Límite plástico	15 - 20	20 - 25	25 - 50
LC	Límite de contracción	12 - 18	14 - 25	8 - 35
IP	Índice de plasticidad	0 - 3	10 - 15	10 - 100

Fuente: Nañon, 2015

La determinación de los límites de Atterberg se lleva a cabo en laboratorio, definiéndose el límite plástico como el contenido de agua con el cual el suelo se agrieta al formarse un rollito de 3 mm de diámetro. El límite líquido se determina con la cuchara de Casagrande.

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica, mientras que el índice de liquidez indica la proximidad de la humedad natural del suelo al límite líquido.

Gráfica n° 6: Relación del límite líquido vs índice de plasticidad.



Fuente: Muelas, 2015.

Casagrande definió que los suelos con $LL > 50$ son de "alta plasticidad" (pueden admitir un mayor contenido de agua y por lo tanto pueden experimentar deformaciones plásticas mayores). Los suelos con $LL < 50$ se denominan de "baja plasticidad". Complementariamente,

Casagrande definió una línea A, que separa los suelos arcillosos de los más limosos. Así, a partir del criterio de alta y baja plasticidad y de la línea A, se puede definir varias zonas en el gráfico anterior. Los suelos limosos y con apreciable contenido orgánico tienen un intervalo de humedad menor para pasar del estado semisólido al estado líquido (menor índice de plasticidad), situándose por debajo de la línea A. En caso de las arcillas, dicho intervalo de humedad es mayor, situándose por encima de la línea A. se definen, por tanto, varios tipos de suelos: arcillas de alta plasticidad (CH), arcillas de baja plasticidad (CL), limos y suelos orgánicos de alta plasticidad (MH-OH) y limos y suelos orgánicos de baja plasticidad (ML-OL) (Muelas, 2015).

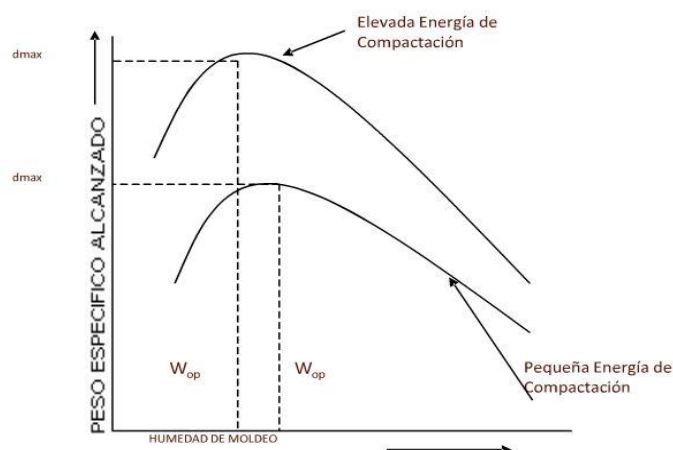
2.2.9.5. Compactación de suelos.

Se entiende por compactación de los suelos el mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos.

La importancia de la compactación estriba en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtiene al sujetar el suelo a técnicas convenientes que aumentan su peso específico seco, disminuyendo sus vacíos (Juarez y Rico, 1982).

La curva de compactación se obtiene cuando se compacta un suelo bajo diferentes condiciones de humedad y siendo cualquiera el método empleado, se relaciona las densidades con los porcentajes de humedad, lo que da como resultado una curva como la que se muestra:

Gráfica n° 7: Curva de compactación.



Fuente: Tello, 2012.

Las curvas nos indican un máximo absoluto para el valor de la densidad (MDS) y la humedad correspondiente a este punto. Cada suelo tiene su propia curva de compactación, que es característica del material y distinta de otros suelos.

El estudio de la compactación de suelos en el laboratorio se mide cuantitativamente por la densidad seca del suelo, en cual está íntimamente relacionado con la densidad húmeda del suelo y el contenido de agua que posee este, estando estos valores influenciados por una serie de factores:

- Humedad
- Tipo de Suelo
- Energía Específica
- El Método de Compactación
- La Recompactación
- La Temperatura y la Presencia de Otras Sustancias (Tello, 2012).

Ventajas de la compactación de los suelos.

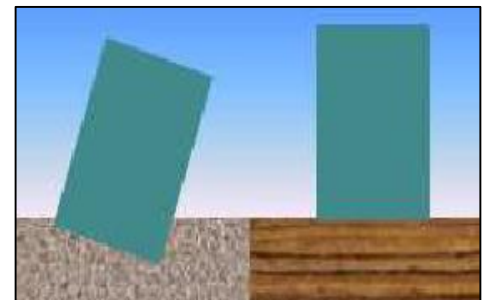
○ **Aumenta la capacidad de soporte del suelo.**

Los vacíos producen debilidad del suelo e incapacidad para soportar cargas pesadas. Si disminuyen los vacíos, el suelo puede soportar cargas mayores debidas que aumenta la densidad.



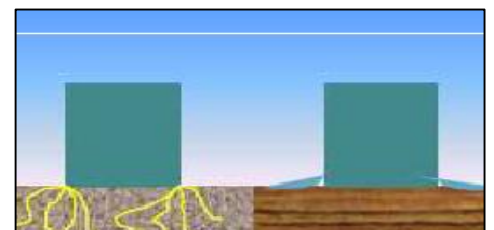
○ **Impide el hundimiento del suelo**

Si la estructura se construye en el suelo sin compactar, el suelo se hunde dando lugar a que la estructura se deforme (asentamientos diferenciales). Donde el hundimiento es más profundo en un lado o en una esquina, por lo que se producen grietas o un derrumbe total (Tello, 2012).



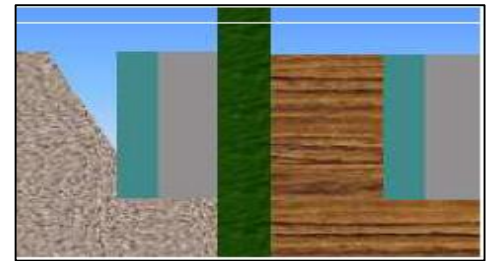
○ **Reduce la permeabilidad del suelo**

Un suelo compactado reduce el ingreso del de agua dentro de su masa (Tello, 2012).



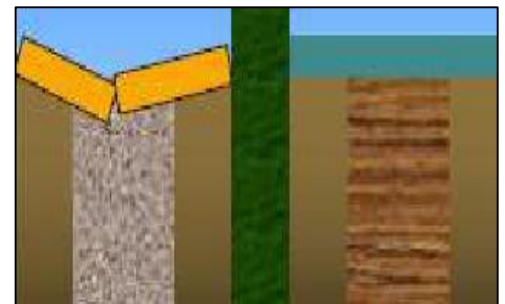
○ **Reduce el esponjamiento y la contracción del suelo**

Si hay vacíos, el agua puede penetrar en el suelo y llenar estos vacíos. El resultado sería el esponjamiento del suelo durante la estación de lluvias y la contracción del mismo durante la estación seca.



○ **Impide los daños de las heladas**

El agua se expande y aumenta el volumen al congelarse. Esta acción a menudo causa que el pavimento se hinche, y a la vez, las paredes y losas del piso se agrieten. La compactación reduce estas cavidades de agua en el suelo (Tello, 2012).



Compactación del suelo en laboratorio, el propósito de un ensayo de compactación de laboratorio, es determinar la correcta cantidad de agua de amasado a usar cuando se compacte el suelo en terreno, y la densidad seca máxima que se debe obtener al compactarse el suelo con esta humedad óptimo.

Las variables que afectan a la compactación en suelos con cohesión son las siguientes:

- Contenido de agua
- Tipo de suelo
- Energía de Compactación

Ecuación n° 6: Ecuación para el cálculo de la compactación de los suelos.

$$E_c = \frac{N * n * W * h}{V} \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

N: número de golpes por capa

n: número de capas de suelo

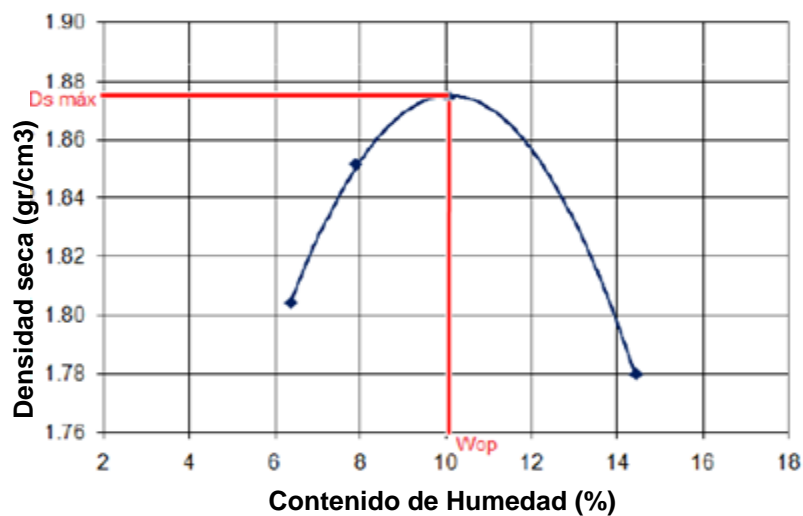
W: peso del martillo (Kg)

h: altura de caída del martillo (cm)

V: volumen del suelo compactado (cm³)

- Con cierta humedad, el suelo llega a su densidad máxima cuando se aplica una cantidad específica de energía.
- La densidad máxima que se obtiene bajo estas condiciones se llama densidad proctor 100%.
- El valor de la humedad en el punto de densidad máxima se llama humedad Óptima.
- El valor proctor 100% se utiliza como base para medir el grado de compactación del suelo, por lo tanto, es la medida estándar para la compactación (Tello, 2012).

Gráfica n° 8: Relación entre la densidad seca vs contenido de humedad



Fuente: Tello, 2012.

2.2.9.6. Sistema unificado de clasificación de suelos (EE.UU.) SUCS.

Para clasificar a los suelos de cada depósito detectado, se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos S.U.C.S. (norma ASTM D 2487),

Este sistema de clasificación cubre dos grupos los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicho malla y las finas menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas (Juarez y Rico, 1982).

Suelos gruesos: El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres inglesas de los suelos típicos de ese grupo, se dividen en:

- Gravas y suelos que predominen éstas. Simbología (G)
- Arenas y suelos arenosos. Simbología (S)

Las gravas y Arenas se separan con la malla N°4 de manera que un suelo pertenece al grupo G, si más del 50% de su fracción gruesa (retenida en la malla 200) no pasa la malla N°4, y es del grupo S, en caso contrario las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos:

- Grupo GW Y SW: Suelos bien graduados y con pocos finos o limpios por completo.
- Grupo GP Y SP: Suelos mal graduados; es decir, son de apariencia uniforme o presentan predominio de un tamaño o de un margen de tamaños.
- Grupos GM Y SM: En estos grupos el contenido de finos afecta las características de resistencia y esfuerzo-deformación y la capacidad de drenaje libre de la fracción gruesa; en la práctica se ha visto que esto ocurre para porcentajes de finos superiores al 12% en peso, por lo que esa cantidad se toma como frontera inferior de dicho contenido de partículas finas. La plasticidad de los finos en estos grupos varía entre “nula” y “media”; es decir, es requisito que los límites de plasticidad localicen a la fracción que pase la malla N°40 debajo de la línea A o bien que su índice de plasticidad sea menor que 4 (Juarez y Rico, 1982)
- Grupos GC Y SC: El contenido de finos de estos grupos de suelo debe ser mayor que el 12%, en peso, y por las mismas razones expuestas para los grupos GM y SM. Sin embargo, en estos casos, los finos son de media a alta plasticidad sitúan a la fracción que pase la malla N°40 sobre la línea A, teniéndose, además, la condición de que el índice plástico sea mayor que 7.

A los suelos gruesos con contenido de finos comprendido entre 5% y 12%, en peso, el sistema unificado los considera casos de frontera, adjuntándole un símbolo doble (Juarez y Rico, 1982)

Suelos finos: Los suelos de grano fino se subdividen en limos (M) y arcillas (C), según su límite líquido y su índice de plasticidad. Los limos son suelos de grano fino con un límite líquido y un índice de plasticidad que resulten puntos por debajo de la línea “A”. Y arcillas aquellos que dan puntos por encima de la línea “A” (esta definición no es válida para las arcillas orgánicas, puesto que el límite líquido y el índice de plasticidad de estos suelos dan puntos por debajo de la línea “A”).

El limo (M) y la arcilla (C) se dividen a su vez en dos grupos secundarios basados en el hecho de que el suelo tiene un límite líquido relativamente bajo o alto.

Los suelos altamente orgánicos son usualmente muy comprensibles y tienen características inadecuadas para la construcción. Se clasifican dentro del grupo designado por el símbolo Pt: Turba. El humus y suelos de pantano son ejemplos típicos de este tipo de suelos (Whitman, 1972).

M = limo, depende del Límite líquido y el Índice de plasticidad.

C = arcilla. Depende del Límite líquido y el Índice de plasticidad.

O = suelo orgánico.

P_t = turba.

W = bien graduado, depende del Cu y Cc.

P = mal graduado, depende del Cu y Cc.

L = plasticidad baja.

H = plasticidad alta.

Criterio de clasificación según los resultados por medio de ensayos en laboratorio.

1) Suelos de grano grueso (más del 50% será retenido por la malla N° 200)

Distinción entre grava y arena (G, S):

G: Grava: El 50% ó más es retenido en la malla N° 4. (\geq)

S: Arena: Más del 50% pasa la malla N° 4.

• Material que pasa por la malla N° 200 (0,074 mm):

< 5% gravas o arenas limpias, bien o mal graduadas: GW, GP o SW, SP.

> 12% gravas o arenas con finos: GM, GC o SM, SC.

Entre 5 y 12% símbolos mixtos: por ejemplo, GW + GC.

• Determinación de la graduación para suelos de grano grueso con pocos finos:

a) Coeficiente de uniformidad:

$C_u = D_{60} / D_{10}$ debe ser mayor que 4 para GW y SW.

b) Coeficiente de graduación:

$C_c = D_{30}^2 / D_{10} \cdot D_{60}$ debe ser entre 1 y 3 para GW y SW.

GP y SP no cumplen estos requisitos.

• Suelos de grano grueso con fino (GM, GC o SM, SC) se toma en cuenta los siguientes límites:

a) Para GM y SM (suelos limosos): los límites deben encontrarse bajo la línea "A" o el índice de plasticidad IP debe ser menor de 4.

Nota: Sobre la línea "A" con $4 < IP < 7$ entonces doble símbolo.

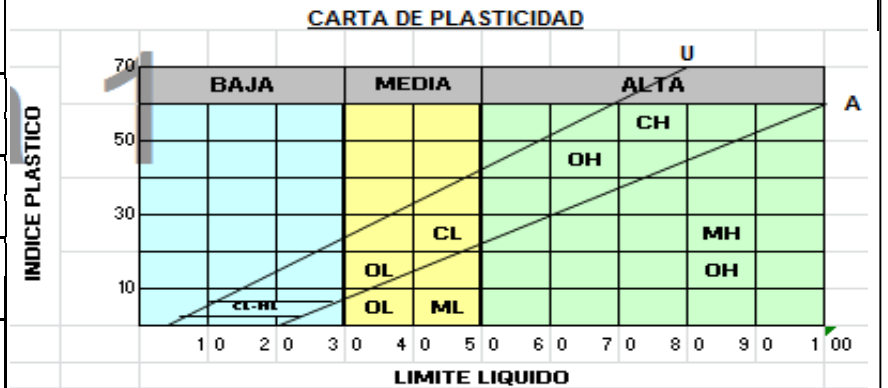
3. **Grupos OL y OH (suelos orgánicos):** Las zonas correspondientes son las mismas que las de los grupos ML y MH. Una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que el límite líquido de una arcilla crezca, sin apreciable cambio de su índice plástico (Whitman, 1972).

Tabla n° 4: Sistema unificado de clasificación de suelos (EE.UU.) SUCS.

DIVISIÓN	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO			SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO				
SUELO DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es RETENIDO en la malla número 200	GRAVAS	Más de la mitad de la fracción gruesa es RETENIDA por la malla	GRAVAS LIMPIAS (poco o nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de tamaños intermedios	GW	Gravas bien gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos	FRACCIÓN QUE PASA POR LA MALLA N° 200 Menos del 5% : GW, GP, SW, SP. Más de 12% : GM, GC, SM, SC. De 5% al 12% : Casos de frontera se requiere el uso de símbolos	Coeficiente de uniformidad Cu : mayor de 4 Coeficiente de curvatura Cc : entre 1 y 3 Cu= D60/D10 ; Cc= (D30) ² /D10*D60		
			GRAVAS CON FINOS (cantidad)	Predominio de un tamaño o un tipo de tamaño, con ausencia de algunos intermedios.	GP	Gravas mal gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos		No satisfacen todos los requisitos de gradación para GW.		
			GRAVAS CON FINOS (cantidad)	Fracción fino poco o nada plástica (para identificarla véase grupo Mt)	GM	d u		Gravas limosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Debajo de "A" I.P. menor que 4	Arriba de "A" y con I.P. entre 4 y 7 casos de frontera, uso de símbolos dobles.
				Fracción fina plástica (para identificarla véase grupo CL)	GC			Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Arriba de "A" I.P. mayor que 7	
			ARENAS	Más de la mitad de la fracción gruesa PASA por la malla N°4.	ARENAS LIMPIAS (poco ó nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de tamaños intermedios		SW	Gravas bien gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos	Coeficiente de uniformidad Cu : mayor de 6 Coeficiente de curvatura Cc : entre 1 y 3 Cu= D60/D10 ; Cc= (D30) ² /D10*D60
					ARENAS CON FINOS (cantidad)	Predominio de un tamaño ó un tipo de tamaño , con ausencia de algunos intermedios.		SP	Gravas mal gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos	No satisfacen todos los requisitos de gradación para SW.
	ARENAS CON FINOS (cantidad)	Fracción fino poco o nada plástica (para identificarla véase grupo Mt)			SM	d u		Gravas limosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Debajo de "A" I.P. menor que 4	Arriba de "A" y con I.P. entre 4 y 7 casos de frontera, uso de símbolos dobles.
		Fracción fina plástica (para identificarla véase grupo CL)			SC			Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Arriba de "A" I.P. mayor que 7	

Sigue...

DIVISIÓN	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO				SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO	
SUELO DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material PASA en la malla número 200	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA Nº 40						G = gravas, M = limo, O = orgánicos, W = bien gradadas, S = arenas, C = arcilla, P = mal gradado, L = baja compresibilidad, H = alta compresibilidad.	
	LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)			
			Nula o ligera	Rápida alenta	Nula	ML		Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
			Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL		Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
	LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta	Ligera	OL		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
			Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomeas, limos elásticos.
			Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
	SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.
			Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.		Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		



Fuente: whitman, 1972.

Para la determinación de la resistencia del suelo o para prever su comportamiento en el tiempo una vez cargado, es necesario conocer ciertos datos, que se pueden obtener a partir de los estudios en el laboratorio por medio de las muestras que se toman en los sondeos de campo. Es obvio que algunos resultados que se obtienen por el muestreo de pozos a cielo abierto, difieren un poco de las propiedades del suelo (laboratorio), ya que se alteran sus condiciones por el manejo y transporte. De esto se deriva la necesidad de usar factores de seguridad, con los que se obtienen resultados satisfactorios (Poma et. al., 2011).

2.2.10. Capacidad de carga del suelo:

En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

2.2.11. Teoría de la capacidad de carga última

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar un teoría para evaluar la capacidad última de carga de cimentaciones superficiales, la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad (D_f) de la cimentación es menor que o igual al ancho de la misma. Sin embargo, investigadores posteriores han sugerido que cimentaciones con (D_f) igual a 3 o 4 veces el ancho de la cimentación se define como cimentación superficiales.

Terzaghi sugirió que para una cimentación continua o de franja (es decir la razón de ancho o largo de la cimentación tienda a cero), la superficie de la falla en un suelo bajo la carga última. El efecto del suelo arriba del fondo de la cimentación se supone reemplazarlo por el efecto de una sobrecarga equivalente $q = \gamma D_f$ donde γ = peso específico del suelo (Das, 2002).

Para la determinación de la capacidad de Carga, se aplicará la teoría de Terzaghi

La cimentación que se considerará es un cimiento corrido de un ancho $B= 0.80m$ y una zapata cuadrada de $2*2m$.

Se estudió los dos tipos de cimentación debido a que en una vivienda el sistema estructural más usado es la albañilería confinada que usa cimentación corrida y eventualmente en los pórticos que se generen en ellas se usa zapas aisladas cuadradas.

Para cimentaciones de este tipo según Das, 2002 se utiliza las siguientes formulas:

Ecuación n° 7: Capacidad de carga para cimentación corrida.

$$q_u = \frac{2}{3} cN'_c + qN'_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_\gamma \dots\dots\dots (7)$$

Ecuación n° 8: Capacidad de carga para cimentación cuadrada.

$$q_u = 0.867 cN'_c + qN'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

C= Cohesión del suelo.

γ = Peso específico del suelo.

$q = \gamma D_f$ Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación.

B =Ancho de la Cimentación.

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga.

2.2.12. Cálculo de Capacidad de carga última de diseño

a) Parámetros de Cálculo

Se empleará para él cálculo de capacidad de carga última por corte local, la fórmula propuesta por Terzaghi, para cimientos corridos y zapata cuadrada (Das, 2002).

Ecuación n° 9: Capacidad de carga admisible de diseño para cimentación corrida

$$q'_{c \text{ dis.}} = \frac{1}{FS} \left(\frac{2}{3} C N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma \right) \dots\dots\dots (9)$$

Ecuación n° 10: Capacidad de carga admisible de diseño para cimentación cuadrada

$$q'_{c \text{ dis.}} = \frac{1}{FS} (0.867 cN'_c + qN'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma) \dots\dots\dots (10)$$

Dónde:

$q'c$ = Capacidad de carga límite.

C = Cohesión del suelo.

γ = Peso específico del suelo.

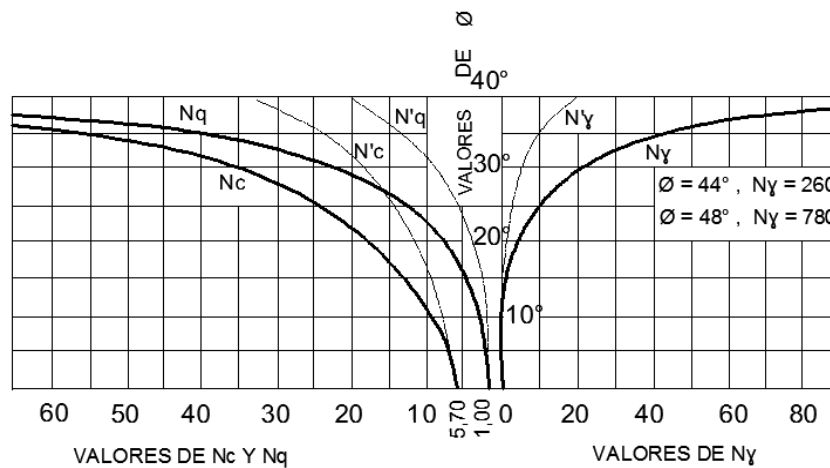
D_f = Profundidad de desplante de la cimentación.

B = ancho transversal de la cimentación.

$N'c$, $N'q$, $N'\gamma$ = Factores de capacidad de carga. Se obtienen de la figura: 10, dependen solo del ángulo de fricción interna ϕ .

FS: Factor de Seguridad.

Gráfica n° 10: Factores de capacidad de carga de Terzaghi.



Fuente: Crespo, 2007

Tabla n° 5: Parámetros característicos del suelo

TIPOS DE SUELOS	DENSIDADES APARENTES			Angulo de Fricción Interna (grados)	COHESIÓN	
	Sobre nivel Freático		Bajo nivel Freático (Tn/m ³)		Tn/m ²	Kg/cm ²
	Húmedo (Tn/m ³)	Saturado (Tn/m ³)				
NO COHESIVOS						
Arena suelta (compacidad 0,3)	1.7	1.9		30°		
Arena media compacta (compacidad 0,3 - 0,5)	1.8	2.0		32,5°		
Arena compacta (compacidad 0,5)	1.9	2.1		35°		
Grava	1.7	2.0		35°		
Grava - Arena (heterogénea)	1.9	2.1		35°		
Piedras, piedra picada	1.7			35°		
COHESIVOS						
Arcilla media dura	2.1		1.1	15°	2.5	0.25
Arcilla rígida	2.0		1.0	15°	1.0	0.1
Arcilla plástica	1.8		0.8	15°	0	0
Arcilla arenosa (marga) rígido duro	2.2		1.2	22,5°	0.5	0.05
Arcilla arenosa (marga) plástica limo rígido duro	2.1		1.1	22,5°	0	0
Limo rígido plástico duro	2.0		1.0	22,5°	0.2	0.02
Limo plástico	1.9		0.9	22,5°	0	0
Limo orgánico (arcilla orgánico)	1.7		0.7	10°	0	0
Turba	1.1		0.1	15°	0	0

Fuente: Wilhelm.

Tabla n° 6: Parámetros característicos del suelo

TIPO DE SUELO	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTEMBERG			PESO ESPECIFICO		HUMD NATURAL	PROCTOR NORMAL		DEFORMABILIDAD		RESISTENCIA AL CORTE			PERMEABILIDAD
	< 0.06	< 2.00	(Fracción < 0.04 mm)			Y	Ysum		D. Seca	wpm	Es = Eo	(σ/σt)	φ	C	φ'p	K
	N° 200	N° 10	WL	WP	Ip			w								
	%	%	%	%	%	T/m ³	T/m ³	%	T/m ³	%	Eskp/cm ²	α	(°)	T/m ²		m/s
Grava	< 5	< 60	-	-	-	1.6	0.95	5	1.7	8	400	0.6	34	-	32	2.00E-02
			-	-	-	1.9	1.05	2	1.9	5	900	0.4	42	-	35	1.00E-02
Grava arenosa con pocos finos	< 5	< 60	-	-	-	2.1	1.15	7	2	7	400	0.7	35	-	32	1.00E-02
			-	-	-	2.3	1.35	13	2.25	4	1100	0.5	45	-	35	1.00E-02
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	8	< 60	20	16	4	2.1	1.15	9	2.1	7	400	0.7	35	1	32	1.00E-02
	15		45	25	25	2.4	1.45	3	2.35	3	1200	0.5	43	0	35	1.00E-02
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	20	< 60	20	16	4	2	1.05	13	1.9	10	150	0.9	28	3	22	1.00E-02
	40		50	25	30	2.25	1.3	5	2.2	5	400	0.7	35	0.5	30	1.00E-02
Arena uniforme fina	< 5	< 100	-	-	-	1.6	0.95	22	1.6	15	150	0.75	32	-	30	2.00E-02
			-	-	-	1.9	1.1	8	1.75	10	300	0.6	40	-	22	1.00E-02
Arena uniforme gruesa	< 5	< 100	-	-	-	1.6	0.95	16	1.6	13	250	0.7	34	-	30	5.00E-02
			-	-	-	1.9	1.1	8	1.75	8	700	0.55	42	-	34	2.00E-02
Arena bien graduada y arena con grava	< 5	< 100	-	-	-	1.8	1	11	1.9	10	200	0.7	33	-	32	5.00E-02
			-	-	-	2.1	1.2	5	2.15	6	600	0.55	41	-	34	2.00E-02
Arena con finos que no alteran la estructura	8	> 60	20	16	4	2.9	1.05	15	2	13	150	0.8	32	1	30	1.00E-02

Sigue

TIPO DE SUELO	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTEMBERG			PESO ESPECIFICO		HUMD NATURAL	PROCTOR NORMAL		DEFORMABILIDAD		RESISTENCIA AL CORTE			PERMEABILIDAD
	< 0.06	< 2.00	(Fracción < 0.04 mm)			Y	Ysum		D. Seca	wpm	Es = Eo	(σ/σt)	φ	C	φ'p	
	N° 200	N° 10	WL	WP	Ip			w								K
Limo poco plástico	> 50	> 80	25	20	4	1.75	0.95	28	1.6	22	40	0.8	28	2	25	1.00E-02
			35	28	11	2.1	1.1	15	1.8	15	110	0.6	35	0.5	30	5.00E-02
Limo de plasticidad media a alta	> 80	> 100	35	22	7	1.7	0.85	35	1.55	23	30	0.9	25	3	22	2.00E-02
			50	25	20	2	1.05	20	1.75	16	70	0.7	33	1	29	2.00E-02
Arcilla de baja plasticidad	> 80	100	25	15	7	1.9	0.95	28	1.65	20	20	1	24	6	20	1.00E-02
			35	22	16	2.2	1.2	14	1.85	14	50	0.9	32	1.5	28	2.00E-02
Arcilla de plasticidad media	> 90	100	40	18	16	1.8	0.85	38	1.55	23	10	1	20	8	10	5.00E-02
			50	25	28	2.1	1.1	18	1.75	17	30	0.95	30	2	20	1.00E-02
Arcilla de alta plasticidad	100	100	60	20	33	1.65	0.7	55	1.45	27	6	1	17	10	6	1.00E-02
			85	35	55	2	1	20	1.65	20	20	1	27	3	15	1.00E-02
Limo o arcilla orgánicos	> 80	100	45	30	10	1.55	0.55	60	1.45	27	5	1	20	7	15	1.00E-02
			70	45	30	1.9	0.9	30	1.7	18	20	0.8	26	2	22	1.00E-02
Turba	-	-	-	-	-	1.04	0.04	800	-	-	3	1	25	1.5	-	1.00E-02
	-	-	-	-	-	1.3	0.03	100	-	-	8	1	30	0.5	-	1.00E-02
Fango	-	-	100	30	50	1.25	0.25	200	-	-	4	1	22	2	-	1.00E-02
	-	-	250	80	170	1.6	0.6	50	-	-	15	0.9	28	0.5	-	1.00E-02

Fuente: Rodríguez et. al., 1989.

Dónde:

WL = Límite líquido.

WP = Límite plástico.

IP = índice plástico.

Y = Peso específico del suelo.

Ysum.= Peso específico del suelo sumergido.

W = Humedad natural.

D. Seca = Densidad seca.

Φ = Angulo de fricción.

C = cohesión.

2.3. Hipótesis

La zona óptima para proyectar el crecimiento urbano en el barrio La Paccha es la zona II cuya capacidad portante admisible es de 0.5 kg/cm² a 1.5 kg/cm².

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDAD
Capacidad de Carga	Se entiende por compactación de los suelos el mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos.	Angulo de fricción (Φ)	Grados
		Pesos específico (γ)	gr/cm ³
		cohesión del suelo (C)	gr/cm ²
		Ancho de cimentación (B)	cm
		Esfuerzo efectivo a nivel de fondo de cimentación (q)	Kg/ cm ²
Zona de crecimiento urbano	La mejor zona para el crecimiento urbano es la que cumple con los objetivos de desarrollo sostenible y con una capacidad de soporte del suelo, para localizar actividades con fines sociales y económicos, como vivienda, recreación, protección y equipamiento; así como la producción industrial, comercio, transportes y comunicaciones.	Suelos buenos	%
		Suelos deficiente	%

3.2. Diseño de investigación

Transeccional o Transversal: Descriptivo.

3.3. Unidad de estudio

Unidad de estudio: El Suelo.

3.4. Población

La población de estudio: Está constituida por los suelos del barrio la Paccha de la ciudad de Cajamarca.

3.5. Muestra (muestreo o selección)

La muestra elegida por conveniencia para la toma de datos, está constituida por suelos obtenidos de las calicatas que se realizan según la norma E 050 del RNE.

Las calicatas realizadas será 3 por cada Ha de terreno habilitado.

3.6. Instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.6.1. Para recolectar datos.

Para determinar los tipos de suelos se realizará un reconocimiento de campo en las áreas de interés y se ubicarán los lugares donde se excavarán las calicatas, según lo indicado en la norma E 050, capítulo II: donde indica que por hectárea se tiene que realizar tres puntos de investigación en terreno habilitado (urbanizaciones para viviendas unificadas hasta 3 pisos) a una profundidad de 3.00 metros. Se determinarán los estratos y la potencia de los mismos, luego por cada estrato se obtendrán muestras para los ensayos:

- **Análisis granulométrico por tamizado y lavado (NTP 339.128 – 1999):** Para este ensayo tomamos una muestra de 500 gr de material de cada uno de los estratos de las calicatas, luego en el laboratorio se procedió a lavar la muestra usando la malla 200, el material retenido se secó en el horno y posteriormente se tamizó por las mallas correspondientes.
- **Contenido de humedad (NTP 339.127 – 1999):** Este ensayo se realizó inmediatamente después de hacer la excavación de las calicatas, para lo cual se colocaron las muestras en taras para ser pesadas y luego se las dejó en el horno por 24 horas, después se pesó la muestra y se realizó el cálculo correspondiente.
- **Ensayo de límites de Atterberg (NTP 339.129 – 1999):**
Ensayo de límite de plasticidad: Para este ensayo se coloca la muestra en un recipiente, agregamos agua y se mezcla toda la muestra, luego enrollamos una pequeña porción de suelo hasta obtener un diámetro de 3mm.
Para el ensayo de límite líquido: Se determina cerrando una ranura que se hace a una muestra de suelo en un dispositivo llamado copa de Casagrande que se golpea mediante una manivela. Si los golpes son más de 36 quiere decir que la muestra está muy seca y necesita agua, si los golpes son menos de 6 quiere decir que la muestra está muy líquida.
- **Determinación de peso específico (NTP 339.131 – 1999):** Para este ensayo se tiene una muestra de 100 gr de material seco, luego se llena la fiola con agua hasta 500ml y se lo pesa, después de pesar la fiola más el agua se le agrega el material y también pesamos, luego se realiza los cálculos para obtener el valor del peso específico.

- **Ensayos para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). (NTP 339.128 – 1999)**

3.6.2. Para analizar la información.

Trabajo en gabinete

Consiste en las siguientes actividades:

- ✚ Análisis de muestras en laboratorio: En el laboratorio de mecánica de suelos se ha realizado los siguientes ensayos de acuerdo a la norma Técnica Peruana.
 - Análisis granulométrico por tamizado y lavado (NTP 339.128 – 1999)
 - Contenido de humedad (NTP 339.127 – 1999)
 - Ensayo de límites de Atterberg (NTP 339.129 – 1999)
 - Determinación de peso específico (NTP 339.131 – 1999)
 - Densidad Natural.
- ✚ Procesamiento de resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio: Para el procesamiento de los datos obtenido de los ensayos en laboratorio hacemos uso del programa Microsoft Excel y el AutoCAD para dibujar el plano topográfico del lugar y del mismo modo ubicar las calicatas de estudio.
- ✚ Análisis e interpretación de los resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio: Se ha analizado y se ha interpretado cada uno de los resultados obtenidos del procesamiento de resultados. Luego de obtener todos los resultados de la granulometría y plasticidad se procedió a la clasificación de los suelos con el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).
- ✚ Cálculo de la capacidad portante del suelo: Se aplicará la fórmula de Terzaghi (ecuación n°7 y ecuación n°8), para obtener el ángulo de fricción y la cohesión del suelo se ha empleado las tablas de los parámetros característicos del Ing. José María Rodríguez Ortiz - Jesús Serrad Tuesta y la tabla del Ing. Peter Wilhelm Vicke, para las dimensiones de la cimentación se ha escogido un cimiento corrido de ancho $B= 0.80m$ y una zapata aislada cuadrada de ancho $B= 2m$, el peso específico del suelo se ha tomado de los resultados obtenidos en laboratorio.
- ✚ Plano de zonificación por tipo de suelos: Para la realización del plano me basaré en los resultados obtenidos de la clasificación de suelos (SUCS).

- ✚ Mejor Zona: Para determinar cuál de las tres zonas escogidas en el barrio La Paccha es la más adecuada para expansión urbana teniendo en cuenta la capacidad portante admisible, basándonos en los resultados obtenidos al aplicar la fórmula de Terzaghi.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Tabla n° 7: Ensayo de contenido de humedad – calicata 01.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA -1	
Estrato	E1
Identificación de Tara	C-01
Peso Tara (gr)	27.7
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	154.4
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	147.8
Peso muestra húmeda (gr)	126.7
Peso muestra seca (gr)	120.1
Peso del agua (gr)	6.6
Contenido de humedad (W%)	5.5

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 8: Ensayo de contenido de humedad – calicata 02.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA -2	
Estrato	E1
Identificación de tara	C-02
Peso tara (gr)	28.9
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	205.6
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	195.9
Peso muestra húmeda (gr)	176.7
Peso muestra seca (gr)	167
Peso del agua (gr)	9.7
Contenido de humedad (W%)	5.8

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 9: Ensayo de contenido de humedad – calicata 03.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA-3			
Estrato	E1	E2	E3
Identificación de tara	E-01	E-02	E-03
Peso tara (gr)	26.4	28.4	28
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	176.5	176.3	140.1
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	168.5	160	131.1
Peso muestra húmeda (gr)	150.1	147.9	112.1
Peso muestra seca (gr)	142.1	131.6	103.1
Peso del agua (gr)	8.00	16.3	9.00
Contenido de humedad (W%)	5.63	12.39	8.73
Promedio Porcentaje de Humedad	8.92		

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 10: Ensayo de contenido de humedad – calicata 04.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA -4	
Estrato	E1
Identificación de tara	C-04
Peso tara (gr)	27.1
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	241.3
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	237.6
Peso muestra húmeda (gr)	214.2
Peso muestra seca (gr)	210.5
Peso del agua (gr)	3.7
Contenido de humedad (W%)	1.76

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 11: Ensayo de contenido de humedad – calicata 05.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA -5	
Estrato	E1
Identificación de tara	C-05
Peso tara (gr)	28.8
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	184.9
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	179.2
Peso muestra húmeda (gr)	156.1
Peso muestra seca (gr)	150.4
Peso del agua (gr)	5.70
Contenido de humedad (W%)	3.79

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 12: Ensayo de contenido de humedad – calicata 06.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA -6	
Estrato	E1
Identificación de tara	C-06
Peso tara (gr)	26.9
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	226.7
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	223.1
Peso muestra húmeda (gr)	199.8
Peso muestra seca (gr)	196.20
Peso del agua (gr)	3.60
Contenido de humedad (W%)	1.83

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 13: Ensayo de contenido de humedad – calicata 07.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA-7		
Estrato	E1	E2
Identificación de tara	E-01	E-02
Peso tara (gr)	27.1	27.90
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	188.7	175.80
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	170.6	162.60
Peso muestra húmeda (gr)	161.6	147.90
Peso muestra seca (gr)	143.5	134.70
Peso del agua (gr)	18.10	13.20
Contenido de humedad (W%)	12.61	9.80
Promedio Porcentaje Humedad	11.21	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 14: Ensayo de contenido de humedad – calicata 08.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA -8	
Estrato	E1
Identificación de tara	C-08
Peso tara (gr)	27.6
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	188.5
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	167.6
Peso muestra húmeda (gr)	160.9
Peso muestra seca (gr)	140.0
Peso del agua (gr)	20.90
Contenido de humedad (W%)	14.93

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 15: Ensayo de contenido de humedad – calicata 09.

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%) CALICATA -9	
Estrato	E1
Identificación de tara	C-09
Peso tara (gr)	27
Peso tara (gr) + muestra húmeda (gr)	177.7
Peso tara (gr) + muestra seca (gr)	160.2
Peso muestra húmeda (gr)	150.7
Peso muestra seca (gr)	133.2
Peso del agua (gr)	17.50
Contenido de humedad (W%)	13.14

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 16: Ensayo de Densidad natural (Método Volumétrico) – calicata 01.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO VOLUMÉTRICO	
CALICATA 1	C-01
Estrato	E1
Peso cilindro (gr)	192.5
Peso cilindro (gr) + muestra (gr)	380.5
Altura cilindro (cm)	7.31
Diametro cilindro (cm)	4.47
Volumen cilindro (cm ³)	114.71
Peso muestra (gr)	188
Dh(gr/cm³)	1.64

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 17: Ensayo de Densidad natural (Método Volumétrico) – calicata 02.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO VOLUMÉTRICO	
CALICATA 2	C-02
Estrato	E1
Peso cilindro (gr)	190.50
Peso cilindro (gr) + muestra (gr)	401.10
Altura cilindro (cm)	7.32
Diametro cilindro (cm)	4.47
Volumen cilindro (cm ³)	114.87
Peso muestra (gr)	210.60
Dh(gr/cm³)	1.83

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 18: Ensayo de Densidad natural – calicata 03.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO CONO DE ARENA	
CALICATA 3	C-03
Peso del recipiente cilíndrico (gr)	182.00
Volumen del recipiente cilíndrico	3943.00
Peso de la arena + Recipiente cilíndrico (gr)	5468.00
Peso de la arena (gr)	5286.00
Densidad de la arena (gr/cm ³)	1.34
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena i (gr)	5895.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante f (gr)	4565.00
Peso de la arena que ocupa el embudo (gr)	1330.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante (gr)	1494.00
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena (gr)	6070.00
Peso de muestra extraída del hoyo (gr)	3071.00
Peso de la arena restante (gr)	1494.00
Peso de la arena en el hoyo (gr)	3246.00
Volumen de la muestra (gr/cm ³)	2421.30
Densidad natural (gr/cm ³)	1.27

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 19: Ensayo de Densidad natural – calicata 04.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO CONO DE ARENA	
CALICATA 4	C-04
Peso del recipiente cilíndrico (gr)	182.00
Volumen del recipiente cilíndrico	3943.00
Peso de la arena + Recipiente cilíndrico (gr)	5578.00
Peso de la arena (gr)	5396.00
Densidad de la arena (gr/cm ³)	1.37
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena i (gr)	5895.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante f (gr)	4565.00
Peso de la arena que ocupa el embudo (gr)	1330.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante (gr)	2416.00
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena (gr)	6180.00
Peso de muestra extraída del hoyo (gr)	3067.00
Peso de la arena restante (gr)	2416.00
Peso de la arena en el hoyo (gr)	2434.00
Volumen de la muestra (gr/cm ³)	1778.59
Densidad natural (gr/cm ³)	1.72

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 20: Ensayo de Densidad natural – calicata 05.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO CONO DE ARENA	
CALICATA 5	C-05
Peso del recipiente cilíndrico (gr)	182.00
Volumen del recipiente cilíndrico	3943.00
Peso de la arena + Recipiente cilíndrico (gr)	5408.00
Peso de la arena (gr)	5226.00
Densidad de la arena (gr/cm ³)	1.33
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena i (gr)	5895.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante f (gr)	4565.00
Peso de la arena que ocupa el embudo (gr)	1330.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante (gr)	1674.00
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena (gr)	6010.00
Peso de muestra extraída del hoyo (gr)	3123.00
Peso de la arena restante (gr)	1674.00
Peso de la arena en el hoyo (gr)	3006.00
Volumen de la muestra (gr/cm ³)	2268.02
Densidad natural (gr/cm ³)	1.38

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 21: Ensayo de Densidad natural – calicata 06.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO CONO DE ARENA	
CALICATA 6	C-06
Peso del recipiente cilíndrico (gr)	182.00
Volumen del recipiente cilíndrico	3943.00
Peso de la arena + Recipiente cilíndrico (gr)	5520.00
Peso de la arena (gr)	5338.00
Densidad de la arena (gr/cm ³)	1.35
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena i (gr)	5895.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante f (gr)	4565.00
Peso de la arena que ocupa el embudo (gr)	1330.00
Peso del cilindro con Embudo con arena restante (gr)	1475.00
Peso del cilindro con embudo y lleno de arena (gr)	6122.00
Peso de muestra extraída del hoyo (gr)	3059.00
Peso de la arena restante (gr)	1475.00
Peso de la arena en el hoyo (gr)	3317.00
Volumen de la muestra (gr/cm ³)	2450.16
Densidad natural (gr/cm ³)	1.25

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 22: Ensayo de Densidad natural – calicata 07.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO VOLUMÉTRICO		
CALICATA 7	C-07	
Estrato	E1	E2
Peso cilindro (gr)	192.50	193.80
Peso cilindro (gr) + muestra (gr)	420.50	391.20
Altura cilindro (cm)	7.33	7.50
Diametro cilindro (cm)	4.47	4.47
Volumen cilindro (cm ³)	115.03	117.69
Peso muestra (gr)	228.00	197.40
Dh(gr/cm³)	1.98	1.68

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 23: Ensayo de Densidad natural – calicata 08.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO VOLUMÉTRICO	
CALICATA 8	C-08
Estrato	E1
Peso cilindro (gr)	190.50
Peso cilindro (gr) + muestra (gr)	408.60
Altura cilindro (cm)	7.41
Diametro cilindro (cm)	4.46
Volumen cilindro (cm ³)	115.76
Peso muestra (gr)	218.10
Dh(gr/cm³)	1.88

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 24: Ensayo de Densidad natural – calicata 09.

DENSIDAD NATURAL - MÉTODO VOLUMÉTRICO	
CALICATA 9	C-09
Estrato	E1
Peso cilindro (gr)	195.90
Peso cilindro (gr) + muestra (gr)	390.50
Altura cilindro (cm)	7.41
Diametro cilindro (cm)	4.47
Volumen cilindro (cm ³)	116.28
Peso muestra (gr)	194.60
Dh(gr/cm³)	1.67

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 25: Ensayo peso específico – calicata 01.

W Muestra seca	100.10	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola	152.20	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 1.54, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3	648.80	
W Fiola + agua + suelo seco	684.10	
PESO ESPECÍFICO	1.54	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 26: Ensayo peso específico – calicata 02.

W Muestra seca (gr)	100.20	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	152.30	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.21, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3 (gr)	669.50	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	724.40	
PESO ESPECÍFICO	2.21	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 27: Ensayo peso específico – calicata 03-E1.

W Muestra seca (gr)	100.20	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	151.80	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.33, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3 (gr)	649.40	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	706.50	
PESO ESPECÍFICO	2.33	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 28: Ensayo peso específico – calicata 03-E2.

W Muestra seca (gr)	100.00	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	152.30	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 1.49, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3 (gr)	670.00	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	703.00	
PESO ESPECÍFICO	1.49	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 29: Ensayo peso específico – calicata 03-E3.

W Muestra seca (gr)	100.20	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	152.40	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 1.53, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola + agua hasta 500 cm ³ (gr)	669.80	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	704.50	
PESO ESPECÍFICO	1.53	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 30: Ensayo peso específico – calicata 04.

W Muestra seca (gr)	100.00	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	172.50	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.51, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola + agua hasta 500 cm ³ (gr)	669.50	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	729.70	
PESO ESPECÍFICO	2.51	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 31: Ensayo peso específico – calicata 05.

W Muestra seca (gr)	100.20	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	152.90	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.40, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola + agua hasta 500 cm ³ (gr)	669.90	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	728.40	
PESO ESPECÍFICO	2.40	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 32: Ensayo peso específico – calicata 06.

W Muestra seca (gr)	100.30	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	172.50	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.21, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola + agua hasta 500 cm ³ (gr)	669.50	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	724.40	
PESO ESPECÍFICO	2.21	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 33: Ensayo peso específico – calicata 07- E1.

W Muestra seca (gr)	100.10	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	203.20	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.13, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3 (gr)	649.20	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	702.20	
PESO ESPECÍFICO	2.13	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 34: Ensayo peso específico – calicata 07- E2.

W Muestra seca (gr)	100.00	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	203.20	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.41, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3 (gr)	669.70	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	728.20	
PESO ESPECÍFICO	2.41	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 35: Ensayo peso específico – calicata 08.

W Muestra seca (gr)	100.00	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	172.50	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.12, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3 (gr)	669.70	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	722.60	
PESO ESPECÍFICO	2.12	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

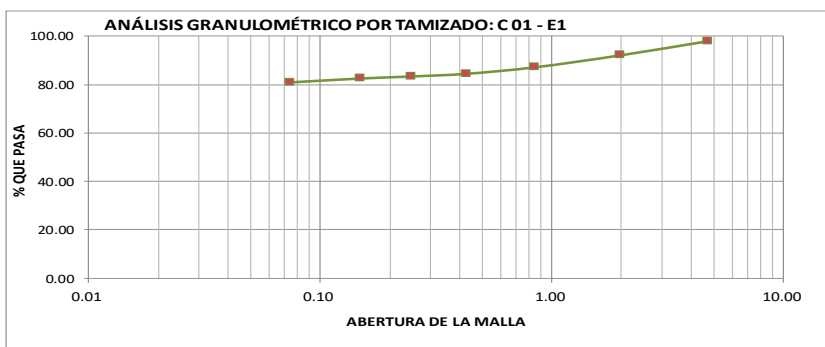
Tabla n° 36: Ensayo peso específico – calicata 09.

W Muestra seca (gr)	100.00	ANÁLISIS DE RESULTADOS
W Fiola (gr)	212.80	La relación entre el peso y el volumen de las partículas de suelo es 2.24, lo cual quiere decir que está en el rango establecido
W Fiola +agua hasta 500 cm3 (gr)	670.00	
W Fiola + agua + suelo seco (gr)	725.40	
PESO ESPECÍFICO	2.24	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 37: Ensayo granulométrico- calicata 01.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		94.90	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	9.60	1.92	1.92	98.08
N°10	2.00	29.00	5.80	7.72	92.28
N°20	0.85	24.80	4.96	12.68	87.32
N°40	0.43	13.40	2.68	15.36	84.64
N°60	0.25	5.50	1.10	16.46	83.54
N°100	0.15	4.20	0.84	17.30	82.70
N°200	0.08	7.90	1.58	18.88	81.12
CAZOLETA		405.60	81.12	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

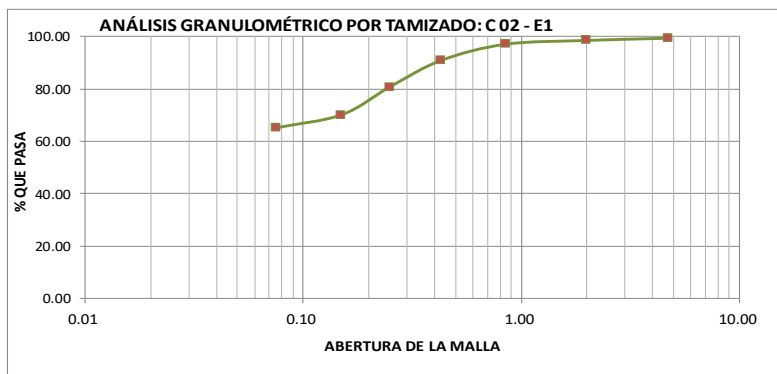


x	y
4.75	98.08
2.00	92.28
0.85	87.32
0.43	84.64
0.25	83.54
0.15	82.70
0.08	81.12

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 38: Ensayo granulométrico - calicata 02.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		176.50	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	2.30	0.46	0.46	99.54
N°10	2.00	4.30	0.86	1.32	98.68
N°20	0.85	7.30	1.46	2.78	97.22
N°40	0.43	31.00	6.20	8.98	91.02
N°60	0.25	50.90	10.18	19.16	80.84
N°100	0.15	53.80	10.76	29.92	70.08
N°200	0.08	25.20	5.04	34.96	65.04
CAZOLETA		325.20	65.04	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

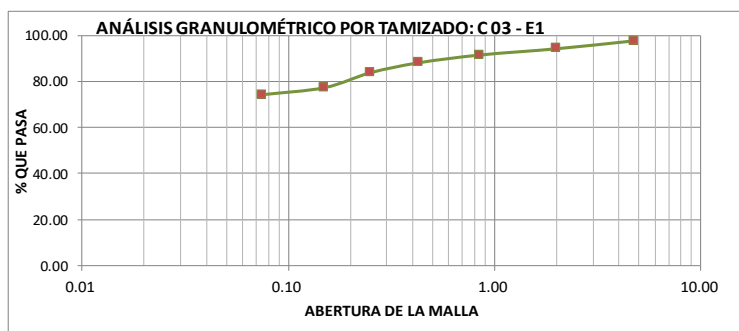


x	y
4.75	99.54
2.00	98.68
0.85	97.22
0.43	91.02
0.25	80.84
0.15	70.08
0.08	65.04

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 39: Ensayo granulométrico – calicata 03 – E1.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		132.20	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	10.70	2.14	2.14	97.86
N°10	2.00	17.50	3.50	5.64	94.36
N°20	0.85	13.80	2.76	8.40	91.60
N°40	0.43	17.00	3.40	11.80	88.20
N°60	0.25	22.10	4.42	16.22	83.78
N°100	0.15	32.80	6.56	22.78	77.22
N°200	0.08	15.60	3.12	25.90	74.10
CAZOLETA		370.50	74.10	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

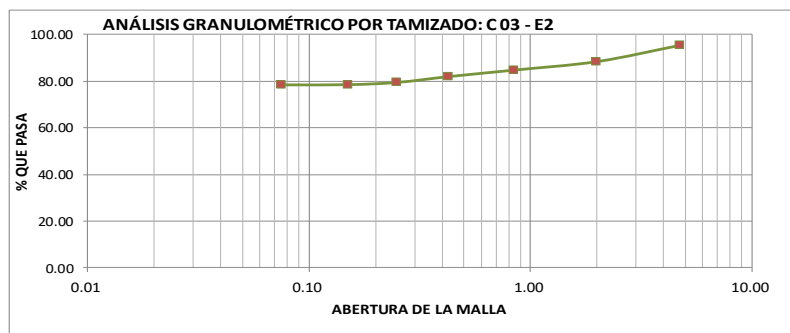


x	y
4.75	97.86
2.00	94.36
0.85	91.60
0.43	88.20
0.25	83.78
0.15	77.22
0.08	74.10

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 40: Ensayo granulométrico – calicata 03 – E2.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		177.99	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	23.97	4.79	4.79	95.21
N°10	2.00	34.59	6.92	11.71	88.29
N°20	0.85	17.90	3.58	15.29	84.71
N°40	0.43	13.82	2.76	18.06	81.94
N°60	0.25	12.47	2.49	20.55	79.45
N°100	0.15	4.82	0.96	21.51	78.49
N°200	0.08	0.36	0.07	21.59	78.41
CAZOLETA		392.07	78.41	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

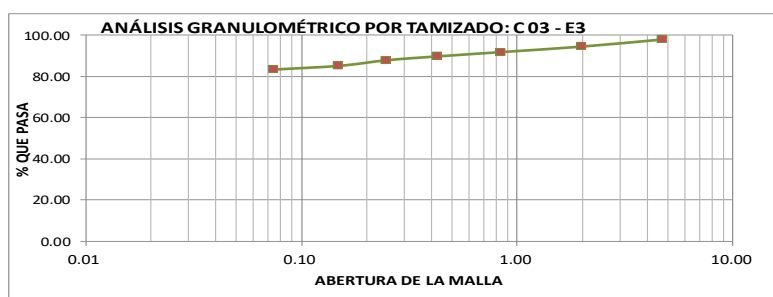


x	y
4.75	95.21
2.00	88.29
0.85	84.71
0.43	81.94
0.25	79.45
0.15	78.49
0.08	78.41

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 41: Ensayo granulométrico – calicata 03 – E3.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		84.40	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	11.00	2.20	2.20	97.80
N°10	2.00	17.20	3.44	5.64	94.36
N°20	0.85	13.20	2.64	8.28	91.72
N°40	0.43	10.40	2.08	10.36	89.64
N°60	0.25	9.20	1.84	12.20	87.80
N°100	0.15	13.60	2.72	14.92	85.08
N°200	0.08	9.00	1.80	16.72	83.28
CAZOLETA		416.40	83.28	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

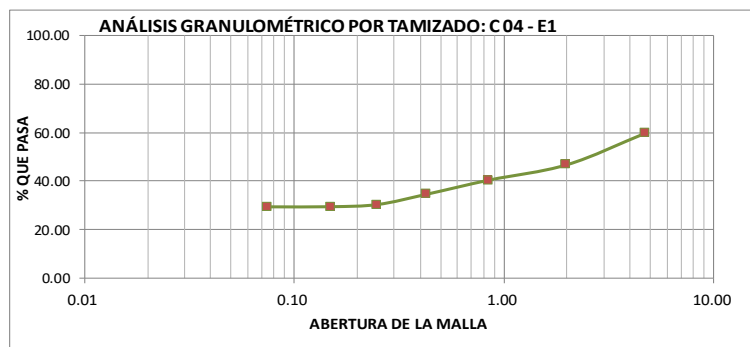


x	y
4.75	97.80
2.00	94.36
0.85	91.72
0.43	89.64
0.25	87.80
0.15	85.08
0.08	83.28

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 42: Ensayo granulométrico – calicata 04.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		360.55	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	201.39	40.28	40.28	59.72
N°10	2.00	65.23	13.05	53.32	46.68
N°20	0.85	31.60	6.32	59.64	40.36
N°40	0.43	28.95	5.79	65.43	34.57
N°60	0.25	21.35	4.27	69.70	30.30
N°100	0.15	4.55	0.91	70.61	29.39
N°200	0.08	0.25	0.05	70.66	29.34
CAZOLETA		146.68	29.34	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

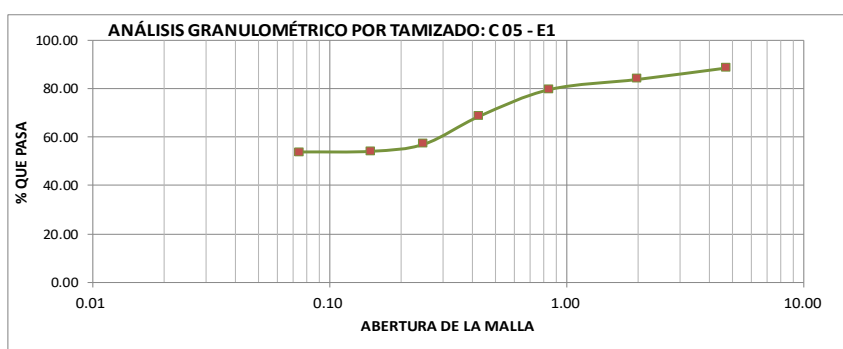


x	y
4.75	59.72
2.00	46.68
0.85	40.36
0.43	34.57
0.25	30.30
0.15	29.39
0.08	29.34

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 43: Ensayo granulométrico – calicata 05.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		234.12	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	56.99	11.40	11.40	88.60
N°10	2.00	23.74	4.75	16.15	83.85
N°20	0.85	20.82	4.16	20.31	79.69
N°40	0.43	54.99	11.00	31.31	68.69
N°60	0.25	58.35	11.67	42.98	57.02
N°100	0.15	14.92	2.98	45.96	54.04
N°200	0.08	1.42	0.28	46.25	53.75
CAZOLETA		268.77	53.75	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

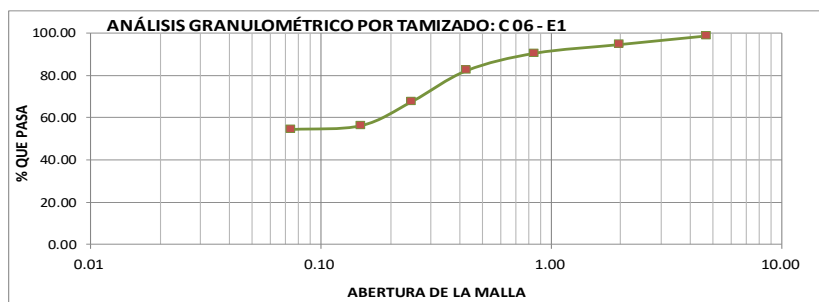


x	y
4.75	88.60
2.00	83.85
0.85	79.69
0.43	68.69
0.25	57.02
0.15	54.04
0.08	53.75

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 44: Ensayo granulométrico – calicata 06.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		230.60	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	6.40	1.28	1.28	98.72
N°10	2.00	20.40	4.08	5.36	94.64
N°20	0.85	20.70	4.14	9.50	90.50
N°40	0.43	41.00	8.20	17.70	82.30
N°60	0.25	72.70	14.54	32.24	67.76
N°100	0.15	57.60	11.52	43.76	56.24
N°200	0.08	9.30	1.86	45.62	54.38
CAZOLETA		271.90	54.38	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

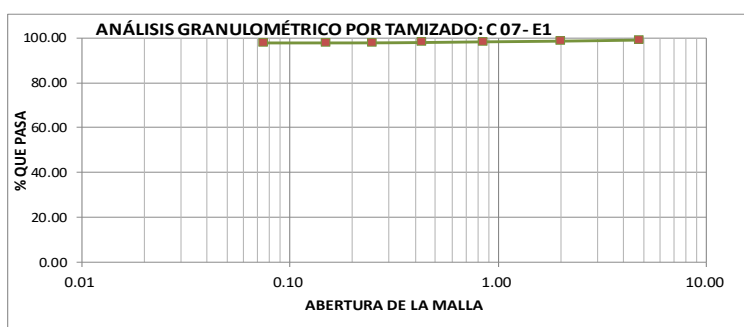


x	y
4.75	98.72
2.00	94.64
0.85	90.50
0.43	82.30
0.25	67.76
0.15	56.24
0.08	54.38

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 45: Ensayo granulométrico – calicata 07 – E1.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		11.04	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	4.34	0.87	0.87	99.13
N°10	2.00	2.46	0.49	1.36	98.64
N°20	0.85	1.66	0.33	1.69	98.31
N°40	0.43	1.54	0.31	2.00	98.00
N°60	0.25	0.77	0.15	2.15	97.85
N°100	0.15	0.16	0.03	2.19	97.81
N°200	0.08	0.02	0.00	2.19	97.81
CAZOLETA		489.05	97.81	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

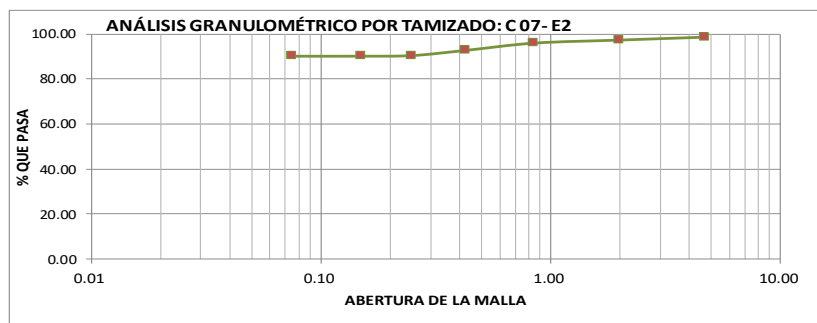


x	y
4.75	99.13
2.00	98.64
0.85	98.31
0.43	98.00
0.25	97.85
0.15	97.81
0.08	97.81

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 46: Ensayo granulométrico – calicata 07 – E2.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		49.01	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	6.48	1.30	1.30	98.70
N°10	2.00	6.57	1.31	2.61	97.39
N°20	0.85	6.71	1.34	3.95	96.05
N°40	0.43	16.01	3.20	7.15	92.85
N°60	0.25	11.69	2.34	9.49	90.51
N°100	0.15	1.36	0.27	9.76	90.24
N°200	0.08	0.06	0.01	9.78	90.22
CAZOLETA		451.12	90.22	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

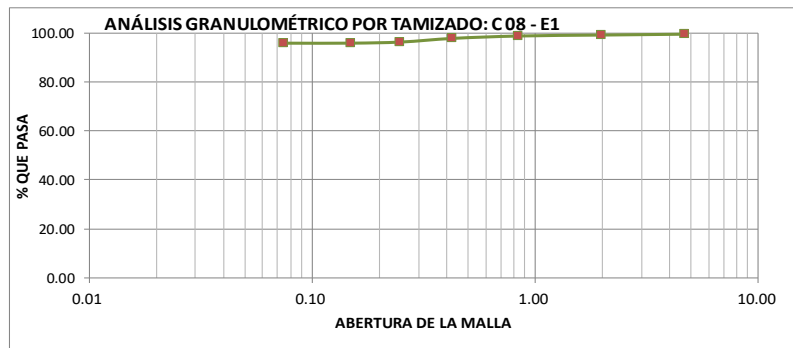


x	y
4.75	98.70
2.00	97.39
0.85	96.05
0.43	92.85
0.25	90.51
0.15	90.24
0.08	90.22

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 47: Ensayo granulométrico – calicata 08.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		21.03	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	1.72	0.34	0.34	99.66
N°10	2.00	1.82	0.36	0.71	99.29
N°20	0.85	2.03	0.41	1.11	98.89
N°40	0.43	5.05	1.01	2.12	97.88
N°60	0.25	7.87	1.57	3.70	96.30
N°100	0.15	2.37	0.47	4.17	95.83
N°200	0.08	0.07	0.01	4.19	95.81
CAZOLETA		479.07	95.81	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

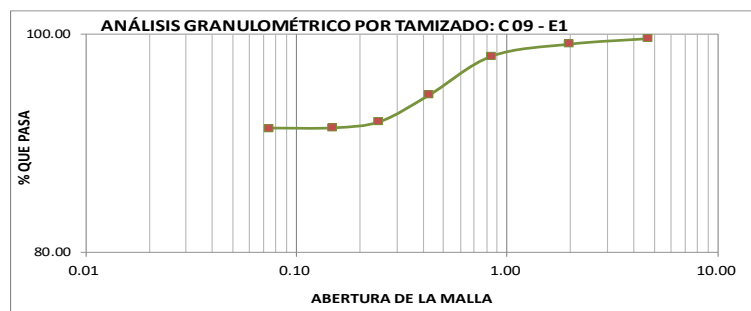


x	y
4.75	99.66
2.00	99.29
0.85	98.89
0.43	97.88
0.25	96.30
0.15	95.83
0.08	95.81

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 48: Ensayo granulométrico – calicata 09.

Peso de muestra seca:		500.00	gr.		
Peso de muestra seca lavada:		44.00	gr.		
N°	TAMIZ ABER.(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.75	2.26	0.45	0.45	99.55
N°10	2.00	2.53	0.51	0.96	99.04
N°20	0.85	5.52	1.10	2.06	97.94
N°40	0.43	17.79	3.56	5.62	94.38
N°60	0.25	12.31	2.46	8.08	91.92
N°100	0.15	2.92	0.58	8.67	91.33
N°200	0.08	0.12	0.02	8.69	91.31
CAZOLETA		456.55	91.31	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		



x	y
4.75	99.55
2.00	99.04
0.85	97.94
0.43	94.38
0.25	91.92
0.15	91.33
0.08	91.31

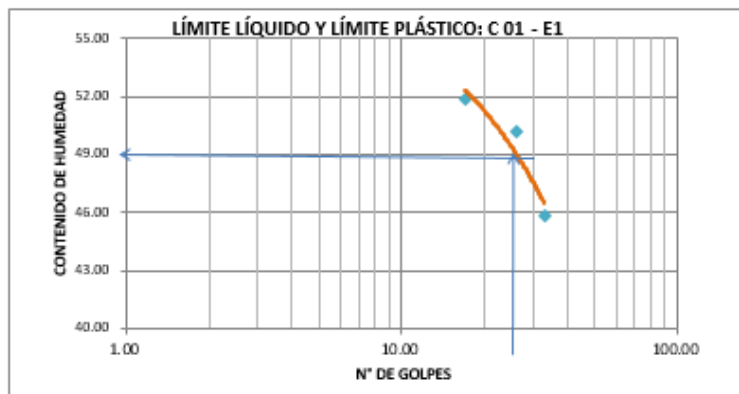
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 49: Ensayo límite plástico – calicata 01.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	C1-LL1	C1-LL2	C1-LL2
Wt (gr.)	26.60	27.60	27.10
Wmh +t(gr.)	55.30	65.90	55.10
Wms +t(gr.)	45.50	53.10	46.30
Ww(gr.)	9.80	12.80	8.80
W ms(gr.)	18.90	25.50	19.20
N° golpes	17.00	26.00	33.00
W%	51.85	50.20	45.83
LL	49		

RESULTADOS	
LL	49
LP	23
IP	26

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	C1-LP1	C1-LP2
Wt (gr.)	26.20	26.20
Wmh +t(gr.)	33.20	33.30
Wms +t(gr.)	31.80	32.10
Ww(gr.)	1.40	1.20
W ms(gr.)	5.60	5.90
W%	25.00	20.34
LP	23	



x	y
17.00	51.85
26.00	50.20
33.00	45.83

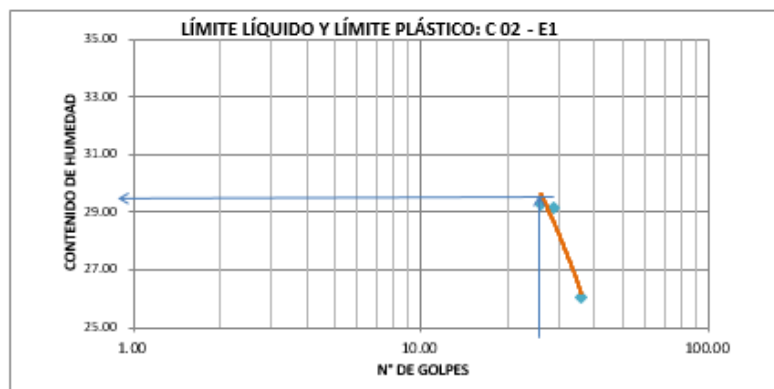
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 50: Ensayo límite plástico – calicata 02.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	C1-LL1	C1-LL2	C1-LL2
Wt (gr.)	26.40	27.30	27.10
Wmh +t(gr.)	61.70	57.00	53.70
Wms +t(gr.)	53.70	50.30	48.20
Ww(gr.)	8.00	6.70	5.50
W ms(gr.)	27.30	23.00	21.10
N° golpes	26.00	29.00	36.00
W%	29.30	29.13	26.07
LL	30		

RESULTADOS	
LL	30
LP	16
IP	14

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	C1-LP1	C1-LP2
Wt (gr.)	27.90	28.70
Wmh +t(gr.)	34.90	36.20
Wms +t(gr.)	33.90	35.20
Ww(gr.)	1.00	1.00
W ms(gr.)	6.00	6.50
W%	16.67	15.38
LP	16	



x	y
26.00	29.30
29.00	29.13
36.00	26.07

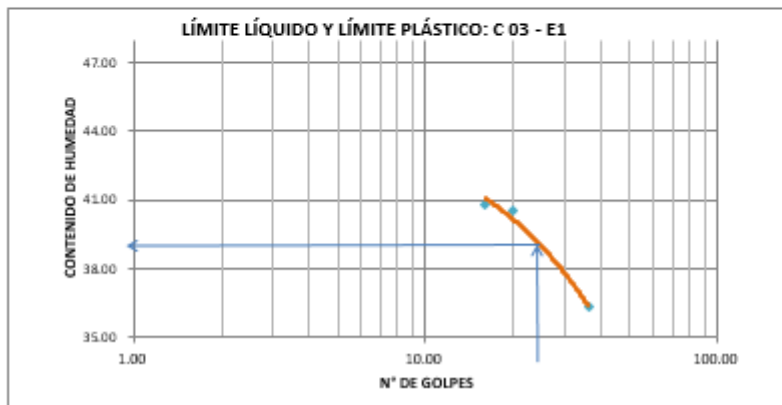
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 51: Ensayo límite plástico – calicata 03 – E1.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	T15	T24	T30
Wt (gr.)	27.40	27.30	27.80
Wmh +t(gr.)	52.60	54.00	52.20
Wms +t(gr.)	45.30	46.30	45.70
Ww(gr.)	7.30	7.70	6.50
Wms(gr.)	17.90	19.00	17.90
N° golpes	16.00	20.00	36.00
W%	40.78	40.53	36.31
LL	39		

RESULTADOS	
LL	39
LP	22
IP	17

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	T20	T2
Wt (gr.)	27.00	27.10
Wmh +t(gr.)	30.70	32.30
Wms +t(gr.)	30.00	31.40
Ww(gr.)	0.70	0.90
Wms(gr.)	3.00	4.30
W%	23.33	20.93
LP	22	



x	y
16.00	40.78
20.00	40.53
36.00	36.31

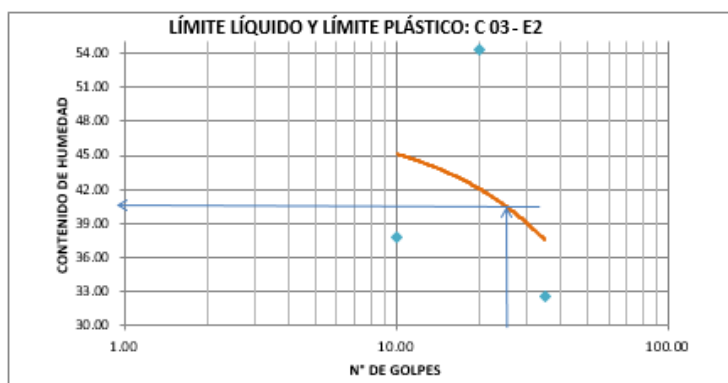
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 52: Ensayo límite plástico – calicata 03 – E2.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	C1-LL1	C1-LL2	C1-LL2
Wt (gr.)	28.50	26.50	29.00
Wmh +t(gr.)	52.20	55.20	54.20
Wms +t(gr.)	45.70	45.10	48.00
Ww(gr.)	6.50	10.10	6.20
Wms(gr.)	17.20	18.60	19.00
N° golpes	10.00	20.00	35.00
W%	37.79	54.30	32.63
LL	41		

RESULTADOS	
LL	41
LP	27
IP	14

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	C1-LP1	C1-LP2
Wt (gr.)	28.10	27.20
Wmh +t(gr.)	31.40	30.10
Wms +t(gr.)	30.70	29.50
Ww(gr.)	0.70	0.60
Wms(gr.)	2.60	2.30
W%	26.92	26.09
LP	27	



x	y
10.00	37.79
20.00	54.30
35.00	32.63

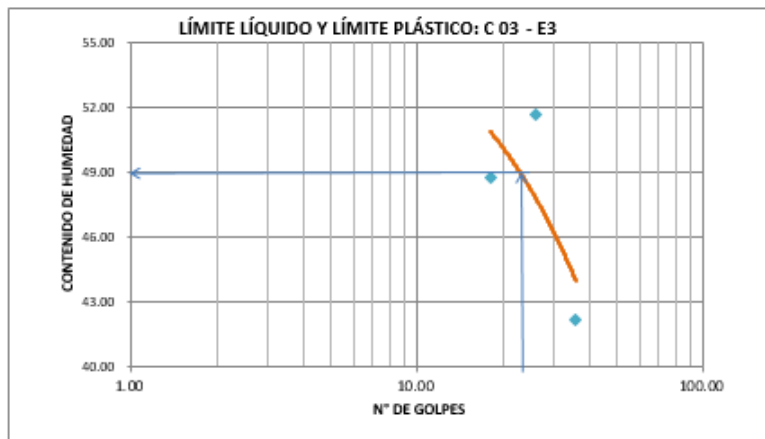
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 53: Ensayo límite plástico – calicata 03 – E3.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	CE3-LL1	CE3-LL2	CE3-LL3
Wt (gr.)	27.20	27.10	27.20
Wmh +t(gr.)	50.10	49.70	54.50
Wms +t(gr.)	42.60	42.00	46.40
Ww(gr.)	7.50	7.70	8.10
W ms(gr.)	15.40	14.90	19.20
N° golpes	18.00	26.00	36.00
W%	48.70	51.68	42.19
LL	49		

RESULTADOS	
LL	49
LP	25
IP	24

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	CE3-LP1	CE3-LP2
Wt (gr.)	27.20	26.80
Wmh +t(gr.)	32.40	33.20
Wms +t(gr.)	31.40	31.90
Ww(gr.)	1.00	1.30
W ms(gr.)	4.20	5.10
W%	23.81	25.49
LP	25	



x	y
18.00	48.70
26.00	51.68
36.00	42.19

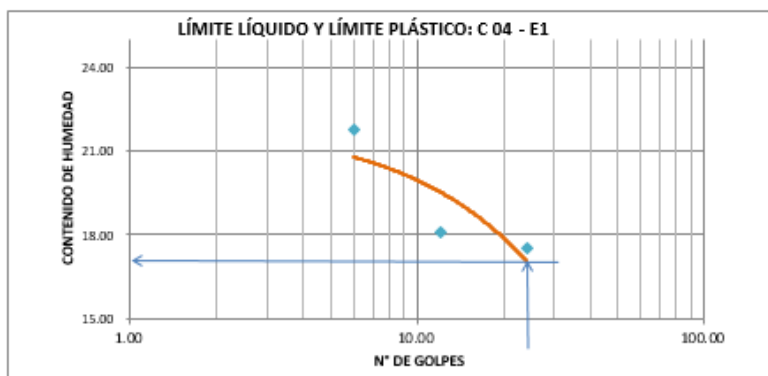
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 54: Ensayo límite plástico – calicata 04.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	T30	T9	T24
Wt (gr.)	27.10	28.20	26.90
Wmh +t(gr.)	56.20	60.20	51.70
Wms +t(gr.)	51.00	55.30	48.00
Ww(gr.)	5.20	4.90	3.70
W ms(gr.)	23.90	27.10	21.10
N° golpes	6.00	12.00	24.00
W%	21.76	18.08	17.54
LL	17		

RESULTADOS	
LL	17
LP	0
IP	NP

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara		
Wt (gr.)		
Wmh +t(gr.)		
Wms +t(gr.)		
Ww(gr.)		
W ms(gr.)		
W%		
LP	0.00	



x	y
6.00	21.76
12.00	18.08
24.00	17.54

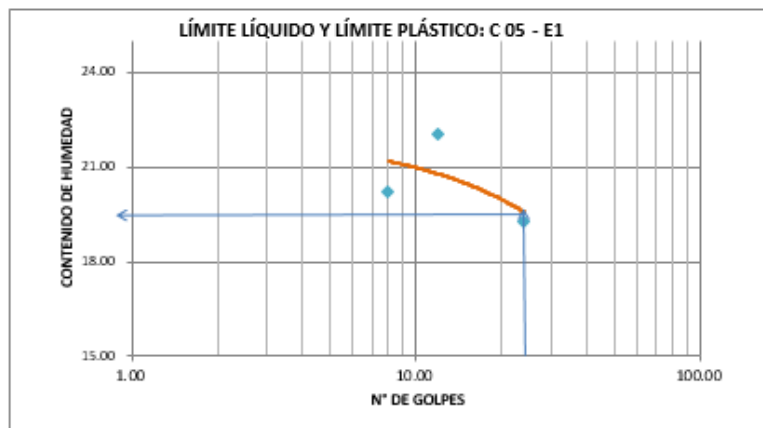
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 55: Ensayo límite plástico – calicata 05.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	T30	T9	T24
Wt (gr.)	28.00	28.10	26.60
Wmh +t(gr.)	67.80	61.30	61.90
Wms +t(gr.)	61.10	55.30	56.20
Ww(gr.)	6.70	6.00	5.70
W ms(gr.)	33.10	27.20	29.60
N° golpes	8.00	12.00	24.00
W%	20.24	22.06	19.26
LL	20		

RESULTADOS	
LL	20
LP	0
IP	NP

LÍMITE PLÁSTICO	
Tara	
Wt (gr.)	
Wmh +t(gr.)	
Wms +t(gr.)	
Ww(gr.)	
W ms(gr.)	
W%	
LP	0.00



x	y
8.00	20.24
12.00	22.06
24.00	19.26

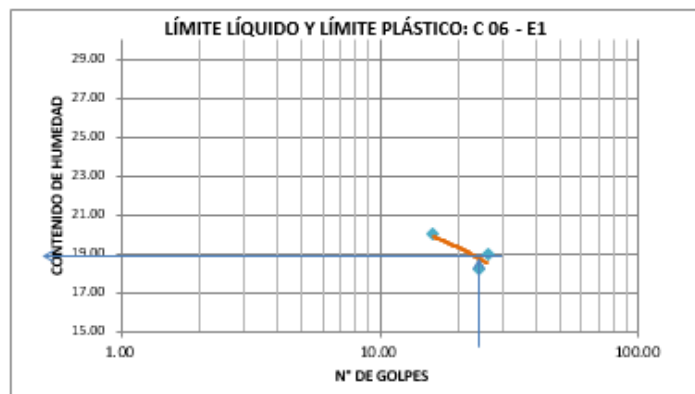
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 56: Ensayo límite plástico – calicata 06.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	T15	T6	T8
Wt (gr.)	27.20	27.10	27.70
Wmh +t(gr.)	51.80	50.50	53.40
Wms +t(gr.)	47.70	46.90	49.30
Ww(gr.)	4.10	3.60	4.10
W ms(gr.)	20.50	19.80	21.60
N° golpes	16.00	24.00	26.00
W%	20.00	18.18	18.98
LL	19		

RESULTADOS	
LL	19
LP	0
IP	NP

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	T31	T32
Wt (gr.)		
Wmh +t(gr.)		
Wms +t(gr.)		
Ww(gr.)		
W ms(gr.)		
W%		
LP	0.00	



x	y
16.00	20.00
24.00	18.18
26.00	18.98

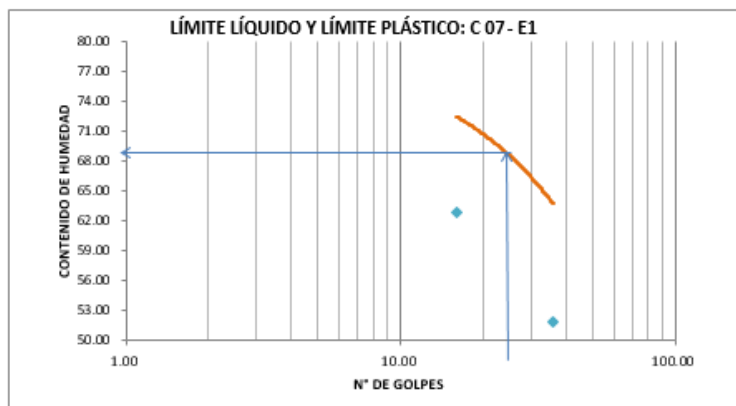
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 57: Ensayo límite plástico – calicata 07 – E1.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	T30	T9	T24
Wt (gr.)	27.30	26.70	26.70
Wmh +t(gr.)	51.40	44.10	50.10
Wms +t(gr.)	42.10	35.90	42.10
Ww(gr.)	9.30	8.20	8.00
W ms(gr.)	14.80	9.20	15.40
N° golpes	16.00	27.00	36.00
W%	62.84	89.13	51.95
LL	69		

RESULTADOS	
LL	69
LP	60
IP	9

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	Ta4	Ta5
Wt (gr.)	27.10	27.70
Wmh +t(gr.)	29.80	30.60
Wms +t(gr.)	28.90	29.40
Ww(gr.)	0.90	1.20
W ms(gr.)	1.80	1.70
W%	50.00	70.59
LP	60	



x	y
16.00	62.84
27.00	89.13
36.00	51.95

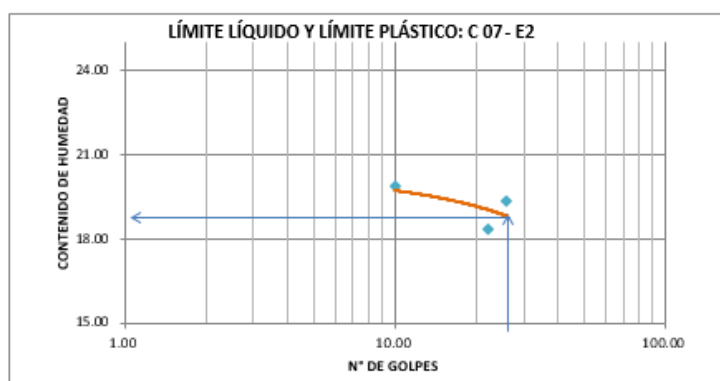
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 58: Ensayo límite plástico – calicata 07 – E2.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	T30	T9	T24
Wt (gr.)	28.10	26.70	27.20
Wmh +t(gr.)	52.20	51.20	48.80
Wms +t(gr.)	48.20	47.40	45.30
Ww(gr.)	4.00	3.80	3.50
W ms(gr.)	20.10	20.70	18.10
N° golpes	10.00	22.00	26.00
W%	19.90	18.36	19.34
LL	19		

RESULTADOS	
LL	19
LP	0
IP	NP

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara		
Wt (gr.)		
Wmh +t(gr.)		
Wms +t(gr.)		
Ww(gr.)		
W ms(gr.)		
W%		
LP	0.00	



x	y
10.00	19.90
22.00	18.36
26.00	19.34

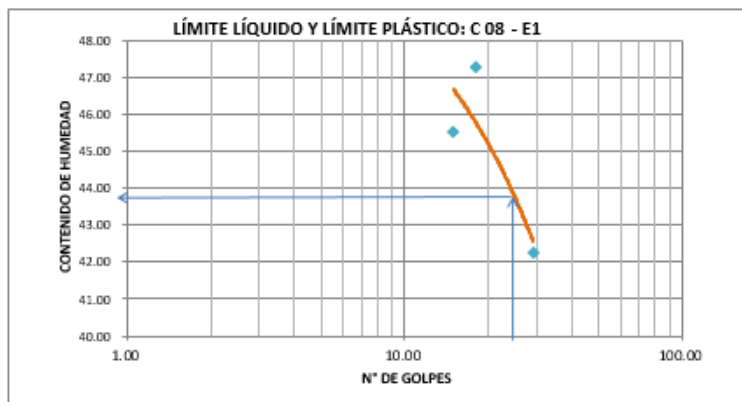
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 59: Ensayo límite plástico – calicata 08.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	C1-LL1	C1-LL2	C1-LL2
Wt (gr.)	27.60	26.60	27.70
Wmh +t(gr.)	50.30	58.70	61.70
Wms +t(gr.)	43.20	48.40	51.60
Ww(gr.)	7.10	10.30	10.10
W ms(gr.)	15.60	21.80	23.90
N° golpes	15.00	18.00	29.00
W%	45.51	47.25	42.26
LL	44		

RESULTADOS	
LL	44
LP	28
IP	16

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	C1-LP1	C1-LP2
Wt (gr.)	25.00	24.50
Wmh +t(gr.)	32.80	30.50
Wms +t(gr.)	31.20	29.10
Ww(gr.)	1.60	1.40
W ms(gr.)	6.20	4.60
W%	25.81	30.43
LP	28	



x	y
15.00	45.51
18.00	47.25
29.00	42.26

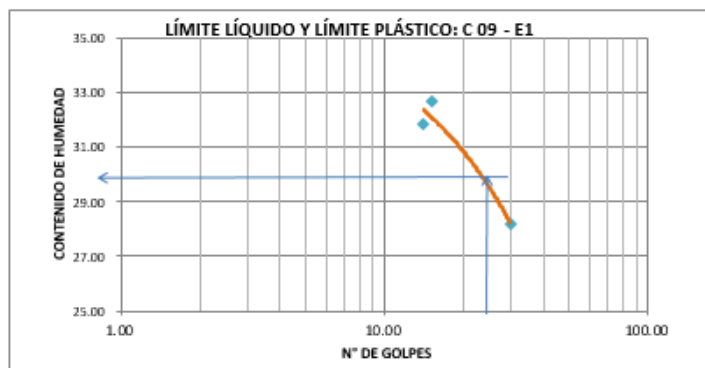
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 60: Ensayo límite plástico – calicata 09.

LÍMITE LÍQUIDO			
Tara	T1	T7	T21
Wt (gr.)	27.10	27.70	27.20
Wmh +t(gr.)	50.70	55.70	59.50
Wms +t(gr.)	45.00	48.80	52.40
Ww(gr.)	5.70	6.90	7.10
W ms(gr.)	17.90	21.10	25.20
N° golpes	14.00	15.00	30.00
W%	31.84	32.70	28.17
LL	30		

RESULTADOS	
LL	30
LP	26
IP	4

LÍMITE PLÁSTICO		
Tara	T23	T31
Wt (gr.)	27.60	27.70
Wmh +t(gr.)	31.20	30.50
Wms +t(gr.)	30.50	29.90
Ww(gr.)	0.70	0.60
W ms(gr.)	2.90	2.20
W%	24.14	27.27
LP	26	



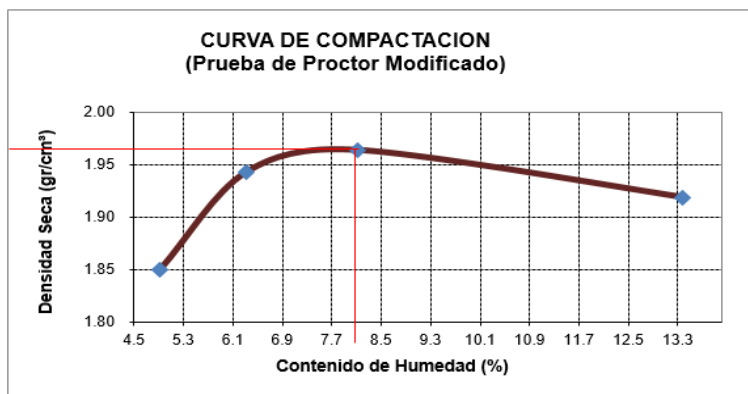
x	y
14.00	31.84
15.00	32.70
30.00	28.17

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 61: Ensayo de compactación – calicata 01.

Altura del pistón	18pulg	45.72 mm	ALTURA DEL MOLDE	11.7 mm
Peso del pistón	10lb	4.54 mm	DIAMETRO DEL MOLDE	10.2 mm

PRUEBA	1		2		3		4	
N° DE CAPAS	5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	25		25		25		25	
P.Húmedo + Molde	6055.0		6175.0		6230.0		6280.0	
Peso Molde (gr)	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
Peso Húmedo (gr)	1855.0		1975.0		2030.0		2080.0	
Vol.Molde (cm3)	956.04		956.04		956.04		956.04	
Densidad Húmeda(gr/cm3)	1.94		2.07		2.12		2.18	
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	7	8
P.Húmedo + Tara (gr)	169.90	145.80	239.50	158.50	187.50	200.60	157.70	195.20
P.Seco + Tara (gr)	163.40	140.10	229.50	149.20	175.30	187.90	140.50	177.90
Peso Agua (gr)	6.50	5.70	10.00	9.30	12.20	12.70	17.20	17.30
Peso Tara (gr)	26.30	27.80	27.30	28.20	29.00	27.10	27.70	27.50
P.Muestra Seca (gr)	137.10	112.30	202.20	121.00	146.30	160.80	112.80	150.40
Cont.Humedad (%)	4.74%	5.08%	4.95%	7.69%	8.34%	7.90%	15.25%	11.50%
Cont.Hum.Promedio (%)	4.91%		6.32%		8.12%		13.38%	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.85		1.94		1.96		1.92	



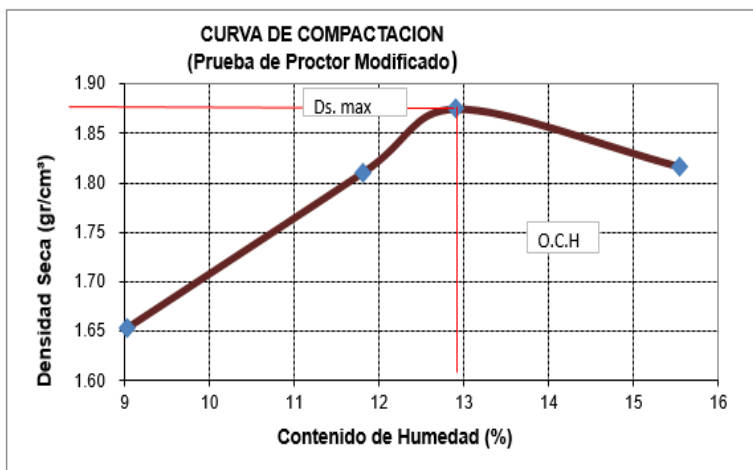
DENSIDAD MÁXIMA
1.97
ÓPTIMO CONT.HUMED.
8.10%

x	y
4.91	1.85
6.32	1.94
8.12	1.96
13.38	1.92

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 62: Ensayo de compactación – calicata 02.

PRUEBA	1		2		3		4	
N° DE CAPAS	5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	25		25		25		25	
P.Húmedo + Molde	5924.0		6136.0		6224.0		6207.0	
Peso Molde (gr)	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
Peso Húmedo (gr)	1724.0		1936.0		2024.0		2007.0	
Vol.Molde (cm ³)	956.04		956.04		956.04		956.04	
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	1.80		2.03		2.12		2.10	
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	7	8
P.Húmedo + Tara (gr)	146.00	186.10	172.10	187.70	152.90	157.20	144.10	154.30
P.Seco + Tara (gr)	136.20	172.90	157.00	170.60	138.30	142.70	128.30	137.50
Peso Agua (gr)	9.80	13.20	15.10	17.10	14.60	14.50	15.80	16.80
Peso Tara (gr)	27.10	27.30	27.10	28.10	28.10	27.30	27.60	28.40
P.Muestra Seca (gr)	109.10	145.60	129.90	142.50	110.20	115.40	100.70	109.10
Cont.Humedad (%)	8.98%	9.07%	11.62%	12.00%	13.25%	12.56%	15.69%	15.40%
Cont.Hum.Promedio (%)	9.02%		11.81%		12.91%		15.54%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.65		1.81		1.88		1.82	



DENSIDAD
MÁXIMA(gr/cm³)
1.87

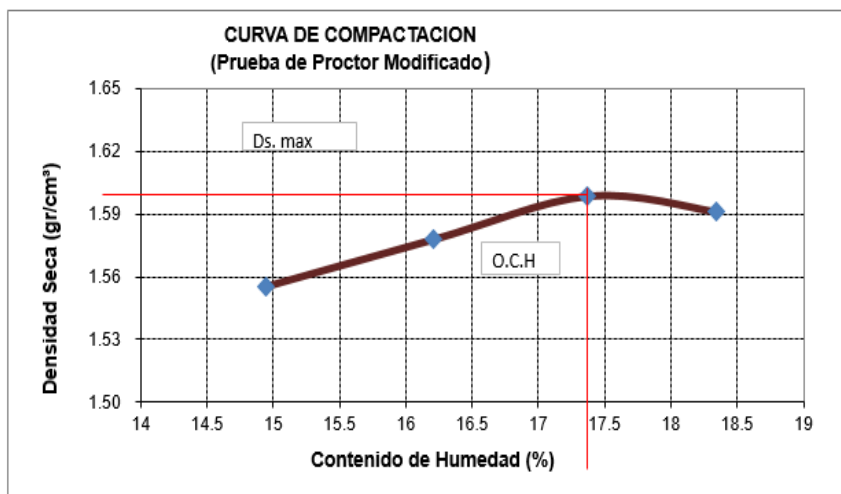
ÓPTIMO
CONT.HUMED.
12.90%

x	y
9.02	1.65
11.81	1.81
12.91	1.88
15.54	1.82

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 63: Ensayo de compactación – calicata 03.

PRUEBA	1	2	3	4				
N° DE CAPAS	5	5	5	5				
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25	25				
P.Húmedo + Molde	5909.0	5953.0	5994.0	6003.0				
Peso Molde (gr)	4200.0	4200.0	4200.0	4201.0				
Peso Húmedo (gr)	1709.0	1753.0	1794.0	1802.0				
Vol.Molde (cm ³)	956.04	956.04	956.04	957.04				
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	1.79	1.83	1.88	1.88				
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	7	8
P.Húmedo + Tara (gr)	170.50	180.10	168.20	212.60	206.20	171.30	163.00	168.20
P.Seco + Tara (gr)	151.90	160.20	148.20	187.40	180.10	149.70	141.90	146.90
Peso Agua (gr)	18.60	19.90	20.00	25.20	26.10	21.60	21.10	21.30
Peso Tara (gr)	27.10	27.30	27.80	27.90	27.70	27.10	28.60	28.90
P.Muestra Seca (gr)	124.80	132.90	120.40	159.50	152.40	122.60	113.30	118.00
Cont.Humedad (%)	14.90%	14.97%	16.61%	15.80%	17.13%	17.62%	18.62%	18.05%
Cont.Hum.Promedio (%)	14.94%		16.21%		17.37%		18.34%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.56		1.58		1.60		1.59	



DENSIDAD
MÁXIMA(gr/cm³)
1.6

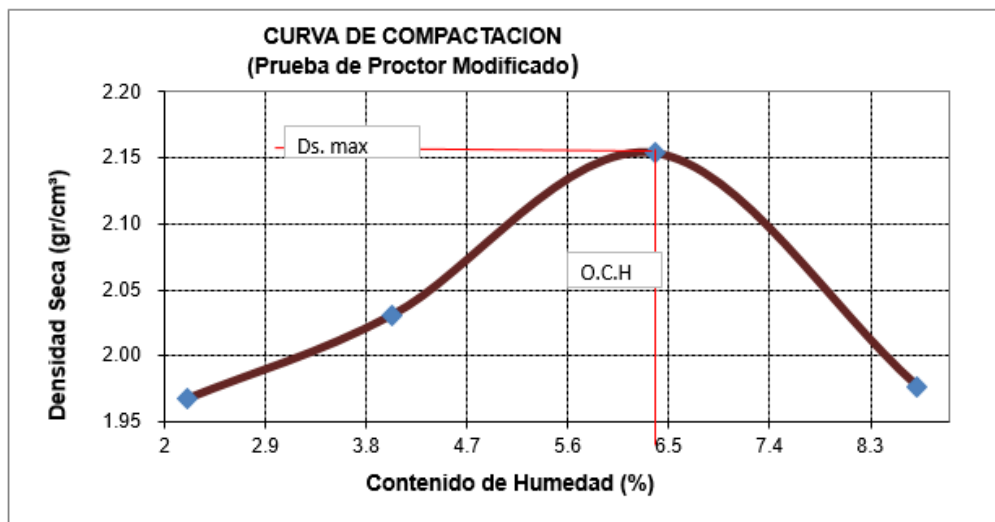
ÓPTIMO
CONT.HUMED.
17.40%

x	y
14.94	1.56
16.21	1.58
17.37	1.60
18.34	1.59

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 64: Ensayo de compactación – calicata 04.

PRUEBA	1		2		3		4	
N° DE CAPAS	5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	25		25		25		25	
P.Húmedo + Molde	6122.0		6220.0		6390.0		6255.0	
Peso Molde (gr)	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
Peso Húmedo (gr)	1922.0		2020.0		2190.0		2055.0	
Vol.Molde (cm ³)	956.04		956.04		956.04		956.04	
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	2.01		2.11		2.29		2.15	
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	5	6
P.Húmedo + Tara (gr)	204.30	243.50	212.30	215.30	208.20	221.00	232.80	229.10
P.Seco + Tara (gr)	200.40	239.00	205.60	207.60	197.10	209.70	216.90	212.30
Peso Agua (gr)	3.90	4.50	6.70	7.70	11.10	11.30	15.90	16.80
Peso Tara (gr)	27.80	27.40	28.10	28.20	27.10	27.90	26.80	27.20
P.Muestra Seca (gr)	172.60	211.60	177.50	179.40	170.00	181.80	190.10	185.10
Cont.Humedad (%)	2.26%	2.13%	3.77%	4.29%	6.53%	6.22%	8.36%	9.08%
Cont.Hum.Promedio (%)	2.19%		4.03%		6.37%		8.72%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.97		2.03		2.15		1.98	

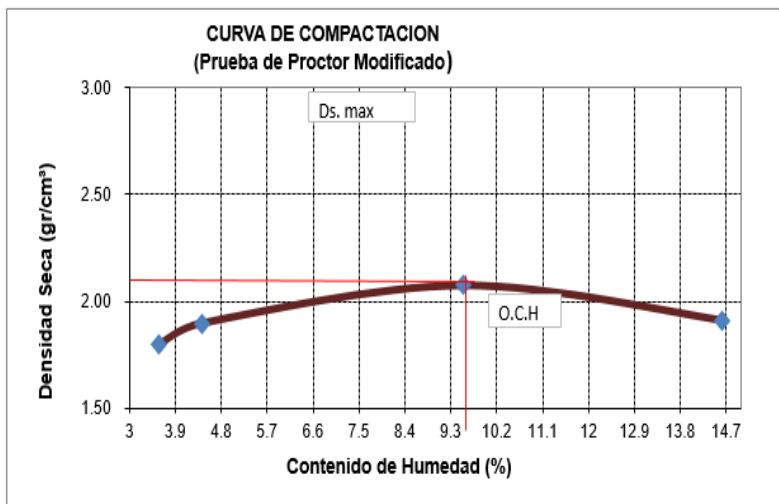


DENSIDAD MÁXIMA(gr/cm³)
2.16
ÓPTIMO CONT.HUMED.
6.40%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 65: Ensayo de compactación – calicata 05.

PRUEBA	1	2	3	4				
N° DE CAPAS	5	5	5	5				
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25	25				
P.Húmedo + Molde	5980.0	6094.0	6372.0	6294.0				
Peso Molde (gr)	4200.0	4200.0	4200.0	4200.0				
Peso Húmedo (gr)	1780.0	1894.0	2172.0	2094.0				
Vol.Molde (cm ³)	956.04	956.04	956.04	956.04				
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	1.86	1.98	2.27	2.19				
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	7	8
P.Húmedo + Tara (gr)	200.00	220.50	228.10	223.30	233.80	219.80	180.00	197.90
P.Seco + Tara (gr)	193.50	214.50	219.60	215.00	206.00	213.50	168.50	180.50
Peso Agua (gr)	6.50	6.00	8.50	8.30	27.80	6.30	11.50	17.40
Peso Tara (gr)	28.10	28.20	27.10	27.70	28.90	28.60	72.00	80.10
P.Muestra Seca (gr)	165.40	186.30	192.50	187.30	177.10	184.90	96.50	100.40
Cont.Humedad (%)	3.93%	3.22%	4.42%	4.43%	15.70%	3.41%	11.92%	17.33%
Cont.Hum.Promedio (%)	3.58%		4.42%		9.55%		14.62%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.80		1.90		2.07		1.91	



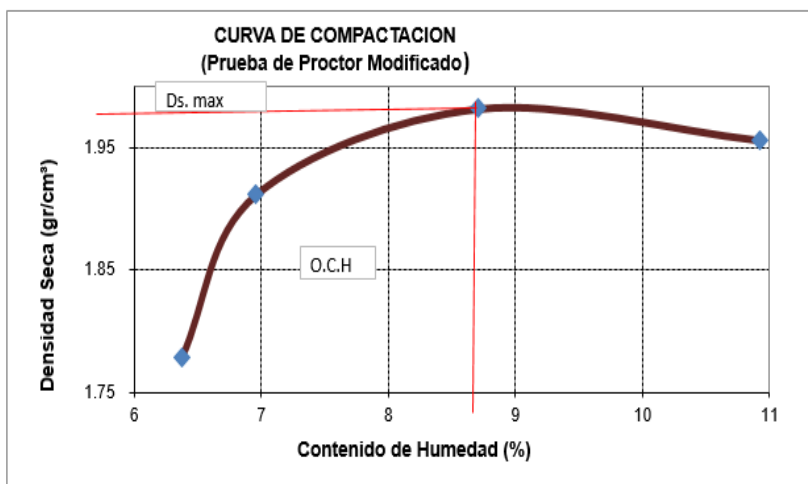
DENSIDAD MÁXIMA(gr/cm³)
2.1
ÓPTIMO CONT.HUMED.
9.60%

x	y
3.58	1.80
4.42	1.90
9.55	2.07
14.62	1.91

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 66: Ensayo de compactación – calicata 06.

PRUEBA	1		2		3		4	
N° DE CAPAS	5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		56		56		56	
P.Húmedo + Molde	6009.0		6157.0		6264.0		6281.0	
Peso Molde (gr)	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
Peso Húmedo (gr)	1809.0		1957.0		2064.0		2081.0	
Vol.Molde (cm ³)	956.04		957.04		958.04		959.04	
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	1.89		2.04		2.15		2.17	
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	7	8
P.Húmedo + Tara (gr)	190.50	201.80	176.50	200.50	146.30	158.90	174.00	172.10
P.Seco + Tara (gr)	181.50	190.50	166.80	189.20	136.50	148.60	159.40	158.00
Peso Agua (gr)	9.00	11.30	9.70	11.30	9.80	10.30	14.60	14.10
Peso Tara (gr)	27.12	27.10	27.12	27.10	26.70	27.10	27.40	27.20
P.Muestra Seca (gr)	154.38	163.40	139.68	162.10	109.80	121.50	132.00	130.80
Cont.Humedad (%)	5.83%	6.92%	6.94%	6.97%	8.93%	8.48%	11.06%	10.78%
Cont.Hum.Promedio (%)	6.37%		6.96%		8.70%		10.92%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.78		1.91		1.98		1.96	



DENSIDAD MÁXIMA(gr/cm ³)
1.97

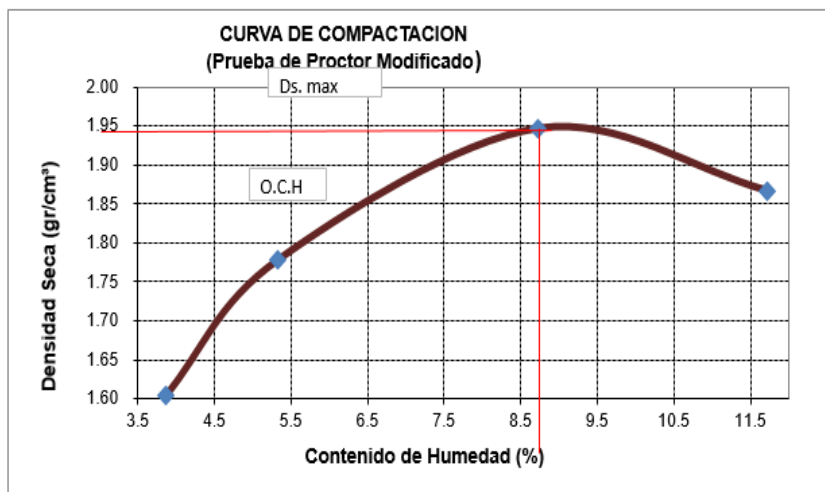
ÓPTIMO CONT.HUMED.
8.70%

x	y
6.37	1.78
6.96	1.91
8.70	1.98
10.92	1.96

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 67: Ensayo de compactación – calicata 07.

PRUEBA	1		2		3		4	
N° DE CAPAS	5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	25		25		25		25	
P.Húmedo + Molde	5792.0		5992.0		6228.0		6200.0	
Peso Molde (gr)	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
Peso Húmedo (gr)	1592.0		1792.0		2028.0		2000.0	
Vol.Molde (cm ³)	956.04		957.04		958.04		959.04	
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	1.67		1.87		2.12		2.09	
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	5	6
P.Húmedo + Tara (gr)	202.60	177.00	190.70	177.00	167.60	177.00	173.30	148.90
P.Seco + Tara (gr)	196.70	170.90	183.50	168.50	155.80	165.70	158.50	135.80
Peso Agua (gr)	5.90	6.10	7.20	8.50	11.80	11.30	14.80	13.10
Peso Tara (gr)	27.50	27.30	28.10	27.50	29.00	27.20	27.50	27.80
P.Muestra Seca (gr)	169.20	143.60	155.40	141.00	126.80	138.50	131.00	108.00
Cont.Humedad (%)	3.49%	4.25%	4.63%	6.03%	9.31%	8.16%	11.30%	12.13%
Cont.Hum.Promedio (%)	3.87%		5.33%		8.73%		11.71%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.60		1.78		1.95		1.87	



DENSIDAD MÁXIMA(gr/cm³)
1.948

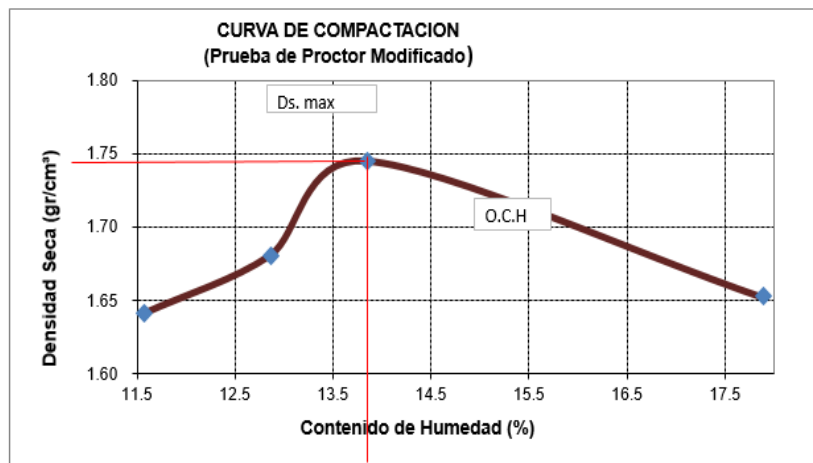
ÓPTIMO CONT.HUMED.
8.60%

x	y
3.87	1.60
5.33	1.78
8.73	1.95
11.71	1.87

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 68: Ensayo de compactación – calicata 08.

PRUEBA	1		2		3		4	
N° DE CAPAS	5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	25		25		25		25	
P.Húmedo + Molde	5951.0		6014.0		6100.0		6062.0	
Peso Molde (gr)	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
Peso Húmedo (gr)	1751.0		1814.0		1900.0		1862.0	
Vol.Molde (cm ³)	956.04		956.04		956.04		956.04	
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	1.83		1.90		1.99		1.95	
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	5	6
P.Húmedo + Tara (gr)	209.30	195.50	191.00	199.70	187.70	178.80	164.00	144.50
P.Seco + Tara (gr)	190.60	177.90	172.10	180.20	160.30	168.70	143.30	126.70
Peso Agua (gr)	18.70	17.60	18.90	19.50	27.40	10.10	20.70	17.80
Peso Tara (gr)	27.30	27.50	26.50	27.20	26.80	27.80	27.20	27.60
P.Muestra Seca (gr)	163.30	150.40	145.60	153.00	133.50	140.90	116.10	99.10
Cont.Humedad (%)	11.45%	11.70%	12.98%	12.75%	20.52%	7.17%	17.83%	17.96%
Cont.Hum.Promedio (%)	11.58%		12.86%		13.85%		17.90%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.64		1.68		1.75		1.65	



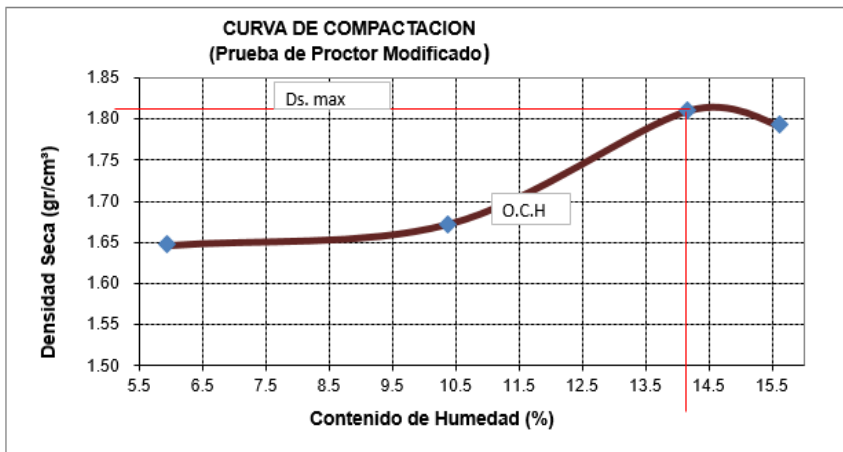
DENSIDAD MÁXIMA(gr/cm ³)	1.749
ÓPTIMO CONT.HUMED.	13.70%

x	y
11.58	1.64
12.86	1.68
13.85	1.75
17.90	1.65

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 69: Ensayo de compactación – calicata 09.

PRUEBA	1		2		3		4	
N° DE CAPAS	5		5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	25		25		25		25	
P.Húmedo + Molde	5867.0		5964.0		6175.0		6180.0	
Peso Molde (gr)	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
Peso Húmedo (gr)	1667.0		1764.0		1975.0		1980.0	
Vol.Molde (cm ³)	956.04		956.04		956.04		956.04	
Densidad Húmeda(gr/cm ³)	1.74		1.85		2.07		2.07	
Número de Tara	1	2	3	4	5	6	5	6
P.Húmedo + Tara (gr)	195.50	235.20	197.80	193.50	153.80	177.10	153.70	161.10
P.Seco + Tara (gr)	188.50	220.70	179.90	179.80	138.90	157.50	136.10	143.70
Peso Agua (gr)	7.00	14.50	17.90	13.70	14.90	19.60	17.60	17.40
Peso Tara (gr)	27.30	27.60	27.10	27.90	27.10	26.90	28.10	27.10
P.Muestra Seca (gr)	161.20	193.10	152.80	151.90	111.80	130.60	108.00	116.60
Cont.Humedad (%)	4.34%	7.51%	11.71%	9.02%	13.33%	15.01%	16.30%	14.92%
Cont.Hum.Promedio (%)	5.93%		10.37%		14.17%		15.61%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.65		1.67		1.81		1.79	



DENSIDAD MÁXIMA(gr/cm ³)
1.82

ÓPTIMO CONT.HUMED.
14.10%

x	y
5.93	1.65
10.37	1.67
14.17	1.81
15.61	1.79

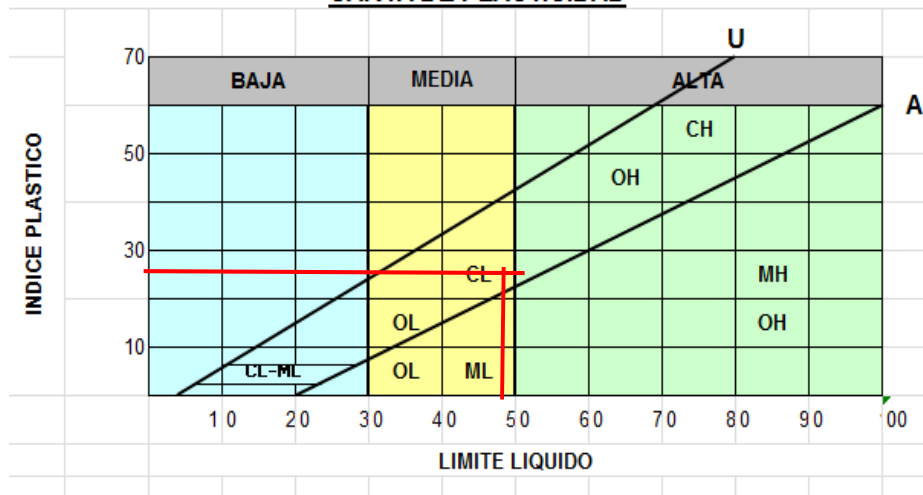
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 70: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 01.

ESTRATO	E1
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	98.08
Porcentaje retenido en la malla N° 200	18.88
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	81.12
TIPO DE SUELO	CL

ESTRATO	E1
Limite Liquido	49.00
Limite Plastico	23.00
Indice de plasticidad	26.00

CARTA DE PLASTICIDAD

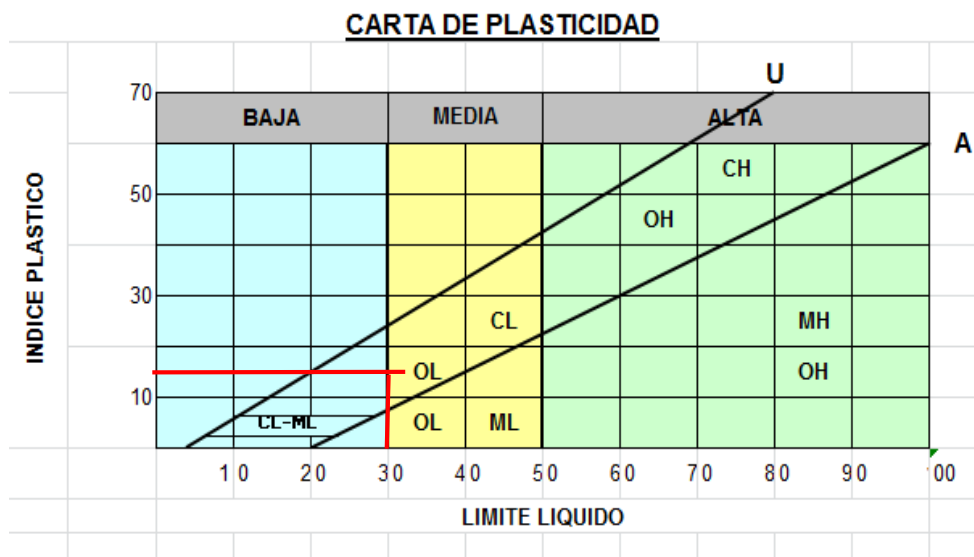


PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40							
SUELO DE PARTICULAS FINAS	MÁS de la mitad del material PASA en la malla numero 200	LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del limite plástico)	
				Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML
Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.			
Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micaceos ó diatomeos, limos elásticos.	
		Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.	
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS				Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.	Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.	

Tabla n° 71: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 02.

ESTRATO	E1
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	99.54
Porcentaje retenido en la malla N° 200	34.96
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	65.04
TIPO DE SUELO	CL

ESTRATO	E1
Límite Líquido	30.00
Límite Plástico	16.00
Índice de plasticidad	14.00



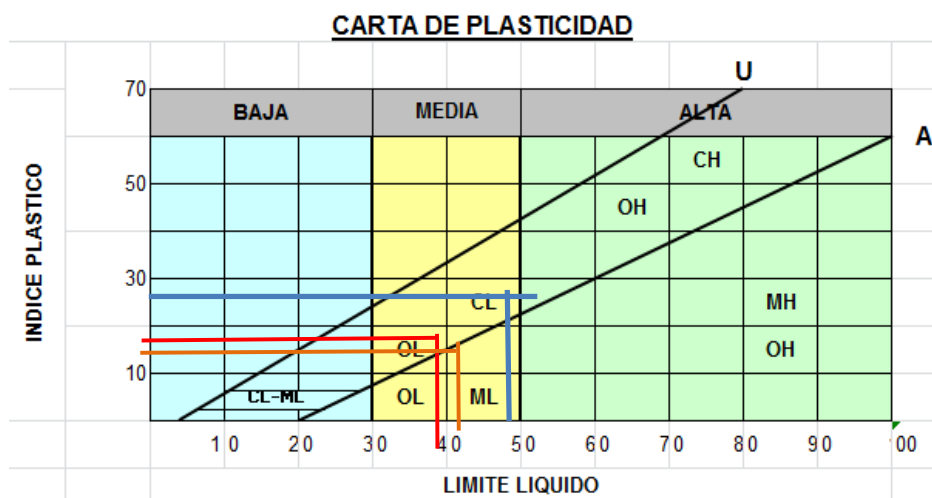
PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40						
SUELO DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material PASA en la malla número 200	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)	
			Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML
Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos ó diatomeos, limos elásticos.
		Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.			Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 72: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 03.

ESTRATO	E1	E2	E3
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	97.86	95.21	97.80
Porcentaje retenido en la malla N° 200	25.90	21.59	16.72
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	74.10	78.41	83.28
TIPO DE SUELO	OL	ML	CL

ESTRATO	E1	E2	E3
Límite Líquido	39.00	41.00	49.00
Límite Plástico	22.00	27.00	25.00
Índice de plasticidad	17.00	14.00	24.00



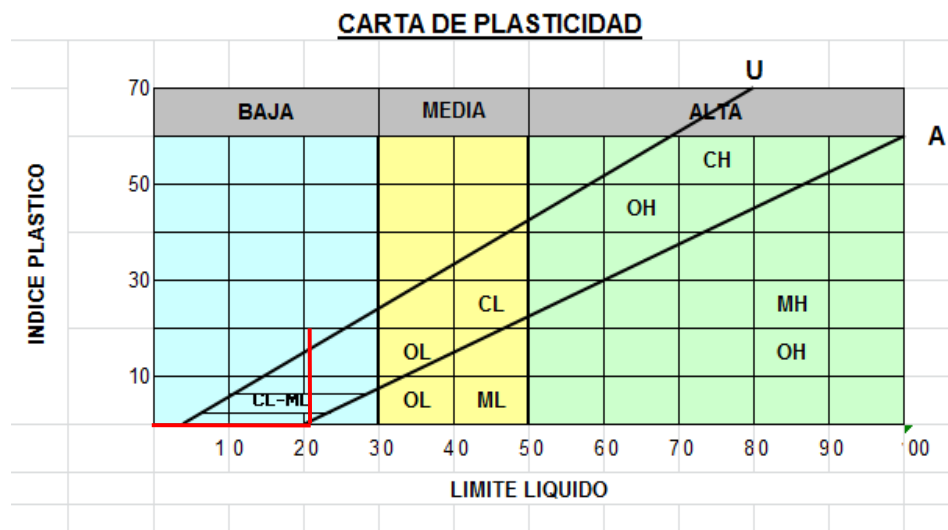
		PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40						
		RESISTENCIA EN ESTADO SECO [característica al rompimiento]	MOVILIDAD DEL AGUA [reacción al agitado]	TENACIDAD [consistencia cerca del límite plástico]				
SUELO DE PARTICULAS FINAS	Más de la mitad del material PASA en la malla numero 200	LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO menor de 50	Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos ó arcillosos ligeramente plásticos.
			Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
			Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
		LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micaceos ó diatomeos, limos elásticos.
			Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.	
			Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
	SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.			Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 74: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 05.

ESTRATO	E1
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	88.60
Porcentaje retenido en la malla N° 200	46.25
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	53.75
TIPO DE SUELO	ML

ESTRATO	E1
Límite Líquido	19.50
Límite Plástico	NP
Índice de plasticidad	0.00



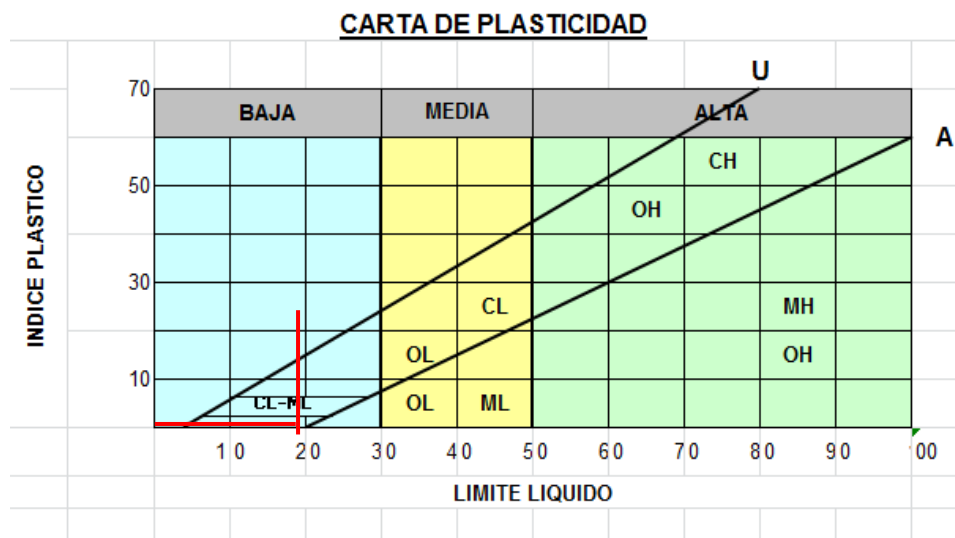
PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40						
SUELO DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material PASA en la malla numero 200	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)	
			Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML
Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micaceos ó diatomeos, limos elásticos.
		Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.			Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 75: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 06.

ESTRATO	E1
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	98.72
Porcentaje retenido en la malla N° 200	45.62
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	53.75
TIPO DE SUELO	ML

ESTRATO	E1
Límite Líquido	19.00
Límite Plástico	Np
Índice de plasticidad	0.00



PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40							
SUELO DE PARTICULAS FINAS	MÁS de la mitad del material PASA en la malla número 200	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)	
				Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML
Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.			
Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micaceos ó diatomeos, limos elásticos.	
		Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.	
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.			Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.	

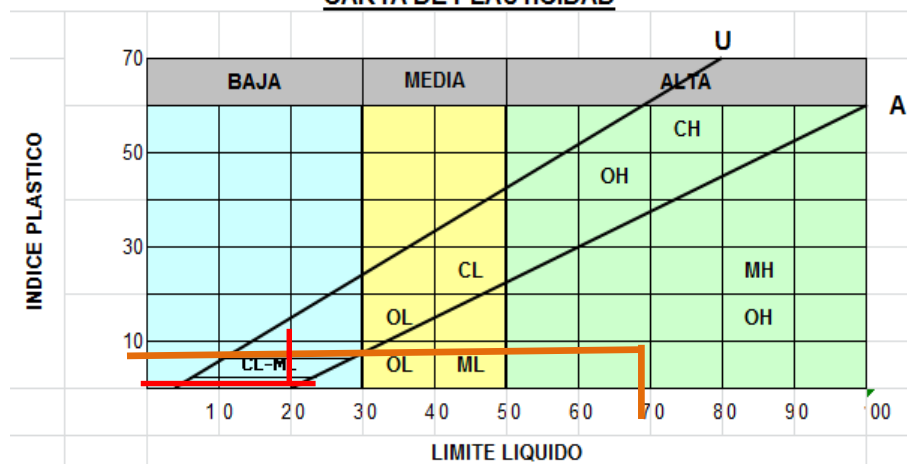
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 76: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 07.

ESTRATO	E1	E2
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	99.13	98.70
Porcentaje retenido en la malla N° 200	2.19	9.78
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	97.81	90.22
TIPO DE SUELO	OH	CL

ESTRATO	E1	E2
Límite Líquido	69	19
Límite Plástico	60	NPT
Índice de plasticidad	9	0

CARTA DE PLASTICIDAD



		PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40						
		RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)				
SUELO DE PARTICULAS FINAS	Más de la mitad del material PASA en la malla número 200	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LIQUIDO menor de 50	Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos ó arcillosos ligeramente plásticos.
				Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
				Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LIQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micaceos ó diatomeos, limos elásticos.	
			Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.	
			Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
		SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.			Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.	

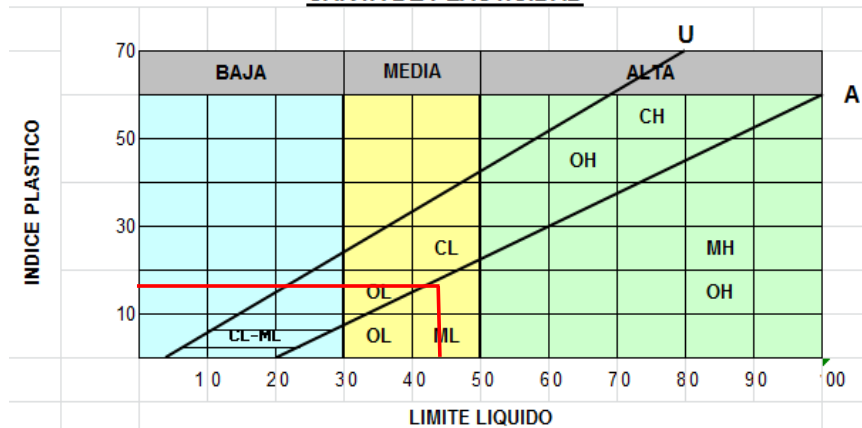
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 77: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 08.

ESTRATO	E1
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	99.66
Porcentaje retenido en la malla N° 200	4.19
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	95.81
TIPO DE SUELO	ML

ESTRATO	E1
Límite Líquido	44.00
Límite Plástico	28.00
Índice de plasticidad	16.00

CARTA DE PLASTICIDAD



PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40							
SUELO DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material PASA en la malla número 200	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)		
			Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos ó arcillosos ligeramente plásticos.
			Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
			Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos ó diatomeos, limos elásticos.
			Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
			Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.
	SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.			Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.

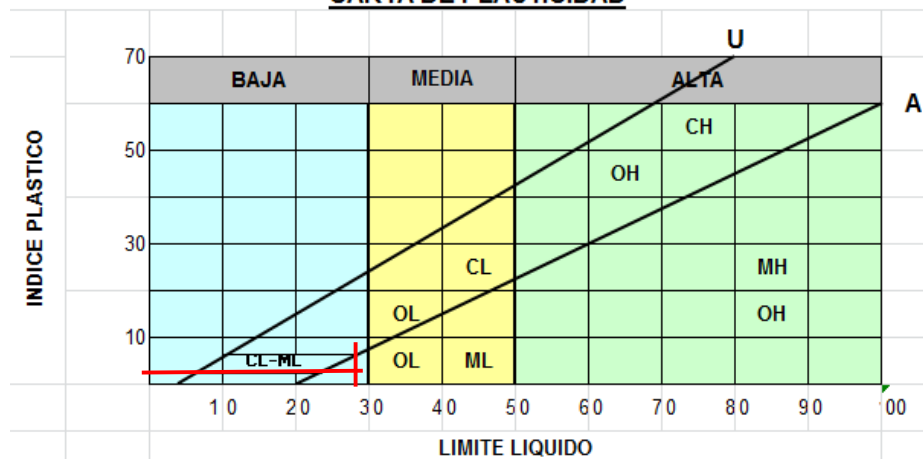
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 78: Clasificación de suelos (SUCS) – calicata 09

ESTRATO	E1
Porcentaje que pasa la malla N°4 (%)	99.55
Porcentaje retenido en la malla N° 200	8.69
Porcentaje que pasa la malla N°200 (%)	91.31
TIPO DE SUELO	ML

ESTRATO	E1
Límite Líquido	30
Límite Plástico	26
Índice de plasticidad	4

CARTA DE PLASTICIDAD



PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40						
SUELO DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material PASA en la malla numero 200	LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (característica al rompimiento)	MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)	TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)	
			Nula ó ligera	Rápida alenta	Nula	ML
Media a alta	Nula a muy lenta	media	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
Ligera a media	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
LIMOS Y ARCILLAS	LÍMITE LÍQUIDO mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos ó diatomeos, limos elásticos.
		Alta a muy alta	Nula a muy lenta	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de media ó alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS			Fácilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.		Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Calicata:	1
CLASIFICACIÓN SUCS.	CL
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0
[C] COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.60
[γ] PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)	1.54
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

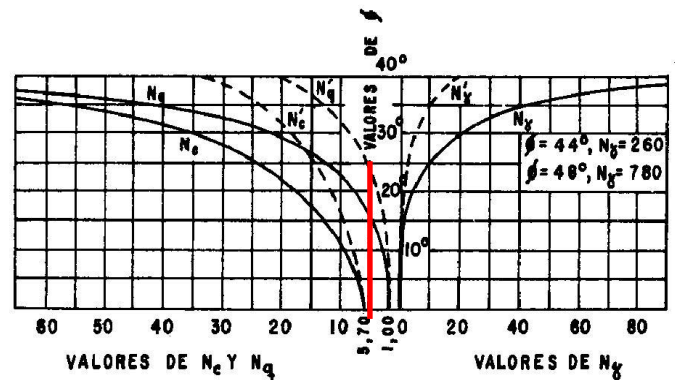


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	5.70
N' _q :	0
N' _γ :	0

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q' _c :	2.28	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	2.97	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q'_c / 3: **0.76** Kg/cm²

ZAPATA CUADRADA

q'_c / 3: **0.99** Kg/cm²

Calicata:	2
CLASIFICACIÓN SUCS.	CL
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0.00
[C] COHESIÓN (Kg/cm²)	0.60
[U] PESO UNITARIO (gr/cm³)	2.21
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	5.70
N' _q :	0
N' _y :	0

q' _c :	2.28	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	2.97	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q' _c / 3:	0.76	Kg/cm ²
----------------------	------	--------------------

ZAPATA CUADRADA

q' _c / 3:	0.99	Kg/cm ²
----------------------	------	--------------------

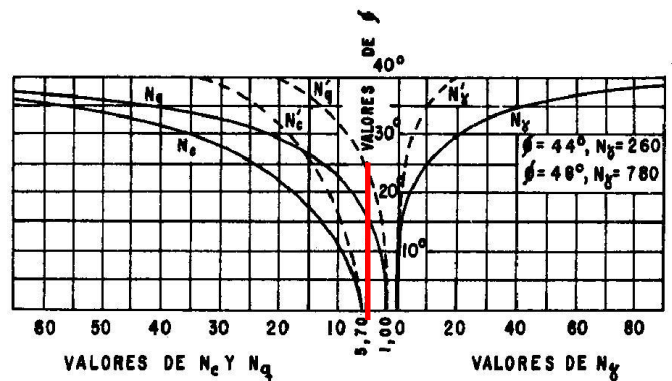


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Calicata:	3
CLASIFICACIÓN SUCS.	CL
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0.00
[C] COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.60
[Û] PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.53
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	5.70
N' _q :	0
N' _y :	0

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q' _c :	2.28	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	2.97	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q' _c / 3:	0.76	Kg/cm ²
----------------------	------	--------------------

ZAPATA CUADRADA

q' _c / 3:	0.99	Kg/cm ²
----------------------	------	--------------------

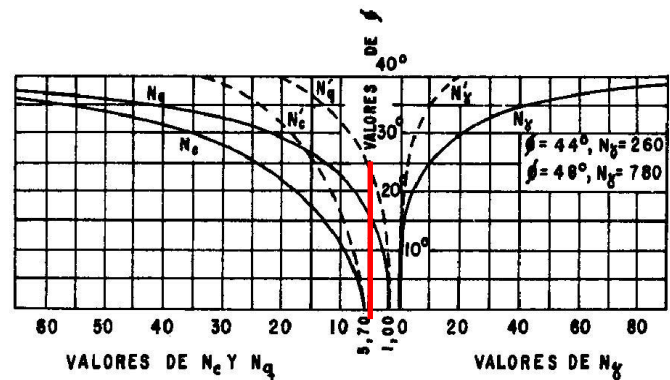


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Calicata:	4
CLASIFICACIÓN SUCS.	SM
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	32.50
[C] COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.00
[Ù] PESO UNITARIO (gr/cm ³)	2.51
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	21
N' _q :	10
N' _u :	9

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q' _c :	4.67	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	5.57	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q'_c / 3: **1.56** Kg/cm²

ZAPATA CUADRADA

q'_c / 3: **1.86** Kg/cm²

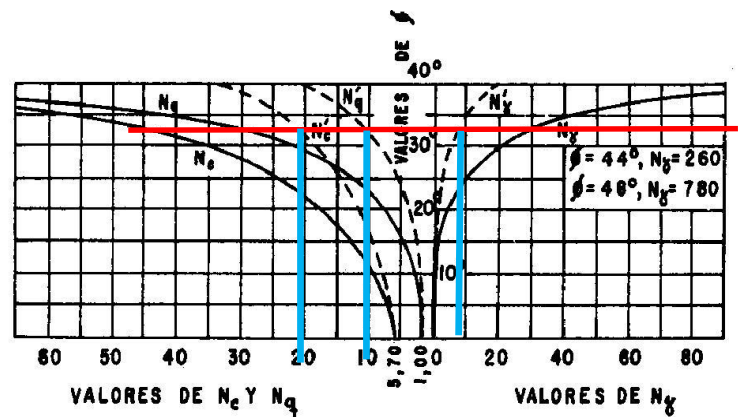


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Calicata:	5
CLASIFICACIÓN SUCS.	ML
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0.00
[C] COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.30
[Ù] PESO UNITARIO (gr/cm ³)	2.40
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	5.70
N' _q :	0
N' _y :	0

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q' _c :	1.82	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	2.39	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q' _c / 3 :	0.61	Kg/cm ²
-----------------------	------	--------------------

ZAPATA CUADRADA

q' _c / 3 :	0.80	Kg/cm ²
-----------------------	------	--------------------

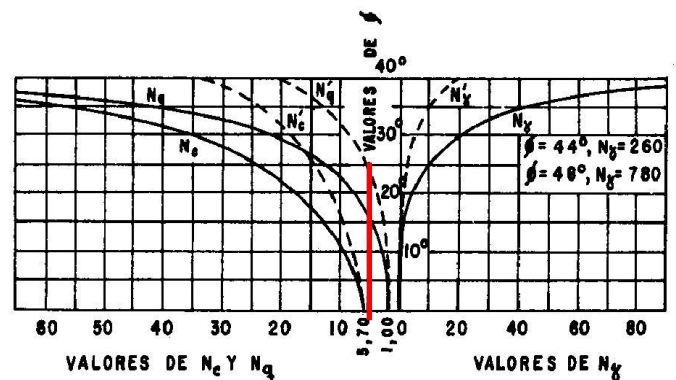


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Calicata:	6
CLASIFICACIÓN SUCS.	ML
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0.00
[C] COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.30
[Û] PESO UNITARIO (gr/cm ³)	2.21
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	5.70
N' _q :	0
N' _γ :	0

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q' _c :	1.82	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	2.39	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q' _c / 3:	0.61	Kg/cm ²
----------------------	------	--------------------

ZAPATA CUADRADA

q' _c / 3:	0.80	Kg/cm ²
----------------------	------	--------------------

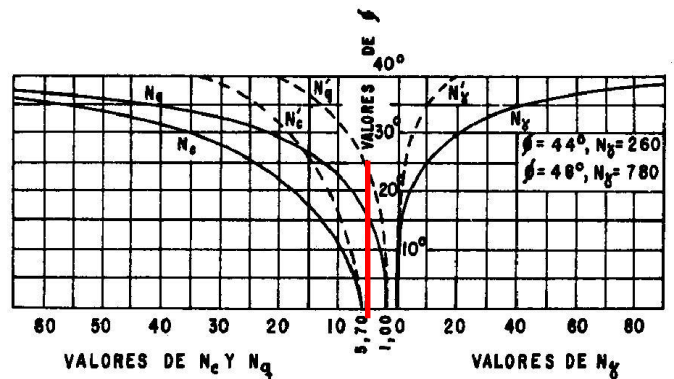


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Calicata:	7
CLASIFICACIÓN SUCS.	CL
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0.00
[C] COHESIÓN (Kg/cm2)	0.60
[Û] PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.41
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N'_c :	5.70
N'_q :	0
N'_Û :	0

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q'_c :	2.28	kg/cm ²
-------------------------	-------------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q'_c :	2.97	kg/cm ²
-------------------------	-------------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q' _c / 3 :	0.76	Kg/cm ²
-----------------------	-------------	--------------------

ZAPATA CUADRADA

q' _c / 3 :	0.99	Kg/cm ²
-----------------------	-------------	--------------------

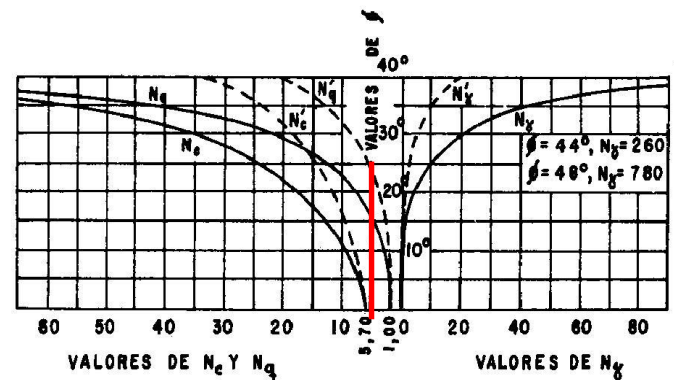


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Calicata:	8
CLASIFICACIÓN SUCS.	ML
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0.00
[C] COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.30
[U] PESO UNITARIO (gr/cm ³)	2.12
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	5.70
N' _q :	0
N' _y :	0

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q' _c :	1.82	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	2.39	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q' _c / 3 :	0.61	Kg/cm ²
-----------------------	------	--------------------

ZAPATA CUADRADA

q' _c / 3 :	0.80	Kg/cm ²
-----------------------	------	--------------------

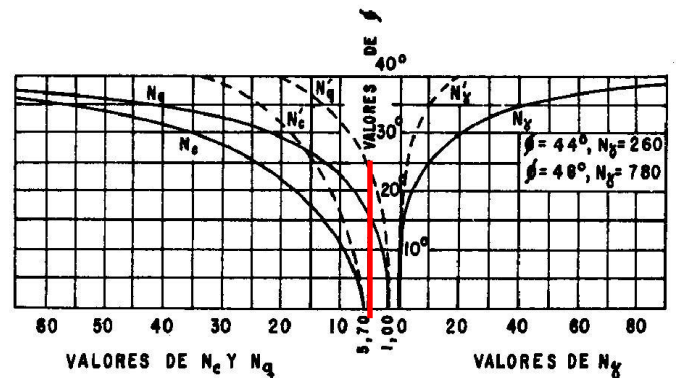


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Calicata:	9
CLASIFICACIÓN SUCS.	ML
[Ø] ÁNGULO FRICCIÓN INTERNA (°)	0.00
[C] COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.30
[Ù] PESO UNITARIO (gr/cm ³)	2.24
[Df] PROF. CIMENTACIÓN MÍNIMA (cm)	150.00
[B] ANCHO ZAPATA CORRIDA (cm)	80.00
[B] ANCHO ZAPATA CUADRADA (cm)	200.00

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N' _c :	5.70
N' _q :	0
N' _ù :	0

CAPACIDAD PORTANTE CIMIENTO CORRIDO

q' _c :	1.82	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD PORTANTE ZAPATA CUADRADA

q' _c :	2.39	kg/cm ²
-------------------	------	--------------------

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO

q'_c / 3 (Rango de seguridad):

CIMIENTO CORRIDO

q'_c / 3 : 0.61 Kg/cm²

ZAPATA CUADRADA

q'_c / 3 : 0.80 Kg/cm²

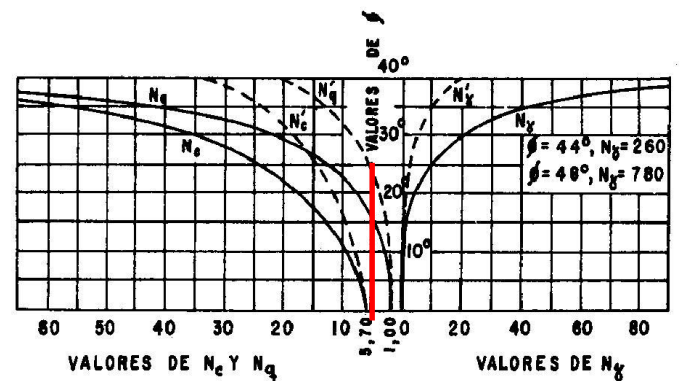


Fig. 9. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

Tabla n° 79: Resumen de resultados - ensayos de laboratorio

ENSAYO :	ZONA	CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO ESPECÍFICO	DENSIDAD NATURAL	GRANULOMETRÍA (%)		LÍMITES		PROCTOR MODIFICADO Dens. Seca	CLASIFICACIÓN (SUCS)
		(%)	(gr/cm ³)	(gr/cm ³)	> N° 4	> N° 200	LÍQUIDO	PLÁSTICO	(gr/cm ³)	
CALICATA - 01	ZONA I									
E - 01		5.50	1.54	1.64	98.08	81.12	49	23	1.97	CL
CALICATA - 02										
E - 01		5.80	2.21	1.83	99.54	65.04	30	16	1.87	CL
CALICATA - 03										
E - 01		5.63	2.33	1.27	97.86	74.10	39	22	-	OL
E - 02		12.39	1.49		95.21	78.41	41	27	-	ML
E - 03	8.73	1.53		97.80	83.28	49	25	1.60	CL	
CALICATA - 04	ZONA II									
E - 01		1.76	2.51	1.72	59.72	29.34	17	NTP	2.16	SM
CALICATA - 05										
E - 01		3.79	2.40	1.38	88.60	53.75	20	NTP	2.10	ML
CALICATA - 06										
E - 01	1.83	2.21	1.25	98.72	54.38	19	NTP	1.97	ML	
CALICATA - 07	ZONA III									
E - 01		12.61	2.13	1.98	99.13	97.81	69	60	-	OH
E - 02		9.80	2.41	1.68	98.70	90.22	19	NTP	1.95	CL
CALICATA - 08										
E - 01		14.93	2.12	1.88	99.66	95.81	44	28	1.75	ML
CALICATA - 09										
E - 01	13.14	2.24	1.67	99.55	91.31	30	26	1.82	ML	

CONTINUA.....

ENSAYO :	CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMIENTO CORRIDO Df = 1.50 m.	CAPACIDAD PORTANTE PARA ZAPATA CUADRADA Df = 1.50 m.	CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMIENTO CORRIDO ADMISIBLE DE DISEÑO	CAPACIDAD PORTANTE PARA ZAPATA CUADRADA ADMISIBLE DE DISEÑO
	q'c: (kg/cm ²)	q'c: (kg/cm ²)	q'c/3 = (kg/cm ²)	q'c/3 = (kg/cm ²)
CALICATA - 01				
E - 01	2.28	2.97	0.76	0.99
CALICATA - 02				
E - 01	2.28	2.97	0.76	0.99
CALICATA - 03				
E - 01	-	-	-	-
E - 02	-	-	-	-
E - 03	2.28	2.97	0.76	0.99
CALICATA - 04				
E - 01	4.67	5.57	1.56	1.86
CALICATA - 05				
E - 01	1.82	2.39	0.61	0.80
CALICATA - 06				
E - 01	1.82	2.39	0.61	0.80
CALICATA - 07				
E - 01				
E - 02	2.28	2.97	0.76	0.99
CALICATA - 08				
E - 01	1.82	2.39	0.61	0.80
CALICATA - 09				
E - 01	1.82	2.39	0.61	0.80

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 80: Valores de coeficiente de fricción y cohesión.

N°	CLASIFICACIÓN (SUCS)	[Ø]	[C]
		ÁNG. FRIC. (°)	COHESIÓN (Kg/cm ²)
CALICATA - 01	CL	0	0.60
CALICATA - 02	CL	0	0.60
CALICATA - 03	CL	0	0.60
CALICATA - 04	SM	32.50	0.00
CALICATA - 05	ML	0	0.30
CALICATA - 06	ML	0	0.30
CALICATA - 07	CL	0	0.60
CALICATA - 08	ML	0	0.30
CALICATA - 09	ML	0	0.30

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla n° 81: Capacidad portante del suelo.

N° Calicata a (Df = 1.50 m.)	CLASIFICACIÓN (SUCS)	CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMIENTO CORRIDO q'c: (kg/cm ²)	CAPACIDAD PORTANTE PARA ZAPATA CUADRADA q'c: (kg/cm ²)	CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMIENTO CORRIDO ADMISIBLE DE DISEÑO q'c/3: (kg/cm ²)	CAPACIDAD PORTANTE PARA ZAPATA CUADRADA ADMISIBLE DE DISEÑO q'c/3: (kg/cm ²)	ZONAS
CALICATA - 01	CL	2.28	2.97	0.76	0.99	ZONA I
CALICATA - 02	CL	2.28	2.97	0.76	0.99	ZONA I
CALICATA - 03	CL	2.28	2.97	0.76	0.99	ZONA I
CALICATA - 04	SM	4.67	5.57	1.58	1.86	ZONA II
CALICATA - 05	ML	1.82	2.39	0.61	0.80	ZONA II
CALICATA - 06	ML	1.82	2.39	0.61	0.80	ZONA II
CALICATA - 07	CL	2.28	2.97	0.76	0.99	ZONA III
CALICATA - 08	ML	1.82	2.39	0.61	0.80	ZONA III
CALICATA - 09	ML	1.82	2.39	0.61	0.80	ZONA III

Fuente: Elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

1. El barrio La Paccha, es una de las posibles zonas para la expansión urbana de Cajamarca, razón por la que se escogió este lugar para desarrollar la presente tesis, en el lugar de estudio se presentan tres zonas, según la posible formación de estas. La primera zona existente es la ladera en la que se han realizado las Calicatas 1, 2 y 3 en ella ya se puede apreciar algunas viviendas, aquí se encuentra una predominancia de suelos arcillo- limosos y arcillas orgánicas.

En una segunda zona que está cercana al río Los Chilcos con un tipo de suelo aluvial, con materiales con poco transporte a juzgar por lo anguloso de los clastos que se encuentran en un matriz limo arcillosa. En este lugar se han realizado las calicatas 4, 5 y 6 en la que por la formación propia de estos suelos que son de origen fluvial se puede apreciar en ella arenas y suelo de granos finos.

La tercera zona hay suelos de tipo coluvial y nativo en la que hay de momento predominancia de terrenos de cultivo, aunque también se puede notar la presencia de viviendas, en esta zona se han realizado la calicata 7, 8 y 9, se presenta en esta zona una topografía llana y en él hay suelos finos.

2. Basados en las excavaciones de las calicatas y luego de haber realizado el análisis de las muestras, se pudo determinar que, para los estratos ubicados entre la superficie y la máxima profundidad explorada, se han obtenido los siguientes resultados:

- Los contenidos de humedad en la zona 1 para las calicatas 1-2-3 con suelo clasificado como CL (arcilla ligera arenosa), son 5.5%, 5.8% y 8.73%. La zona II para la calicata 4 tiene un suelo SM (arenas limosas) el contenido de humedad es 1.76% y para las calicatas 5-6 tiene un suelo ML (limos arenosos) los contenidos de humedad son 1.83 % y 3.79% y en la zona III para la calicata 7 tiene un suelo CL(arcilla ligera arenosa) el contenido de humedad es de 9.80% y para las calicatas 8-9 tiene un suelo ML(limos arenosos) los contenidos de humedad son 14.93% y 13.14%, los resultados muestran un mayor contenido de humedad en la zona III debido a que es una zona plana retiene más la humedad que en las zonas I y II que son zonas con pendiente. Briones e Irigoin obtienen para Lucmacucho valores de contenido de humedad para un suelo CL (arcilla ligera arenosa) su contenido de humedad tiene valores entre 21.45% y 26.45%, para un suelo SM (arenas limosas) su contenido de humedad tiene valores entre 18.70% y 21.86% y para suelos ML(limos arenosos) su contenido de humedad es 28.59%, la diferencia se debe a que estos estudios se hicieron en el mes de mayo, después de la temporada de lluvias y en el presente estudio las calicatas se excavaron en el mes de setiembre, cuando las lluvias aun no se presentaban en la zona.

- Para determinar la densidad natural de los estratos en las calicatas he utilizado los métodos: volumétrico y el método de reemplazo de arena, el primer método se utilizó en los estratos cohesivos y el segundo método en estratos donde las partículas de los materiales en estado natural se encontraban más sueltos. Los valores de densidad natural para suelo CL (arcilla ligera arenosa) se ha obtenido valores de 1.64 gr/cm³ a 1.83gr/cm³, para suelo ML (limos arenosos) se ha obtenido valores entre 1.67 gr/cm³ a 1.88 gr/cm³ y, para un suelo SM (arenas limosas) se ha obtenido 1.72 gr/cm³. Briones e Irigoin (2015), para la zona de Lucmacucho en Cajamarca obtienen valores para suelo CL (arcilla ligera arenosa) que varían entre 1.8 gr/cm³ a 2.11 gr/cm³, en suelo ML (limos arenosos) tiene valores de 1.75 gr/cm³ y para SM (arenas limosas) que varían de 1.43gr/cm³ a 1.55 gr/cm³, en este último utilizaron el método volumétrico. Se puede observar de los datos presentados que para el mismo tipo de suelos los resultados obtenidos son cercanos para los suelos CL y ML para el suelo SM el método empleado en Lucmacucho (método volumétrico) es diferente al empleado en el presente estudio (método de reemplazo de arena).
- Para determinar los pesos específicos del suelo de los estratos en las calicatas excavadas nos han permitido obtener valores de peso específico para suelos CL (arcilla ligera arenosa) entre 1,53 gr/cm³ y 2.41 gr/cm³, en suelos ML (limos arenosos) se tiene valores entre 1.49 gr/cm³ y 2.4 gr/cm³ y para suelos SM (arenas limosas) 2.51 gr/cm³. Briones e Irigoin (2015), para la zona de Lucmacucho en Cajamarca obtienen valores para suelos CL (arcilla ligera arenosa) entre 2,35 gr/cm³ y 2.60 gr/cm³, en suelos ML (limos arenosos) se tiene valor 2.28 gr/cm³ y para suelos SM (arenas limosas) entre 2.17 gr/cm³ y 2.35 gr/cm³. La diferencia de resultados para suelos que son del mismo tipo se debe a la composición mineralógica y origen de los suelos.
- De la granulometría se puede apreciar que más del 90% del material obtenido en todas las calicatas pasa la malla número 4, lo que demuestra que el material analizado tiene mayoritariamente partículas finas y a la vez el 70% de este mismo material pasa la malla número 200 determinándonos que tenemos suelos limosos y arcillas, a excepción de la calicata número 4 que pasa aproximadamente 60% la malla número 4 y 30% pasa la malla número 200 determinándonos un suelo arenoso.
- El limite liquido varia de 17% a 69% y el limite plástico varía de 16% a 60% excepto en las calicatas 4 -5-6 y 7E-2 donde el suelo no tenía limite plástico debido a que los suelos son arenosos. Briones e Irigoin (2015), para la zona de Lucmacucho en Cajamarca obtienen valores para limite líquido que varían de 38% a 57% y el limite plástico varía de 23% y 43%.

- Para el proctor modificado se ha obtenido los siguientes resultados: para suelos CL (arcilla ligera arenosa) 1.60 gr/cm^3 a 1.97 gr/cm^3 , para un suelo SM (arenas limosas) 2.16 gr/cm^3 y para suelos ML (limos arenosos) de 1.75 gr/cm^3 a 2.10 gr/cm^3 . Briones e Irigoin (2015), para la zona de Lucmacucho en Cajamarca obtiene para suelos CL (arcilla ligera arenosa) 1.69 gr/cm^3 a 2.15 gr/cm^3 , para un suelo SM (arenas limosas) 1.49 gr/cm^3 a 1.59 gr/cm^3 y para suelo ML (limos arenosos) de 1.58 gr/cm^3 . La variación de los valores obtenidos se debe a varios factores como: humedad, proceso de compactación en laboratorio.
3. Considerando los trabajos mencionados en los antecedentes, presentan sus resultados considerando el nivel freático, además de los ensayos de laboratorio, en el presente trabajo, no se ha podido determinar el nivel freático en ninguna de las calicatas, debido probablemente a la ausencia de lluvias en Cajamarca en el último año, las 9 calicatas realizadas se hicieron a 3m de profundidad y en ninguna de ellas se notó la presencia del nivel freático.
 4. Briones e Irigoin (2015), para la zona de Lucmacucho en Cajamarca indica que en suelos clasificados como limo arenoso (ML) se encontró que la capacidad portante admisible del suelo es 0.93 Kg/cm^2 , para suelo conformado por una arcilla ligera arenosa (CL) se encontró que la capacidad portante admisible de 0.95 Kg/cm^2 y para arena limosa (SM) encontró que la capacidad portante admisible del suelo varía de 1.17 Kg/cm^2 . En la presente tesis en la zona de La Paccha para suelos de arcilla ligeramente arenosa (CL), se tiene una capacidad portante admisible de 0.76 kg/cm^2 , para suelos limo arenosos (ML) se ha obtenido 0.61 kg/cm^2 , y para arenas limosas (SM) se tiene una capacidad portante admisible del suelo de 1.56 kg/cm^2 .

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

1. La hipótesis de la investigación ha sido demostrada, en la zona II se tiene un suelo ML (limo arenoso), y un SM (arenas limosas), con una capacidad portante admisible de diseño que varía de 0.80 Kg/cm^2 a 1.86 Kg/cm^2 , siendo el ultimo valor superados a lo previsto en la hipótesis y para cimiento corrido 0.61 Kg/cm^2 a 1.56 Kg/cm^2 .
2. El suelo de la zona en estudio presenta los siguientes tipos de suelos: limo arenoso (ML), arcilla ligeramente arenosa (CL), arena limosa (SM), arcillas limosas de baja plasticidad (OL), arcilla orgánica con mediana plasticidad (OH).
3. A una profundidad de 1.50 m y en función a su granulometría, límites de Atterberg, proctor, peso específico, contenido de humedad, se obtuvieron el ángulo de fricción y de cohesión de los suelos de las zonas de estudio del barrio La Paccha y considerando además como datos asumidos para el cálculo una profundidad de 1.50 m , un ancho de 0.80m de cimiento corrido, y un ancho de 2 m para zapata cuadrada, utilizando estos dos tipos de cimentación debido a que en una vivienda unifamiliares el sistema estructural más usado es la albañilería confinada que usa cimentación corrida y eventualmente en los pórticos que se generen en ellas se usa zapas aisladas cuadradas, donde se obtuvo que la capacidad portante admisible de diseño varía de 0.80 Kg/cm^2 a 1.86 Kg/cm^2 para Zapata cuadrada y para cimiento corrido 0.61 Kg/cm^2 a 1.56 Kg/cm^2 .
4. Según la zonificación por capacidad portante del suelo, se ha obtenido 3 zonas:

ZONA I: Está compuesta por los siguientes suelos: arcilla ligeramente arenosa (CL), limo arenoso (ML), arcillas limosas de baja plasticidad (OL). La capacidad admisible de diseño para esta zona es de 0.99 kg/cm^2 para una zapata cuadrada y 0.76 kg/cm^2 para un cimiento corrido.

ZONA II: Está compuesta por los siguientes suelos: arenas limosas (SM), limo arenoso (ML). La capacidad admisible de diseño para esta zona varía de 0.80 kg/cm^2 a 1.86 kg/cm^2 para una zapata cuadrada y 0.61 kg/cm^2 a 1.56 kg/cm^2 para un cimiento corrido.

ZONA III: Está compuesta por los siguientes suelos: arcillas orgánicas con mediana plasticidad (OH), limo arenoso (ML), arcilla ligeramente arenoso (CL). La capacidad admisible de diseño para esta zona varía de 0.80 kg/cm^2 a 0.99 kg/cm^2 para una zapata cuadrada y 0.61 kg/cm^2 a 0.76 kg/cm^2 para un cimiento corrido.

CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

1. Ampliar la investigación del estudio de suelos en Cajamarca durante la temporadas de lluvias para determinar la variación del nivel freático.
2. Considerar una investigación con los métodos directos como el ensayo de corte directo triaxial.
3. Ampliar la investigación a otros sectores de la ciudad para realizar mapa de suelos de la ciudad de Cajamarca.

REFERENCIAS

1. Audefroy J. (2003). La problemática de los desastres en el hábitat urbano en América latina. *revistainvi*, 11-13.
2. Bosque J, Gómez M, Plata W. (2009). Cambios del usos del suelo y expansion urbana en la comunidad de Madrid. *Electronica de Geografia de Ciencias Sociales*.
3. Briones M y Irigoín N. (2015). Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (sucs) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho alto - sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca.
4. Calvo M. (2011). Estudio de suelos para la construcción de una edificación de dos pisos.
5. Campos D. (2011). Estudio de la variabilidad del suelo de Piura a través del SPT para valoración del F.S.
6. Cruzado G. (2009). Estudio de Geología. Cajamarca: 4.
7. Crespo C. (2007). Mecánica de suelos y cimentaciones. México: Limusa.
8. Das B. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Mexico. Thomson
9. Das B. (2002). Principios de ingeniería de cimentaciones. México. Color
10. Granda J, Rojas T y Sarabia M. (2006). Plan Nacional de Desarrollo Urbano 2006-2015. Lima.
11. INDECI. (2005). Programa de prevención y medidas de mitigación antes desastres ciudad de los Baños del Inca. Cajamarca.
12. Juárez E y Rico A. (1982). Mecánica de Suelos. Mexico: Limusa
13. Lambe W y Whitman R. (1998). Mecánica de suelos. México: Limusa.
14. López L y Robayo F. (2007). Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, Santander.
15. Ochoa O. (2013). Identificación y características geotécnicas de los depósitos de suelos de la ciudad de Veracruz.
16. Polése M. (1998). Economía Urbana y Regional. Fracia: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
17. Poma W y Alcántara G. (2011). Estudio de suelos y capacidad de uso mayor del departamento de Cajamarca. Cajamarca.
18. Rodríguez M, Serra J. (1989). *Curso aplicativo de cimentaciones*. Madrid.
19. Tavera H, Bernal I y Gomez J. (2010). Zonificación Sísmica - Geotécnica para siete distritos de Lima metropolitana.
20. Terzaghi K y Peck R. (1996). *Soils Mechanics in Engineering practice*. Jhon Wiley & Sons. U.S.A: Inc. Tgird Edition.

21. Whitman R. (1972). Mecánica de Suelos. Limusa-willey S.A.
22. Wilhelm P. (s.f.). Manual de Mecánica de Suelos.
23. Parra D, Vasquez D y Alva J. (1999). Estudio de Microzonificación Geotécnica de la ciudad de Pisco.
24. Muelas A. (10 de Octubre de 2015). http://www.uned.es/dpto-icf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_1.pdf.
Obtenido de <http://ww.uned.es>
25. Nañon L. (10 de Octubre de 2015). http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/.
Obtenido de <http://sirio.ua.es>
26. Tello G. (15 de Octubre de 2012). <http://es.slideshare.net/ERaCC1/compactacion-de-suelos-15469536>. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com>.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura n° 2: Inspección visual de la calicata N° 04



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 3: Extracción de muestras para la densidad natural del suelo de la C7.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 4: Secado de muestra a la intemperie.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 5: Muestras para secado en horno, durante 24 h. (Contenido de humedad)



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 6: Colocación de muestra en la copa de casa grande (Límite líquido)



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 7: Realización de la muestra para el ensayo de limite plástico



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 8: Realización de la muestra para el ensayo de limite plástico con mi asesora.



Figura n° 9: Lavado del suelo fino. (Granulometría)



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 10: Realizando el ensayo de granulometría del material lavado



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 11: Realizando el ensayo de peso específico



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura n° 12: Ensayo de proctor modificado



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Protocolos de laboratorio – ensayo de suelos



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

GUÍA DE ENSAYO

ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA:

MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127

CONTENIDO DE HUMEDAD

RESUMEN

El contenido de humedad de un material se usa para expresar las relaciones de fase del aire, agua y sólidos en un volumen de material dado. Como es posible obtener la humedad en casi todos los tipos de muestra, se utiliza con frecuencia para completar los diagramas de fase.

En un suelo fino (cohesivo), la consistencia depende de su humedad. La humedad de un suelo, junto con sus límites líquido y plástico se usa para expresar su consistencia relativa o índices de liquidez.

Material

- Muestra alterada extraída del estrato en estudio.

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas.
- Recipiente o Tara.

Procedimiento

- Identificación del recipiente (A)
- Pesar el recipiente o tara (B).
- Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).
- Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C.
- Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D).
- Determinar el peso del agua (E) = C - B.
- Determinar el peso del suelo seco (F) = D - B
- Determinar el contenido de humedad (G) = (E / F) * 100

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

- Determinar el promedio del contenido de humedad (H).



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el acimiento urbano en el Barrio La Paccha de la Ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga.	

CALICATA:	C-01	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Barrio La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		C-01		
B	Peso del Recipiente	gr	27.7		
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	164.4		
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	147.8		
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	126.7		
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	120.1		
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	5.46		
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	5.46 %		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

$154.4 - 147.8 = 6.6 = \text{Peso del Agua. (Ww)}$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra M. Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Mindaín	NOMBRE: Ing. Irene Rawines Azarero
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento urbano en el barrio la Paccha de la Ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga.		
CALICATA:	C-2	ESTRATO:	E1
UBICACIÓN:	Barrio La Paccha	TIPO DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	RESPONSABLE:	
		REVISADO POR:	

Temperatura de Secado
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		C-02		
B	Peso del Recipiente	gr	28.9		
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	205.6		
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	195.9		
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	176.7		
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	167		
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	5.81		
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	5.81		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra M. Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azafco
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C3	ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado

Método

60 °C / 110 °C / Ambiente

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		E-01	E-02	E-03
B	Peso del Recipiente	gr	26.4	28.4	28
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	146.5	146.3	140.1
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	168.5	160.0	131.1
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	150.1	147.9	112.1
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	142.1	131.6	103.1
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	5.63	12.39	8.73
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	8.92		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/11/16	FECHA: 20/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento urbano en el barrio La Paccha de la Ciudad de Cajamarca según la capacidad de carga.		
CALICATA:	C-4	ESTRATO:	E1
UBICACIÓN:	Barrio La Paccha		TIPO DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:	

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		C-04		
B	Peso del Recipiente	gr	27.1		
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	241.3		
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	237.6		
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	214.2		
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	20.5		
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	1.76		
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	1.76.		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra M. Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Quispe Minchan	NOMBRE: Ing. Irene Zavines Azafien
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento urbano en el barrio La Paccha de la Ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga.		
CALICATA:	C-5	ESTRATO:	E1
UBICACIÓN:	Barrio La Paccha	TIPO DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	RESPONSABLE:	
		REVISADO POR:	

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		C-05		
B	Peso del Recipiente	gr	28.8		
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	184.9		
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	179.2		
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	156.1		
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	150.4		
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	3.79		
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	3.79		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra M. Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchan	NOMBRE: Ing. Irene Paínez Azarín
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C 6	ESTRATO:	E 1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	04/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16		REVISADO POR:		

Temperatura de Secado

Método

60 °C / 110 °C / Ambiente

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		C-06		
B	Peso del Recipiente	gr	26.9		
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	226.7		
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	223.1		
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	199.8		
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	196.20		
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	1.63		
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		1.63	

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento Urbano en el barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la Capacidad de Carga.	

CALICATA:	C-7	ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Barrio La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		E-01	E-02	
B	Peso del Recipiente	gr	27.1	27.9	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	188.7	175.8	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	170.6	162.6	
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	161.6	147.9	
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	143.5	134.7	
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	12.61	9.80	
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	11.21		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra M. Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchan	NOMBRE: Ing. Irene Pazinez Azafero
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	Delimitación de la zona apta para el crecimiento urbano en el barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga.	

CALICATA:	C-8	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Barrio La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		C-08		
B	Peso del Recipiente	gr	27.6		
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	188.5		
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	167.6		
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	160.9		
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	140.0		
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	14.93		
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	14.93		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra M. Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchañ	NOMBRE: Mg. Irene Ruines Azorero
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC:
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento Urbano en el barrio La Paccha de la Ciudad de Cajamarca, según la Capacidad de Carga.		
CALICATA:	C-9	ESTRATO:	E1
UBICACIÓN:	Barrio La Paccha		TIPO DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:	

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		C-09		
B	Peso del Recipiente	gr	27.0		
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	177.7		
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	160.2		
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	150.7		
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	133.2		
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	13.14		
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	13.14.		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra M. Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Guiso Mirchán	NOMBRE: Ing. Irene Zavino Azahero
FECHA: 09/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

ENSAYO:

DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO VOLUMÉTRICO

NORMA:

BS1377 - 1990

DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO VOLUMÉTRICO

RESUMEN

Este ensayo se utiliza cuando el material es fino, si hay presencia de piedras estas deben tener un diámetro máximo de 1/10 del diámetro del muestrador.

Material

Muestra inalterada del estrato de estudio.

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Molde cilíndrico de acero de 4 cm de diámetro y 6 cm de altura.
- Extractor de muestra.
- Espátula.

Procedimiento

- Determinar el peso (A), la altura (C) y el diámetro (D) del muestrador cilíndrico.
- Extraer la muestra inalterada del estrato en estudio, con el molde cilíndrico, enrazar con la espátula y pesar (B).
- Determinar el peso de la muestra inalterada (Wmh); $(F) = B - A$.
- Determinar el volumen del molde cilíndrico (E), el cual es el volumen de la muestra (Vmh).
- Determinar la densidad natural de campo $(G) = F / E$.

$$(G) D = \frac{Wmh (F)}{Vmh (E)}$$

- Determinar el promedio de la densidad natural de campo (H).



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO VOLUMÉTRICO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCMV-LS-UPNC:
NORMA:	BS1377 - 1990	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C ₁	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16		REVISADO POR:		

Temperatura de Secado
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método
Horno 110 ± 5 °C

DENSIDAD NATURAL - METODO VOLUMÉTRICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso Cilindro	gr	192.5		
B	Peso Cilindro + Muestra	gr	380.5		
C	Altura Cilindro	cm	7.31		
D	Diámetro del Cilindro	cm	4.47		
E	Volumen del Cilindro; V _{mh}	cm ³	114.71		
F	Peso de la Muestra; W _{mh} = B - A	gr	188		
G	Densidad de campo; G = F/E	gr/cm ³	1.64		
H	Promedio Densidad de Campo	gr/cm ³			

$$G = \frac{W_{mh} (F)}{V_{mh} (E)}$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO VOLUMÉTRICO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCMV-LS-UPNC:
NORMA:	BS1377 - 1990	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C₂	ESTRATO:	E₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

DENSIDAD NATURAL – METODO VOLUMÉTRICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso Cilindro	gr	190.50		
B	Peso Cilindro + Muestra	gr	401.10		
C	Altura Cilindro	cm	7.32		
D	Diámetro del Cilindro	cm	4.47		
E	Volumen del Cilindro; Vmh	cm ³	114.87		
F	Peso de la Muestra; Wmh = B - A	gr	210.60		
G	Densidad de campo; G= F/E	gr/cm ³	1.83		
H	Promedio Densidad de Campo	gr/cm ³			

$$G = \frac{Wmh (F)}{Vmh (E)}$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16

**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA****PROTOCOLO**

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO CONO DE ARENA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCCA-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E117 / ASTM D1556	
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento urbano del barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga	

CALICATA:	ESTRATO:	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	La Paccha	COLOR DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	15/02/17	RESPONSABLE:
FECHA DE ENSAYO:	15/02/17	REVISADO POR:

DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO CONO DE ARENA

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del Cono		C3		
B	Peso del recipiente cilíndrico	gr	182.0		
C	Volumen del recipiente cilíndrico	cm ³	3943		
D	Peso de la Arena + Recipiente Cilíndrico	gr	5468		
E	Peso de la Arena (D – B)	gr	5286		
F	Densidad de la Arena (E / C)	gr/cm ³	1.34		
G	Peso del cilindro con embudo y lleno de arena	gr	5895		
H	Peso del Cilindro con Embudo con arena restante	gr	4565		
I	Peso de la Arena que ocupa en el embudo (G – H)	gr	1330		
J	Peso del Cilindro con Embudo y lleno de Arena	gr	6070		
K	Peso Muestra Extraída del Hoyo	gr	3071		
L	Peso de la Arena Restante	gr	1494		
LL	Peso de la Arena en el Hoyo (J – L – I)	gr	3246		
M	Volumen de la muestra (LL / F)	gr/cm ³	2421.30		
N	DENSIDAD NATURAL (K / M)	gr/cm ³	1.27		
O	Promedio Densidad Natural	gr/cm ³			

[Signature]

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
NOMBRE: Sandra Gutierrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzo Minchán	NOMBRE: Irene Ravines Azañero.
FECHA: 15/02/17	FECHA: 15/02/17	FECHA: 22/02/17



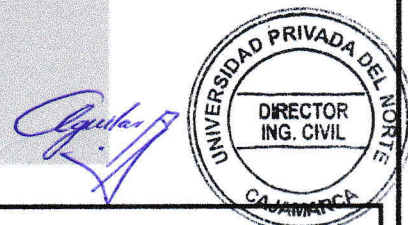
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO CONO DE ARENA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCCA-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E117 / ASTM D1556	
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento urbano del barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga	
CALICATA:	ESTRATO:	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	La Paccha	COLOR DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	15/02/17	RESPONSABLE:
FECHA DE ENSAYO:	15/02/17	REVISADO POR:

DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO CONO DE ARENA

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del Cono		C4		
B	Peso del recipiente cilíndrico	gr	182.0		
C	Volumen del recipiente cilíndrico	cm ³	3943		
D	Peso de la Arena + Recipiente Cilíndrico	gr	5578		
E	Peso de la Arena (D - B)	gr	5396		
F	Densidad de la Arena (E / C)	gr/cm ³	1.37		
G	Peso del cilindro con embudo y lleno de arena	gr	5895		
H	Peso del Cilindro con Embudo con arena restante	gr	4565		
I	Peso de la Arena que ocupa en el embudo (G - H)	gr	1330		
J	Peso del Cilindro con Embudo y lleno de Arena	gr	6180		
K	Peso Muestra Extraída del Hoyo	gr	3067		
L	Peso de la Arena Restante	gr	2416		
LL	Peso de la Arena en el Hoyo (J - L - I)	gr	2434		
M	Volumen de la muestra (LL / F)	gr/cm ³	1478.59		
N	DENSIDAD NATURAL (K / M)	gr/cm ³	1.72		
O	Promedio Densidad Natural	gr/cm ³			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutierrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzo Minchán	NOMBRE: Irene Ravines Azañero.
FECHA: 15/02/17	FECHA: 15/02/17	FECHA: 22/02/17



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

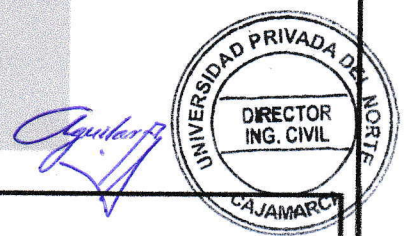
PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO CONO DE ARENA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCCA-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E117 / ASTM D1556	
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento urbano del barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga	

CALICATA:		ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	15/02/17		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	15/02/17		REVISADO POR:		

DENSIDAD DE CAMPO – MÉTODO CONO DE ARENA

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del Cono		C5		
B	Peso del recipiente cilíndrico	gr	182		
C	Volumen del recipiente cilíndrico	cm ³	3943		
D	Peso de la Arena + Recipiente Cilíndrico	gr	5408		
E	Peso de la Arena (D – B)	gr	5226		
F	Densidad de la Arena (E / C)	gr/cm ³	1.33		
G	Peso del cilindro con embudo y lleno de arena	gr	5895		
H	Peso del Cilindro con Embudo con arena restante	gr	4565		
I	Peso de la Arena que ocupa en el embudo (G – H)	gr	1330		
J	Peso del Cilindro con Embudo y lleno de Arena	gr	6010		
K	Peso Muestra Extraída del Hoyo	gr	3123		
L	Peso de la Arena Restante	gr	1674		
LL	Peso de la Arena en el Hoyo (J – L – I)	gr	3006		
M	Volumen de la muestra (LL / F)	gr/cm ³	2260.02		
N	DENSIDAD NATURAL (K / M)	gr/cm ³	1.38		
O	Promedio Densidad Natural	gr/cm ³			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutierrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzo Minchán	NOMBRE: Irene Ravines Azañero.
FECHA: 15/02/17	FECHA: 15/02/17	FECHA: 02/02/17



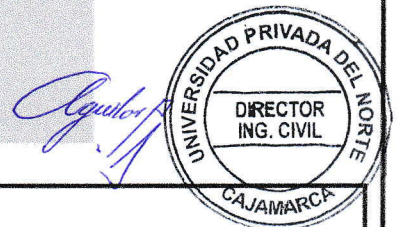
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO CONO DE ARENA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCCA-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E117 / ASTM D1556	
PROYECTO:	Determinación de la zona óptima para el crecimiento urbano del barrio La Paccha de la ciudad de Cajamarca, según la capacidad de carga	
CALICATA:	ESTRATO:	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	La Paccha	COLOR DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	15/02/17	RESPONSABLE:
FECHA DE ENSAYO:	15/02/17	REVISADO POR:

DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO CONO DE ARENA

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del Cono		CG		
B	Peso del recipiente cilíndrico	gr	182		
C	Volumen del recipiente cilíndrico	cm ³	3943		
D	Peso de la Arena + Recipiente Cilíndrico	gr	5520		
E	Peso de la Arena (D - B)	gr	5338		
F	Densidad de la Arena (E / C)	gr/cm ³	1.35		
G	Peso del cilindro con embudo y lleno de arena	gr	5895		
H	Peso del Cilindro con Embudo con arena restante	gr	4565		
I	Peso de la Arena que ocupa en el embudo (G - H)	gr	1330		
J	Peso del Cilindro con Embudo y lleno de Arena	gr	6122		
K	Peso Muestra Extraída del Hoyo	gr	3059		
L	Peso de la Arena Restante	gr	1445		
LL	Peso de la Arena en el Hoyo (J - L - I)	gr	3317		
M	Volumen de la muestra (LL / F)	gr/cm ³	2450.16		
N	DENSIDAD NATURAL (K / M)	gr/cm ³	1.25		
O	Promedio Densidad Natural	gr/cm ³			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutierrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzo Minchán	NOMBRE: Irene Ravines Azañero.
FECHA: 15/02/17	FECHA: 15/02/17	FECHA: 22/02/17



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO VOLUMÉTRICO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCMV-LS-UPNC:
NORMA:	BS1377 - 1990	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C7	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado

Método

60 °C / 110 °C / Ambiente

Horno 110 ± 5 °C

DENSIDAD NATURAL - METODO VOLUMÉTRICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso Cilindro	gr	192.50	193.80	
B	Peso Cilindro + Muestra	gr	400.50	391.50	
C	Altura Cilindro	cm	7.33	7.50	
D	Diámetro del Cilindro	cm	4.47	4.47	
E	Volumen del Cilindro; Vmh	cm ³	115.03	117.69	
F	Peso de la Muestra; Wmh = B - A	gr	228.0	197.40	
G	Densidad de campo; G= F/E	gr/cm ³	1.98	1.68	
H	Promedio Densidad de Campo	gr/cm ³			

$$G = \frac{Wmh (F)}{Vmh (E)}$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO VOLUMÉTRICO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCMV-LS-UPNC:.....
NORMA:	BS1377 - 1990	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C8	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	09/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

DENSIDAD NATURAL - METODO VOLUMÉTRICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso Cilindro	gr	190.50		
B	Peso Cilindro + Muestra	gr	408.60		
C	Altura Cilindro	cm	7.41		
D	Diámetro del Cilindro	cm	4.46		
E	Volumen del Cilindro; Vmh	cm ³	115.76		
F	Peso de la Muestra; Wmh = B - A	gr	218.10		
G	Densidad de campo; G= F/E	gr/cm ³	1.88		
H	Promedio Densidad de Campo	gr/cm ³			

$$G = \frac{Wmh (F)}{Vmh (E)}$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO VOLUMÉTRICO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: DCMV-LS-UPNC:
NORMA:	BS1377 - 1990	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C9	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	09/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	09/10/16	REVISADO POR:			

Temperatura de Secado

Método

60 °C / 110 °C / Ambiente

Horno 110 ± 5 °C

DENSIDAD NATURAL - METODO VOLUMÉTRICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso Cilindro	gr	195.90		
B	Peso Cilindro + Muestra	gr	390.50		
C	Altura Cilindro	cm	7.41		
D	Diámetro del Cilindro	cm	4.47		
E	Volumen del Cilindro; Vmh	cm ³	116.28		
F	Peso de la Muestra; Wmh = B - A	gr	194.60		
G	Densidad de campo; G= F/E	gr/cm ³	1.67		
H	Promedio Densidad de Campo	gr/cm ³			

$$G = \frac{Wmh (F)}{Vmh (E)}$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

ENSAYO:

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

NORMA:

MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131

ENSAYO 03: PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL FINO

Material

- Muestra seca menor que la malla N° 4
- Agua

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr
- Fiola de 500 ml
- Bomba de vacíos

Procedimiento

- Identificación de la muestra (A)
- Pesar la muestra seca (aproximadamente 80 a 100 gr) (B).
- Llenar la fiola con agua hasta la marca de 500 ml y pesar (C).
- Colocar la muestra seca ya pesada en la fiola vacía y, verter agua hasta cubrir la muestra, agitar, luego conectar a la bomba de vacíos durante 15 minutos de tal manera que las burbujas de aire sean extraídas (D).
- Retirar la fiola de la bomba de vacíos, inmediatamente agregar agua hasta la marca de 500 ml y pesar (E).
- Determinar el peso específico (F)
$$Y_S = \frac{W_s (B)}{W_s(D)+Wfw(C)-Wfws(E)}$$
- Determinar el peso específico promedio (G).



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PERS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C ₁	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	19/10/16		REVISADO POR:		

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
A	Identificación de la Muestra		1
B	Peso de la Muestra Seca	gr	C ₁ E ₁ 100.10
C	Peso de Fiola	cm ³	152.20
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm ³	gr/cm ³	648.80
E	Peso de Fiola + Agua + Suelo seco	gr/cm ³	684.10
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	1.54

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PERS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C ₂	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	19/10/16	REVISADO POR:			

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
A	Identificación de la Muestra		1 C ₂ E ₂
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.20
C	Peso de Fiola	cm ³	152.30
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm ³	gr/cm ³	669.50
E	Peso de Fiola + Agua + Suelo seco	gr/cm ³	724.40
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	2.21

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PERS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C ₃	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	19/10/16	REVISADO POR:			

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
			1
A	Identificación de la Muestra		C ₃ E ₁
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.20
C	Peso de Fiola	cm ³	151.80
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm ³	gr/cm ³	649.40
E	Peso de Fiola + Agua + Suelo seco	gr/cm ³	406.60
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	2.33

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Miñchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA
PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	PERS-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C3	ESTRATO:	E2	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	19/10/16	REVISADO POR:			

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
A	Identificación de la Muestra		1
B	Peso de la Muestra Seca	gr	C3 E2 100.00
C	Peso de Fiola	cm3	152.30
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm3	gr/cm ³	640.00
E	Peso de Fiola + Agua+ Suelo seco	gr/cm ³	403.00
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	1.49

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PERS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C ₃	ESTRATO:	E ₃	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	19/10/16	REVISADO POR:			

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
A	Identificación de la Muestra		C ₃ E ₃
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.20
C	Peso de Fiola	cm ³	152.40
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm ³	gr/cm ³	669.80
E	Peso de Fiola + Agua+ Suelo seco	gr/cm ³	404.50
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	1.53

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Guizzo Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PERS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C ₄	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16	REVISADO POR:			

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
			1
A	Identificación de la Muestra		C ₄ E ₁
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.00
C	Peso de Fiola	cm ³	142.50
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm ³	gr/cm ³	669.50
E	Peso de Fiola + Agua+ Suelo seco	gr/cm ³	429.40
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	2.51

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Guzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	PERS-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C5	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16	REVISADO POR:			

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
			1
A	Identificación de la Muestra		CSE1
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.20
C	Peso de Fiola	cm3	152.90
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm3	gr/cm ³	669.90
E	Peso de Fiola + Agua + Suelo seco	gr/cm ³	728.40
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	2.40

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Guizzo Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PERS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C6	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16		REVISADO POR:		

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
A	Identificación de la Muestra		C6 E1
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.30
C	Peso de Fiola	cm3	172.50
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm3	gr/cm ³	669.30
E	Peso de Fiola + Agua+ Suelo seco	gr/cm ³	424.40
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	2.21

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Quíroz Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PERS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C7	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	31/10/16		REVISADO POR:		

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
A	Identificación de la Muestra		C7E1
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100.10
C	Peso de Fiola	cm3	203.20
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm3	gr/cm ³	649.20
E	Peso de Fiola + Agua+ Suelo seco	gr/cm ³	402.20
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	2.13

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16.

PROTOCOLO



ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	PERS-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C7	ESTRATO:	E2	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:			RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:		

PESO ESPECÍFICO DE PIEDRA

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
A	Identificación de la Muestra		C7E2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00
C	Peso en el Aire	gr	203.20
D	Peso Sumergido	gr	669.70
E	Peso Especifico (B/(B-C))	gr/cm ³	720.20
E	Promedio del Peso Especifico	gr/cm ³	2.41

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchan	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131		PERS-LS-UPNC:		
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.				
CALICATA:	C8	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:			RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:		

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
A	Identificación de la Muestra		1
B	Peso de la Muestra Seca		C8E1
C	Peso de Fiola	gr	100.00
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm ³	cm ³	172.50
E	Peso de Fiola + Agua + Suelo seco	gr/cm ³	669.70
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	9.12

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA
PROTOCOLO

ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131		PERS-LS-UPNC:		
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.				
CALICATA:	C9	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:			RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:		

PESO ESPECÍFICO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	
A	Identificación de la Muestra		1
B	Peso de la Muestra Seca		C9E1
C	Peso de Fiola	gr	100.00
D	Peso de Fiola + Agua hasta 500 cm ³	cm ³	212.80
E	Peso de Fiola + Agua + Suelo seco	gr/cm ³	670.00
E	Peso Específico "γ"	gr/cm ³	425.40
			2.24.

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

GUÍA DE ENSAYO

ENSAYO:

LÍMITES DE PLASTICIDAD

NORMA:

NTP E339.130 – NTP E111 / ASTM D4318

LÍMITES DE PLASTICIDAD

A. ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

Material:

- Suelo seco que pasa la malla N° 40

Equipo:

- Malla N° 40
- Copa de Casagrande
- Ranurador o acanalador
- Balanza con aproximación de 0.01 gr
- Estufa con control de temperatura
- Espátula
- Probeta de 100 ml
- Cápsula de porcelana
- Taras identificadas

Procedimiento:

- En una cápsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme
- Colocar una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes
- Elevar y caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm, registrar el número de golpes.
- Mediante la cápsula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Retirar el suelo de la copa de Casagrande y colocar en la capsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35)
- Lavar y secar el acanalador
- Repetir el ensayo mínimo 2 veces



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

GUÍA DE ENSAYO

ENSAYO:

LÍMITES DE PLASTICIDAD

NORMA:

NTP E339.130 – NTP E111 / ASTM D4318

- Dibujar a curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registrará el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.
- Determinar la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo.

B. LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

Referencias:

- ASTM D4318 / MTC E111

Material:

- Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido

Equipo:

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Placa de vidrio
- Taras identificadas

Procedimiento

- A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido agregar suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Enrollar la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad.
- Repetir el ensayo una vez más
- El límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

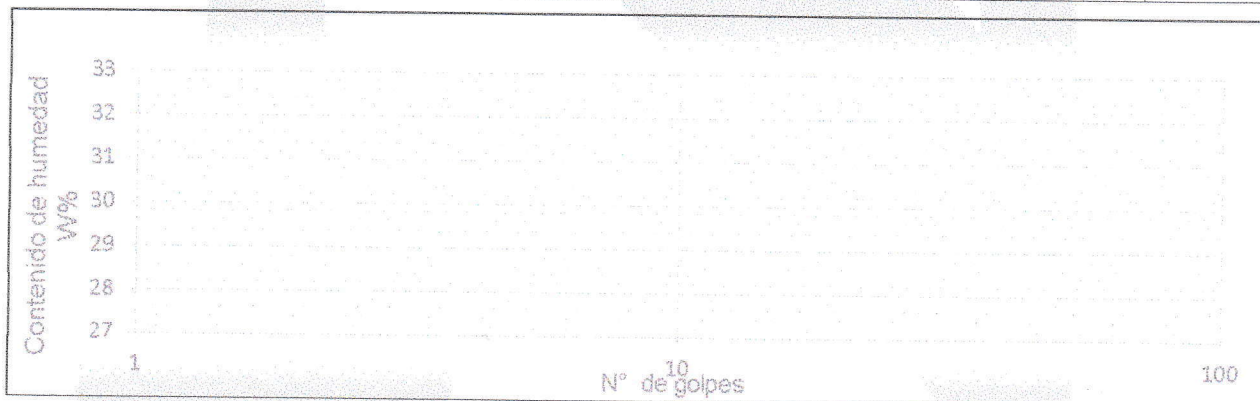
CALICATA:	C ₁	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	19/10/16	REVISADO POR:			

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	C ₁ -LL1	C ₁ -LL2	C ₁ -LL3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	55.30	65.90	55.10		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	45.60	53.10	46.30		
D	Peso de Recipiente	gr	26.60	27.60	27.10		
E	Peso del Agua	gr	9.80	12.80	8.80		
F	Peso Suelo Seco	gr	18.90	25.50	19.20		
G	Número de Golpes	N	17	26	33		
H	Contenido de Humedad	%	51.85	50.20	45.83		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	C ₁ -LP1	C ₁ -LP2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	33.20	33.30			
C	Suelo Seco + Tara	gr	31.80	32.10			
D	Peso de Tara	gr	26.20	26.20			
E	Peso del Agua	gr	1.90	1.20			
F	Peso Suelo Seco	gr	5.60	5.90			
G	Contenido de Humedad	%	25.0	20.34			
H	Promedio Límite Plástico			23			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

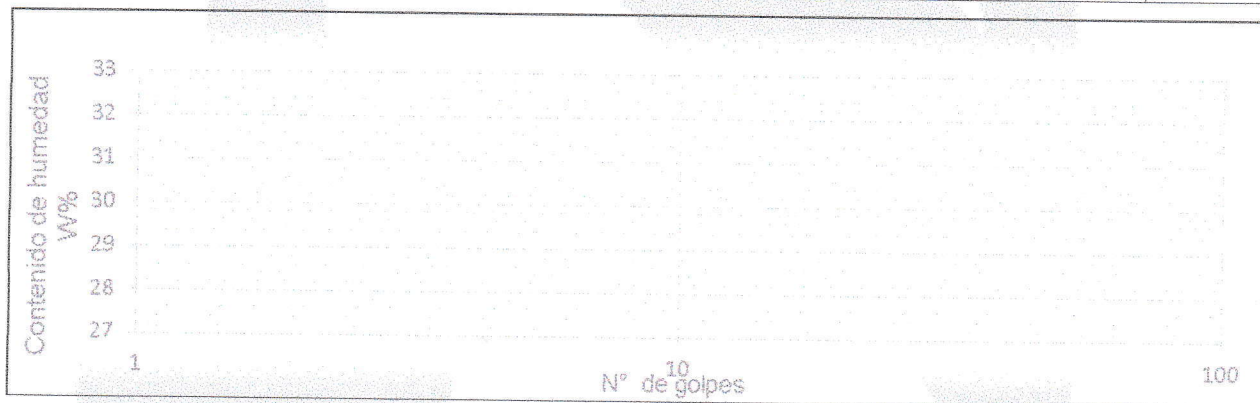
CALICATA:	C ₂	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	10/10/16	REVISADO POR:			

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	C1-LL1	C1-LL2	C1-LL3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	61.70	57.00	53.70		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	53.70	50.30	48.20		
D	Peso de Recipiente	gr	26.40	27.30	27.10		
E	Peso del Agua	gr	8.0	6.70	5.00		
F	Peso Suelo Seco	gr	27.30	23.00	21.10		
G	Número de Golpes	N	26	29	36		
H	Contenido de Humedad	%	29.35	29.13	26.07		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	E1-LP1	C1-LP2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	34.90	36.20			
C	Suelo Seco + Tara	gr	33.90	35.20			
D	Peso de Tara	gr	24.90	28.70			
E	Peso del Agua	gr	1.0	1.0			
F	Peso Suelo Seco	gr	6.00	6.00			
G	Contenido de Humedad	%	16.67	15.38			
H	Promedio Limite Plástico						



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

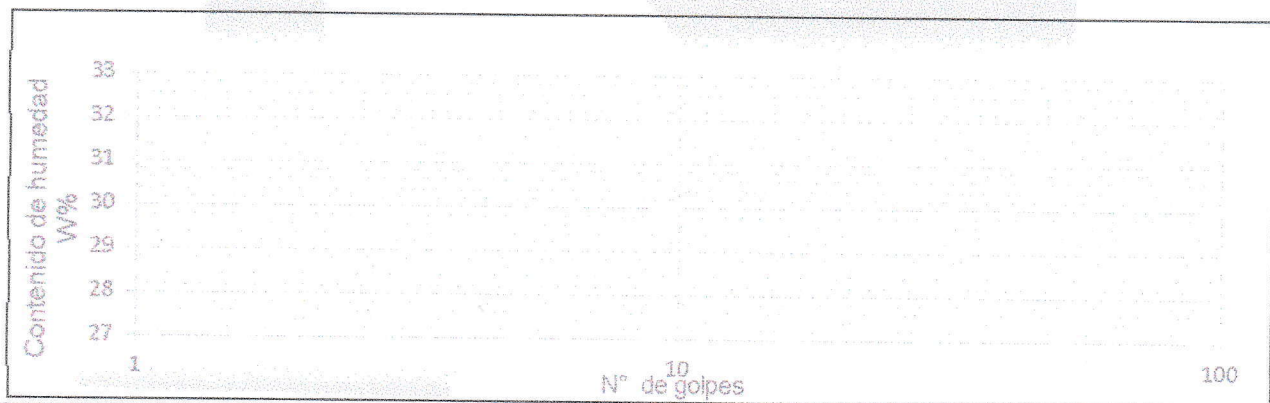
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	10/10/16		REVISADO POR:		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	T13	T24	T30		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	52.60	54.0	52.20		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	43.30	46.30	45.70		
D	Peso de Recipiente	gr	27.40	27.30	27.80		
E	Peso del Agua	gr	7.30	7.70	6.80		
F	Peso Suelo Seco	gr	17.90	19.0	17.90		
G	Número de Golpes	N	16.00	20.00	36.00		
H	Contenido de Humedad	%	40.78	40.53	36.31		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	T20	T2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	30.70	32.3			
C	Suelo Seco + Tara	gr	30.00	31.4			
D	Peso de Tara	gr	27.0	27.10			
E	Peso del Agua	gr	0.70	0.90			
F	Peso Suelo Seco	gr	3.00	4.30			
G	Contenido de Humedad	%	23.33	20.93			
H	Promedio Limite Plástico			22			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchan	NOMBRE: Irg. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

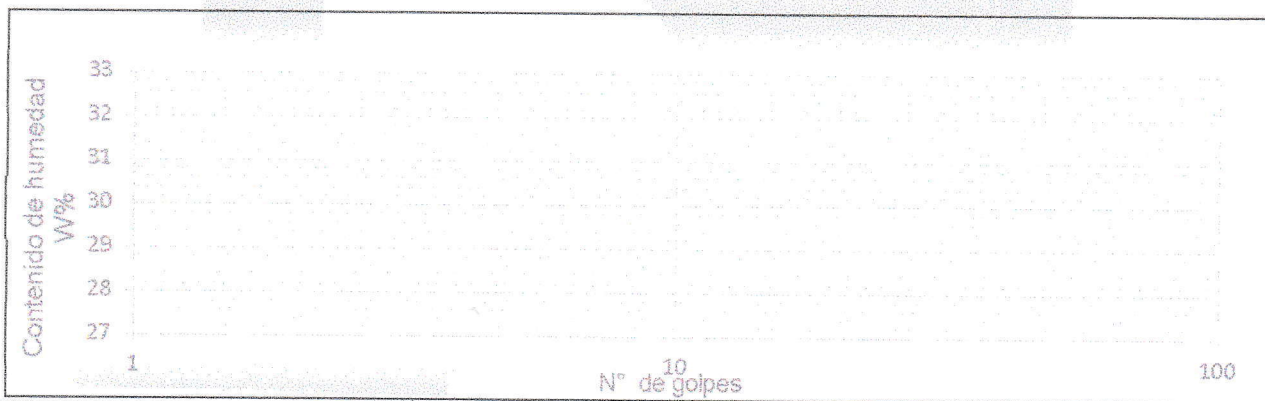
CALICATA:	C3	ESTRATO:	E2	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16	REVISADO POR:			

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	C1 LL1	C1 LL2	C1 LL3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	52.20	55.20	54.20		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	45.70	45.10	48.0		
D	Peso de Recipiente	gr	28.50	26.50	29.00		
E	Peso del Agua	gr	6.50	10.10	6.20		
F	Peso Suelo Seco	gr	14.20	18.60	19.0		
G	Número de Golpes	N	10.0	20.0	35.0		
H	Contenido de Humedad	%	37.79	54.30	32.63		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	C1 LP1	C1 LP2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	31.40	30.10			
C	Suelo Seco + Tara	gr	30.40	29.50			
D	Peso de Tara	gr	28.10	27.20			
E	Peso del Agua	gr	0.70	0.60			
F	Peso Suelo Seco	gr	2.60	2.30			
G	Contenido de Humedad	%	26.92	26.09			
H	Promedio Limite Plástico		27				



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

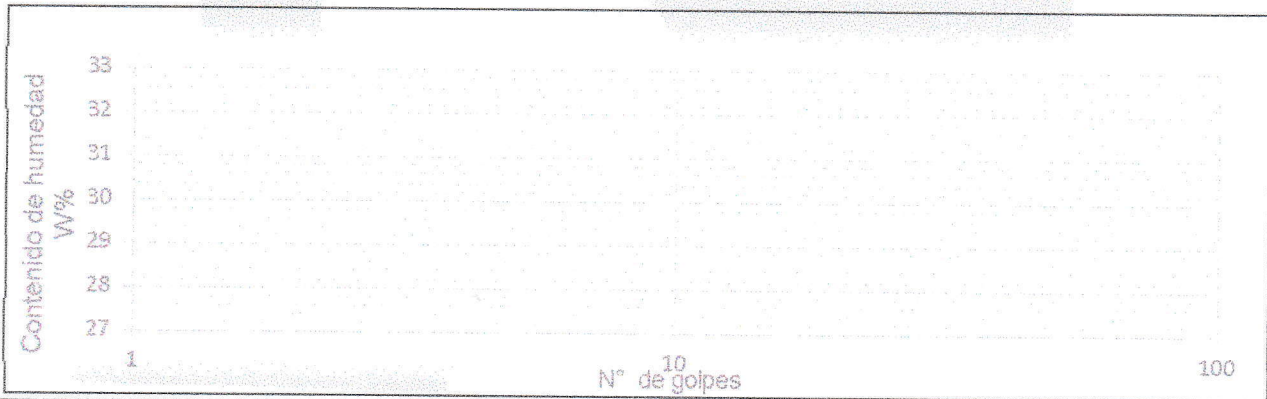
CALICATA:	C-3	ESTRATO:	E3	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	10/10/16		REVISADO POR:		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	CE3LL1	CE3LL2	CE3LL3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	50.10	49.40	54.50		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	42.60	42.0	46.40		
D	Peso de Recipiente	gr	27.20	27.10	27.20		
E	Peso del Agua	gr	7.50	7.70	8.10		
F	Peso Suelo Seco	gr	15.40	14.90	19.20		
G	Número de Golpes	N	18.0	26.0	36.0		
H	Contenido de Humedad	%	48.70	51.68	42.19		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	CE3LP1	CE3LP2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	32.40	33.20			
C	Suelo Seco + Tara	gr	31.40	31.90			
D	Peso de Tara	gr	27.20	26.80			
E	Peso del Agua	gr	1.00	1.30			
F	Peso Suelo Seco	gr	4.20	5.10			
G	Contenido de Humedad	%	23.61	25.49			
H	Promedio Limite Plástico			25			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

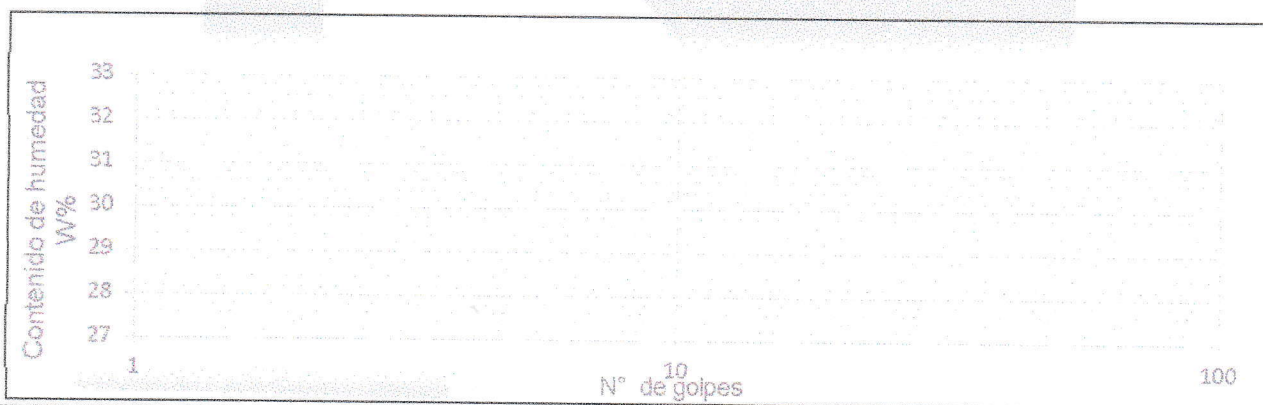
CALICATA:	C4	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:			RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	T30	T9	T24		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	56.20	60.20	51.40		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	51.00	55.30	48.00		
D	Peso de Recipiente	gr	27.10	28.20	26.90		
E	Peso del Agua	gr	5.20	4.90	3.70		
F	Peso Suelo Seco	gr	23.90	24.10	21.10		
G	Número de Golpes	N	6.00	12.00	24.00		
H	Contenido de Humedad	%	21.76	18.08	14.54		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°					
B	Suelo Húmedo + Tara	gr					
C	Suelo Seco + Tara	gr					
D	Peso de Tara	gr					
E	Peso del Agua	gr					
F	Peso Suelo Seco	gr					
G	Contenido de Humedad	%					
H	Promedio Limite Plástico						



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C5	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16		REVISADO POR:		

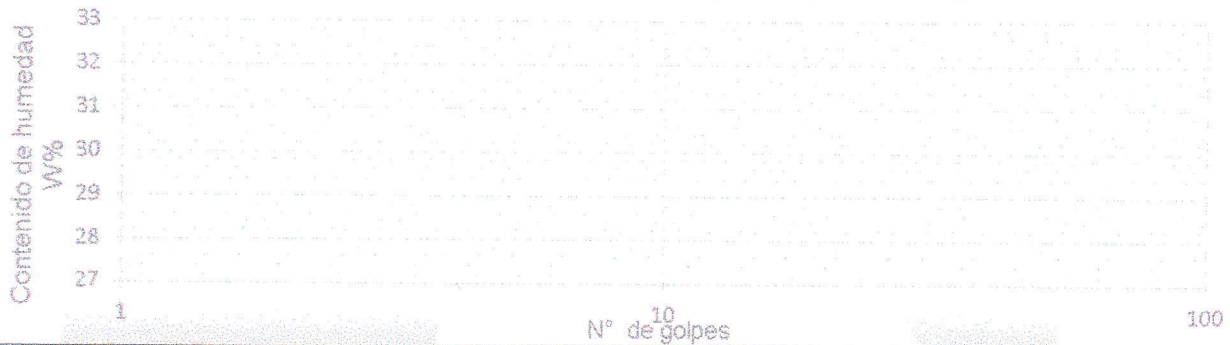
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T30	T9	T24		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	67.80	61.30	61.90		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	61.10	55.20	56.20		
D	Peso de Recipiente	gr	28.0	28.10	26.60		
E	Peso del Agua	gr	6.70	6.00	5.40		
F	Peso Suelo Seco	gr	33.10	24.20	24.60		
G	Número de Golpes	N	8.00	10.00	24.00		
H	Contenido de Humedad	%	20.24	22.06	19.26		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

NP

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°					
B	Suelo Húmedo + Tara	gr					
C	Suelo Seco + Tara	gr					
D	Peso de Tara	gr					
E	Peso del Agua	gr					
F	Peso Suelo Seco	gr					
G	Contenido de Humedad	%					
H	Promedio Limite Plástico						



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 - NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C6	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	04/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16	REVISADO POR:			

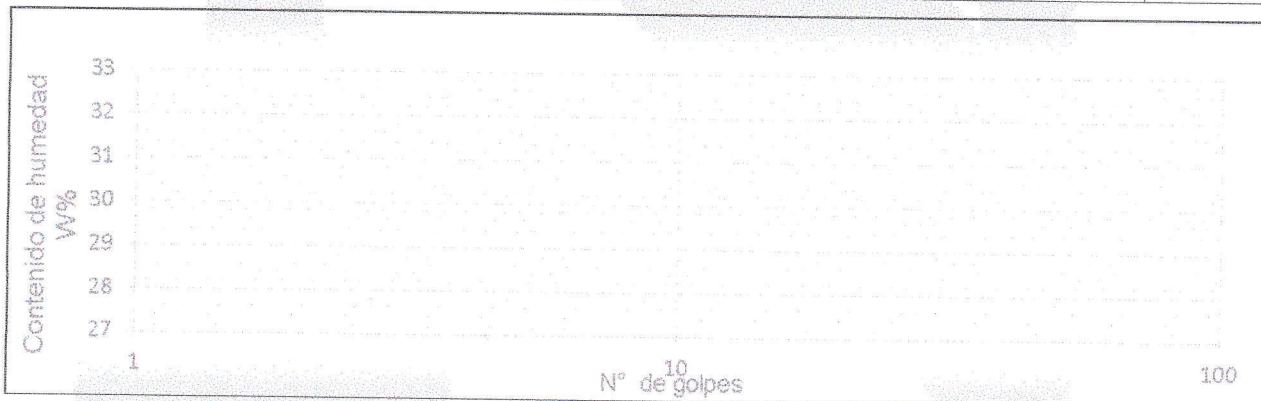
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T15	T6	T8		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	51.80	50.50	52.40		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	47.70	46.90	49.30		
D	Peso de Recipiente	gr	27.20	27.10	27.70		
E	Peso del Agua	gr	4.10	3.60	4.10		
F	Peso Suelo Seco	gr	20.30	24.00	26.00		
G	Número de Golpes	N	16	24	26		
H	Contenido de Humedad	%	20.00	18.18	18.98		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

NTP

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°					
B	Suelo Húmedo + Tara	gr					
C	Suelo Seco + Tara	gr					
D	Peso de Tara	gr					
E	Peso del Agua	gr					
F	Peso Suelo Seco	gr					
G	Contenido de Humedad	%					
H	Promedio Limite Plástico						



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339 130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

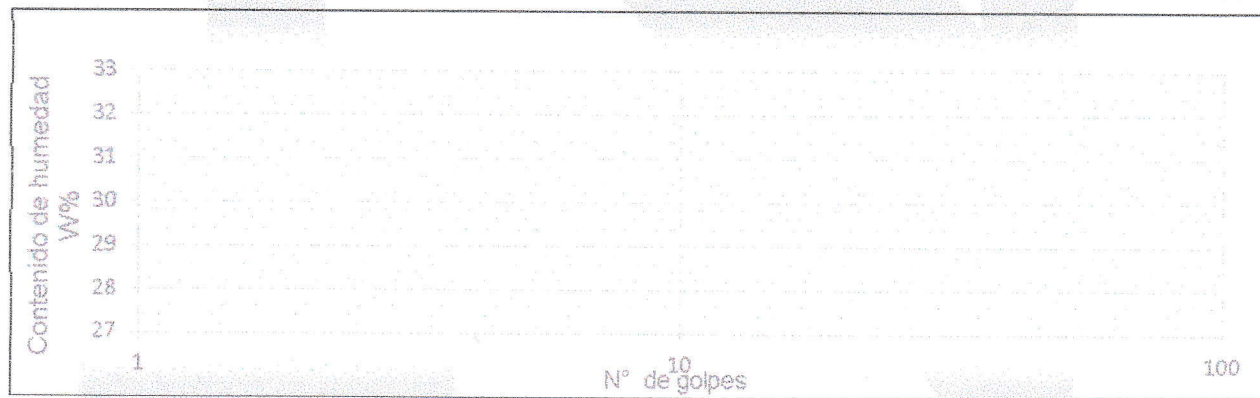
CALICATA:	C7	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16		REVISADO POR:		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T30	T9	T24		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	51.40	44.10	60.10		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	42.10	35.90	42.10		
D	Peso de Recipiente	gr	27.80	26.70	26.40		
E	Peso del Agua	gr	9.30	8.20	8.00		
F	Peso Suelo Seco	gr	14.80	9.20	15.40		
G	Número de Golpes	N	16.00	27.00	36.00		
H	Contenido de Humedad	%	62.84	89.13	61.95		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	Ta4	Tas			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	29.80	30.60			
C	Suelo Seco + Tara	gr	28.90	29.40			
D	Peso de Tara	gr	27.10	27.70			
E	Peso del Agua	gr	0.90	1.20			
F	Peso Suelo Seco	gr	1.80	1.70			
G	Contenido de Humedad	%	60.00	40.59			
H	Promedio Limite Plástico		60.29				



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Guzzo Minchan	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C7	ESTRATO:	E2	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16		REVISADO POR:		

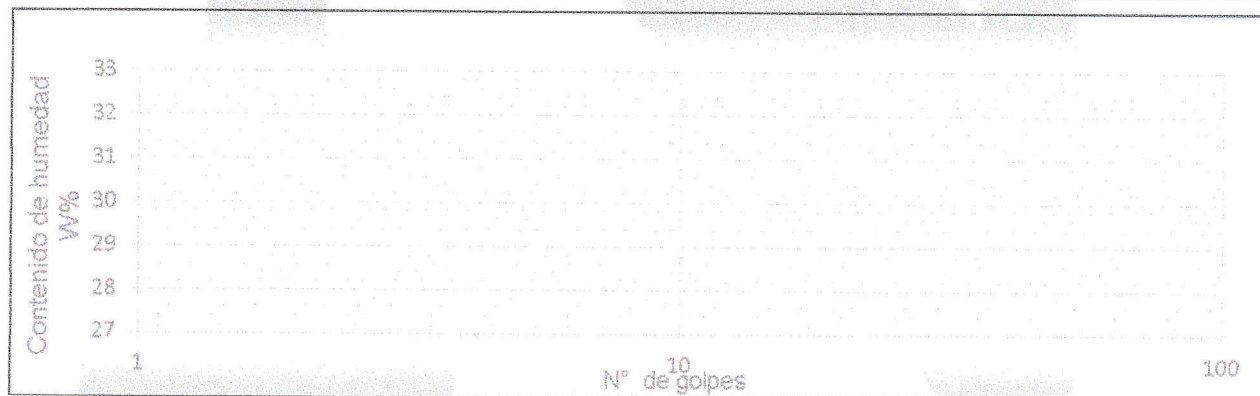
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T30	T9	T24		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	52.20	51.20	48.80		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	48.20	47.40	45.30		
D	Peso de Recipiente	gr	28.10	26.70	24.20		
E	Peso del Agua	gr	4.0	3.80	3.60		
F	Peso Suelo Seco	gr	20.10	20.70	18.10		
G	Número de Golpes	N	10.00	22.00	26.00		
H	Contenido de Humedad	%	19.40	18.36	19.34		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

NP

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°					
B	Suelo Húmedo + Tara	gr					
C	Suelo Seco + Tara	gr					
D	Peso de Tara	gr					
E	Peso del Agua	gr					
F	Peso Suelo Seco	gr					
G	Contenido de Humedad	%					
H	Promedio Límite Plástico						



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Guzmán Minchan	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

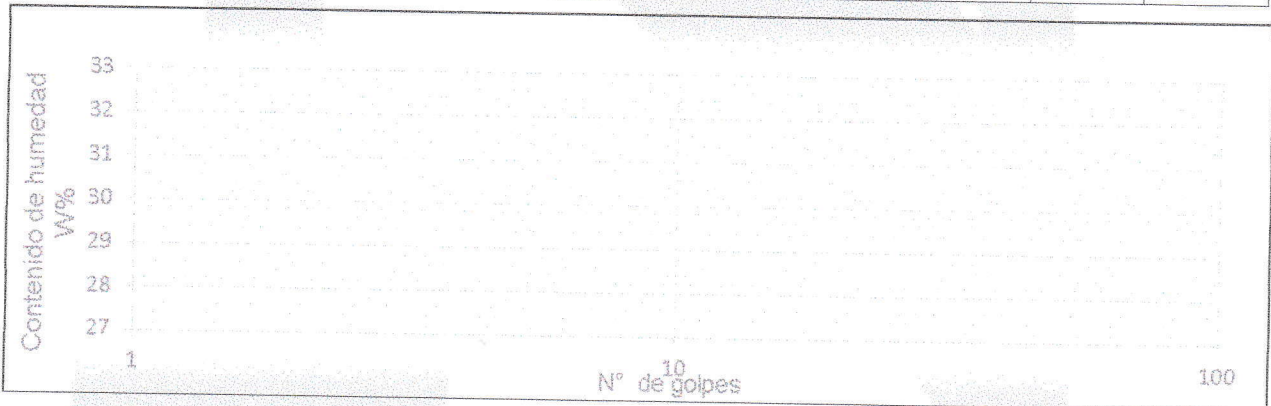
CALICATA:	CB	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	29/10/16		REVISADO POR:		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	C1 LL1	C2 LL2	C1 LL3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	50.30	58.70	61.70		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	48.20	48.40	51.60		
D	Peso de Recipiente	gr	27.60	26.60	27.70		
E	Peso del Agua	gr	7.10	10.30	10.10		
F	Peso Suelo Seco	gr	16.60	21.80	23.90		
G	Número de Golpes	N	15.00	18.00	29.00		
H	Contenido de Humedad	%	45.61	47.26	42.26		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	C1 LP1	C1 LP2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	32.80	30.50			
C	Suelo Seco + Tara	gr	31.20	29.10			
D	Peso de Tara	gr	25.00	24.60			
E	Peso del Agua	gr	1.60	1.40			
F	Peso Suelo Seco	gr	6.20	4.60			
G	Contenido de Humedad	%	25.81	30.43			
H	Promedio Limite Plástico			28			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzeo Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	LP-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

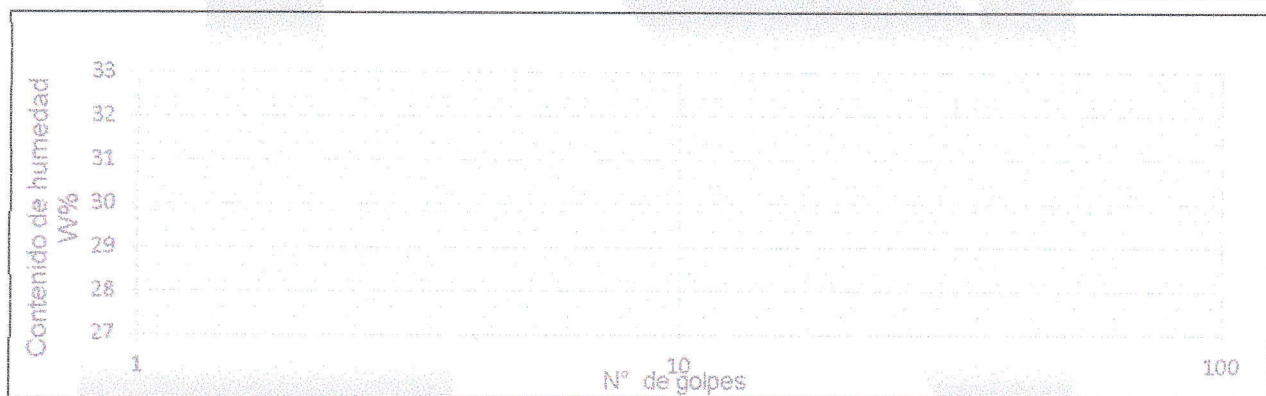
CALICATA:	C9	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	10/10/16		REVISADO POR:		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T1	T2	T21		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	50.70	55.70	59.50		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	45.00	48.80	52.40		
D	Peso de Recipiente	gr	27.10	24.40	24.20		
E	Peso del Agua	gr	5.40	6.90	7.10		
F	Peso Suelo Seco	gr	14.40	21.10	25.20		
G	Número de Golpes	N	14.00	15.00	30.00		
H	Contenido de Humedad	%	31.84	32.70	28.17		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T23	T31			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	31.20	30.50			
C	Suelo Seco + Tara	gr	30.50	29.9			
D	Peso de Tara	gr	27.60	24.40			
E	Peso del Agua	gr	0.40	0.60			
F	Peso Suelo Seco	gr	2.90	2.20			
G	Contenido de Humedad	%	24.14	27.27			
H	Promedio Límite Plástico			26			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16	FECHA: 20/10/16



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

ENSAYO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

NORMA:

ASTM D421

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Material:

Muestra seca aproximadamente 200 gr. Si es material arcillo limoso 500 gr. Si es material granular que contiene finos.

Equipo:

- Juego de tamices.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Taras.

Procedimiento:

- Secar la muestra
- Pesarla muestra seca (W_s)
- Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo de material.
- Tamizar la muestra por la malla N°200 mediante chorro de agua
- La muestra retenida en la malla N°200 se retira en un recipiente y se deja secar.
- Pasar la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador.
- Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP)

$$\%RP = \frac{PRP}{W_t} * 100$$

- Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP, es decir

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3, \text{ euc.}$$

- Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\%rve \text{ qata} = 100\% - \%R. A.$$

- Dibujar la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registrará la abertura de las mallas en milímetros, y en el eje de las ordenadas se registrará los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan.



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

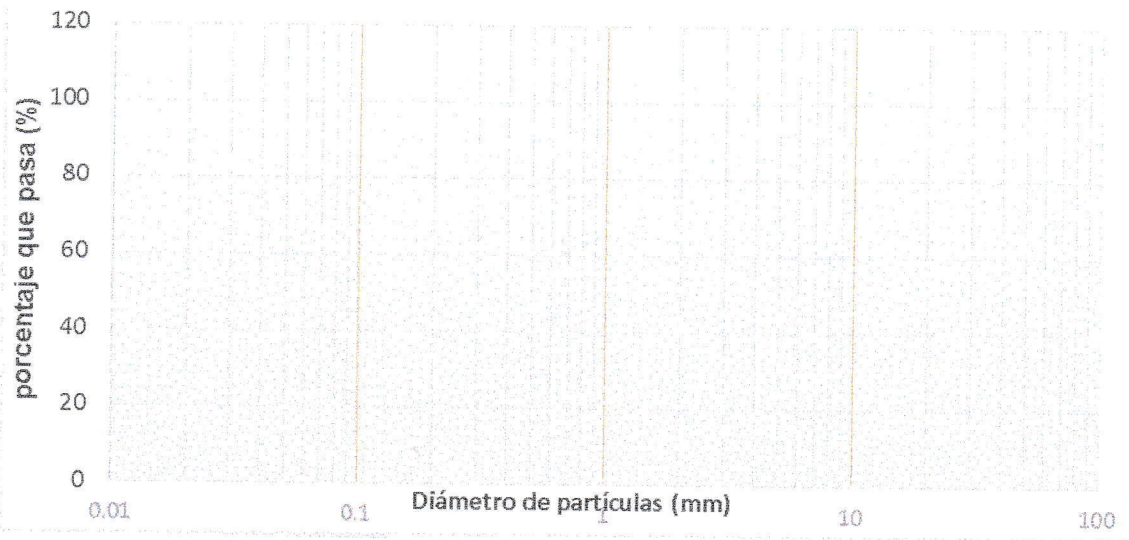
CALICATA:	C 1	ESTRATO:	E 1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	14/10/16		REVISADO POR:		

Peso muestra seca lavada 94.90 gr
 Peso de muestra seca; Ws 500 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	9.60	1.92	1.92	98.08
Nº10	2	29.00	5.80	7.72	92.28
Nº20	0,84	24.80	4.96	12.68	87.32
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	13.40	2.68	15.36	84.64
Nº60	0,25	5.50	1.10	16.46	83.54
Nº100	0,15	4.20	0.84	17.30	82.70
Nº200	0,074	4.90	1.58	18.88	81.12
Perdida	Lavado	405.60	81.12	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D421	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

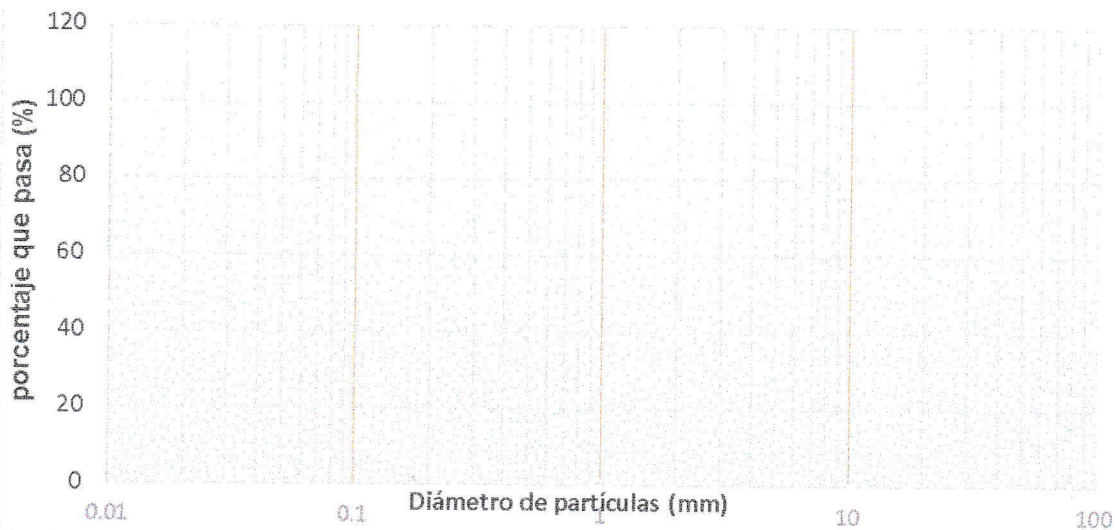
CALICATA:	C 2	ESTRATO:	E 2	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	17/10/16		REVISADO POR:		

Peso de muestra Seca lavado	176.50
Peso de muestra seca; Ws	500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
N° 4	4,76	2.30	0.46	0.46	99.54
N°10	2	4.30	0.86	1.32	98.68
N°20	0,84	4.30	1.46	2.78	97.22
N°30	0,59	-	-	-	-
N°40	0,42	31.0	6.20	8.98	91.02
N°60	0,25	50.90	10.18	19.16	80.84
N°100	0,15	53.80	10.76	29.92	70.08
N°200	0,074	25.20	5.04	34.96	65.04
Perdida	Lavado	325.20	65.04	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

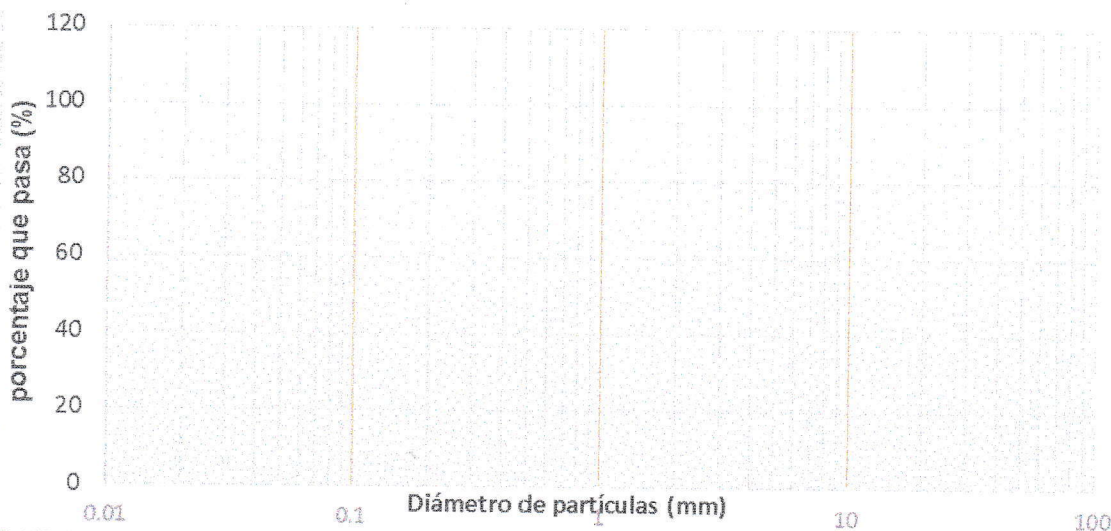
CALICATA:	C 3	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	16/10/16	REVISADO POR:			

Peso de muestra Seca lavado 132.20 gr
 Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	10.70	2.14	2.14	97.86
Nº10	2	17.50	3.50	5.64	94.36
Nº20	0,84	13.80	2.76	8.40	91.60
Nº30	0,59	—	—	—	—
Nº40	0,42	17.00	3.40	11.80	88.20
Nº60	0,25	22.10	4.42	16.22	83.78
Nº100	0,15	32.80	6.56	22.78	77.22
Nº200	0,074	15.60	3.12	25.90	74.10
Perdida	Lavado	370.50	74.10	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchan	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D421	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

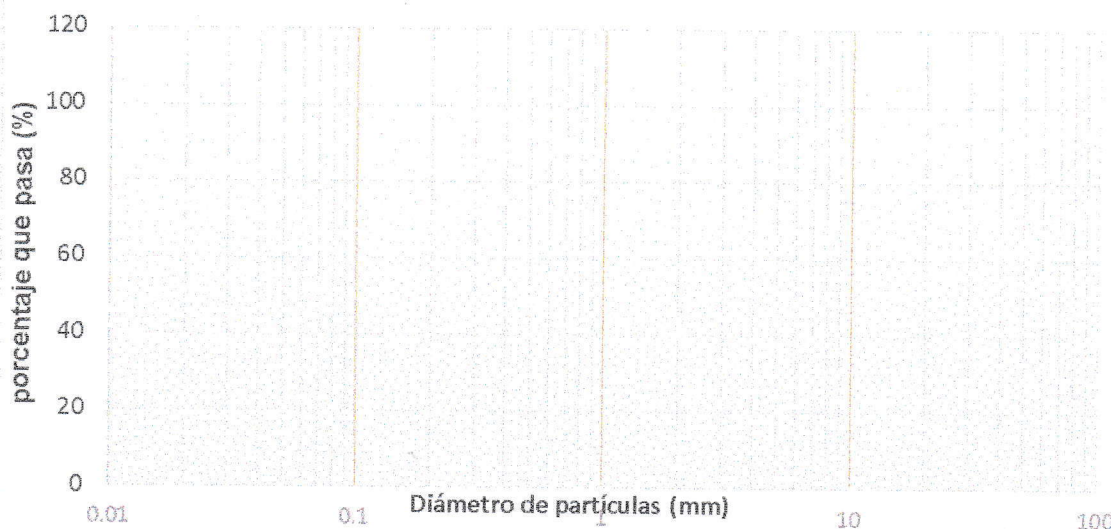
CALICATA:	C3	ESTRATO:	E2	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	18/10/16	REVISADO POR:			

Peso de muestra Seca lavada 177.99 gr
 Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	23.97	4.79	4.79	95.21
Nº10	2	34.59	6.92	11.71	88.29
Nº20	0,84	17.90	3.58	15.29	84.71
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	13.82	2.76	18.06	81.94
Nº60	0,25	12.47	2.49	20.55	79.45
Nº100	0,15	4.82	0.96	21.51	78.49
Nº200	0,074	0.36	0.07	21.59	78.41
Perdida	Lavado	392.07	78.41	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

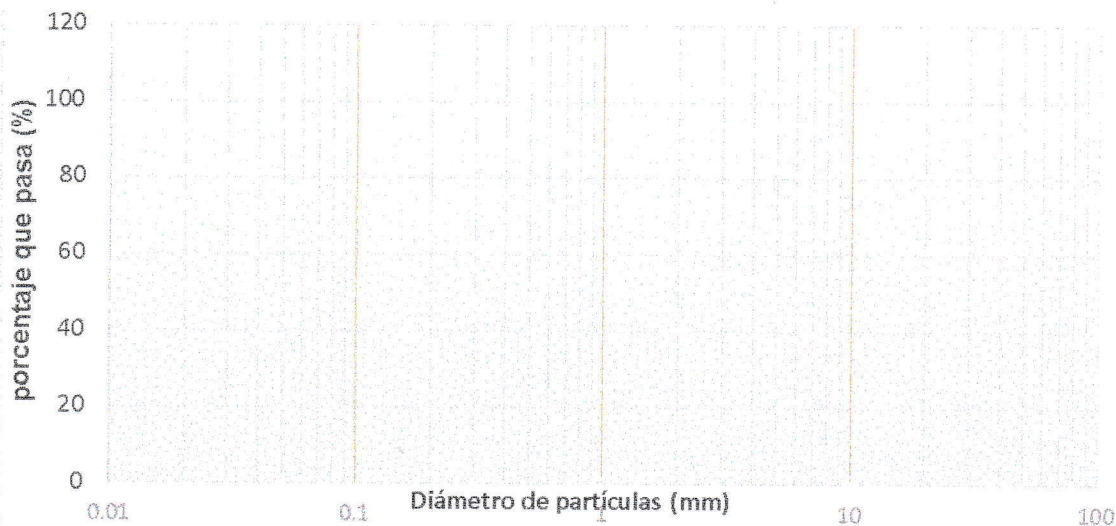
CALICATA:	C3	ESTRATO:	E3	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	18/10/16		REVISADO POR:		

Peso de muestra Seca lavado 84.40 gr
 Peso de muestra seca, Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	11.00	2.20	2.20	94.80
Nº10	2	14.20	3.44	5.64	94.36
Nº20	0,84	13.20	2.64	8.28	91.72
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	10.40	2.08	10.36	89.64
Nº60	0,25	9.20	1.84	12.20	87.80
Nº100	0,15	13.60	2.72	14.92	85.08
Nº200	0,074	9.00	1.80	16.72	83.28
Perdida	Lavado	416.40	83.28	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Vinchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

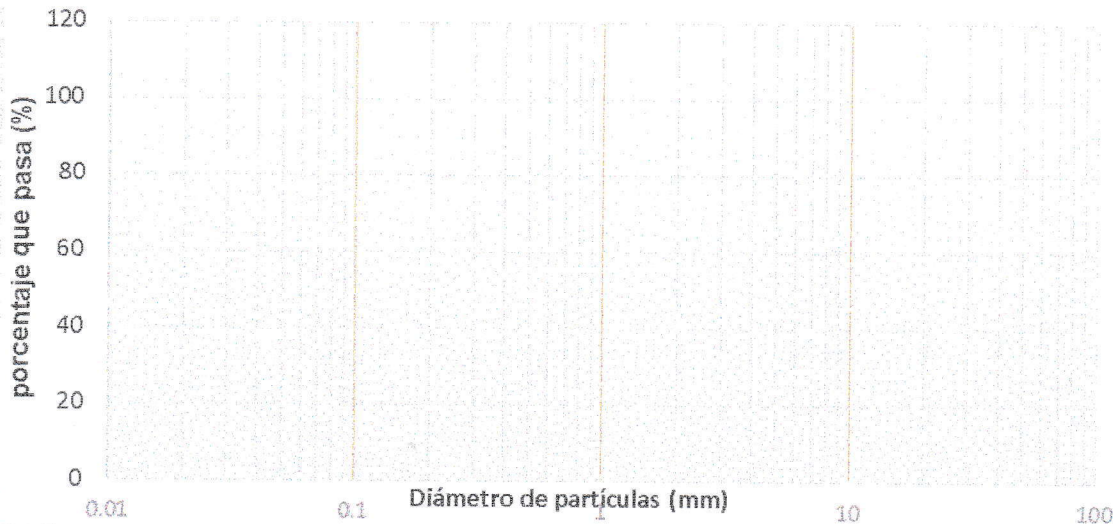
CALICATA:	C4	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	10/10/16	REVISADO POR:			

Peso de muestra Seca lavado 360.55
 Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	201.39	40.28	40.28	59.72
Nº10	2	65.23	13.05	53.32	46.68
Nº20	0,84	31.60	6.32	59.64	40.36
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	28.95	5.79	65.43	34.57
Nº60	0,25	21.35	4.27	69.70	30.30
Nº100	0,15	4.55	0.91	70.61	29.39
Nº200	0,074	0.25	0.05	70.66	29.34
Perdida	Lavado	146.68	29.34	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D421	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C5	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	18/10/16		REVISADO POR:		

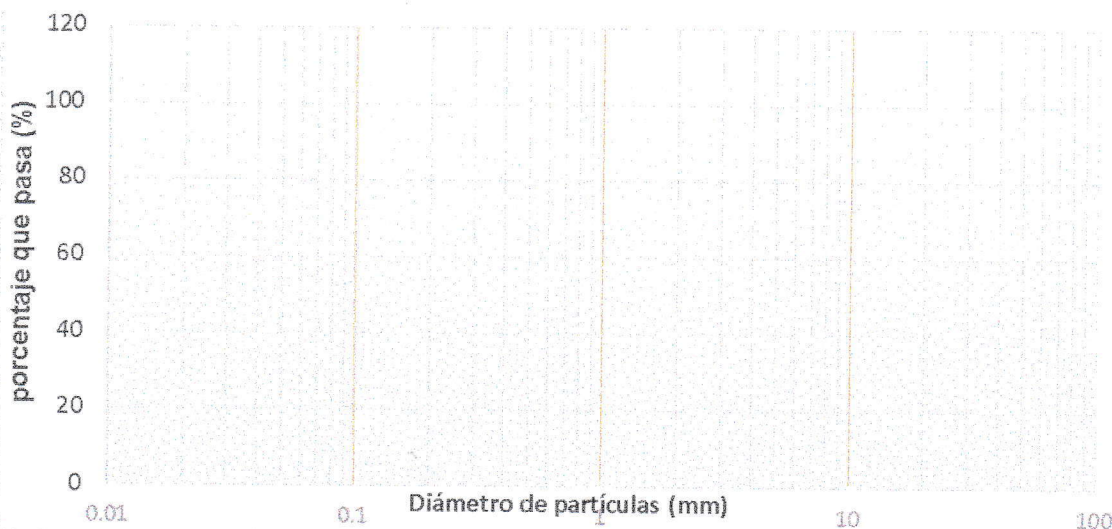
Peso de muestra seca lavada 234.12 gr

Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	56.99	11.40	11.40	88.60
Nº10	2	23.74	4.75	16.15	83.85
Nº20	0,84	20.62	4.16	20.31	79.69
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	54.99	11.00	31.31	68.69
Nº60	0,25	58.35	11.67	42.98	57.02
Nº100	0,15	14.92	2.98	45.96	54.04
Nº200	0,074	1.42	0.28	46.25	53.75
Perdida	Lavado	268.77	53.75	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA



PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D421	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

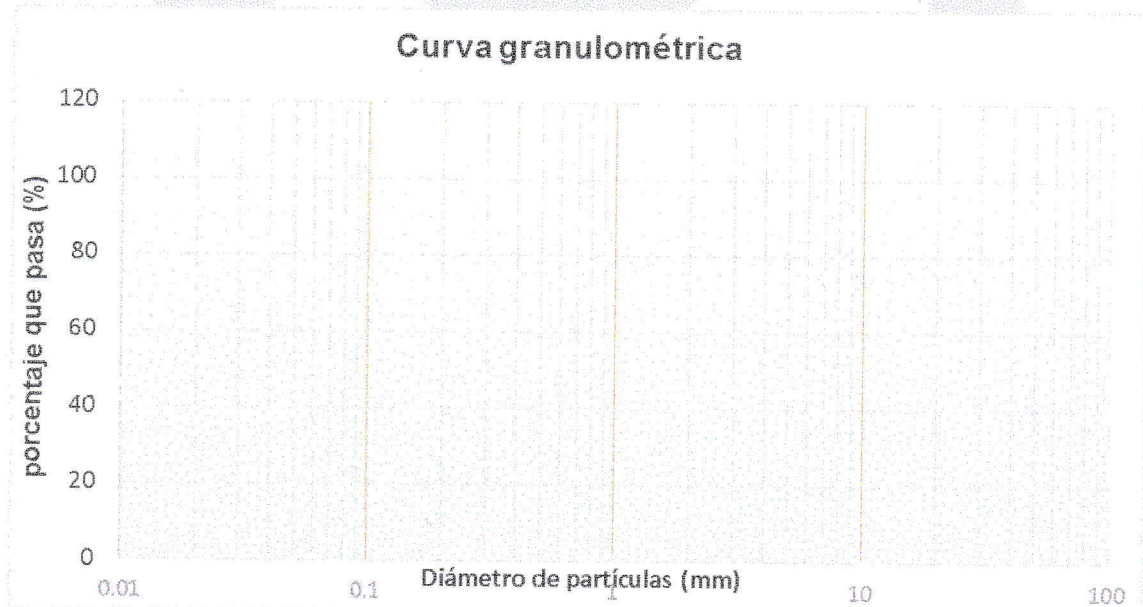
CALICATA:	C6	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/01/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	05/11/16	REVISADO POR:			

Peso de muestra seca lavada	230.60	gr
Peso de muestra seca; Ws	300.00	gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	6.40	1.28	1.28	98.72
Nº10	2	20.40	4.08	5.36	94.64
Nº20	0,84	20.40	4.14	9.50	90.50
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	41.00	8.20	17.70	82.30
Nº60	0,25	72.70	14.54	32.24	67.76
Nº100	0,15	57.60	11.52	43.76	56.24
Nº200	0,074	9.30	1.86	45.62	54.38
Perdida	Lavado	271.90	54.38	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

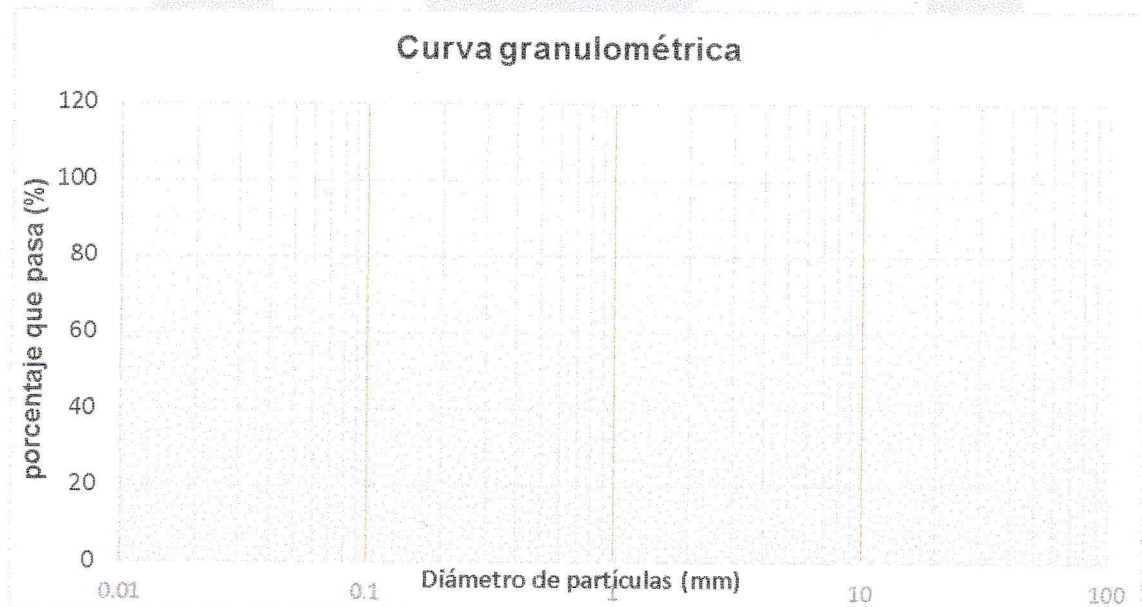
PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C4	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	05/11/16	REVISADO POR:			

Peso de muestra seca lavado	11.04	gr
Peso de muestra seca; Ws	500.00	gr

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	4.34	0.87	0.87	99.13
Nº10	2	2.46	0.49	1.36	98.64
Nº20	0,84	1.66	0.33	1.69	98.31
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	1.54	0.31	2.00	98.00
Nº60	0,25	0.77	0.15	2.15	97.85
Nº100	0,15	0.16	0.03	2.19	97.81
Nº200	0,074	0.02	0.00	2.19	97.81
Perdida	Lavado	489.05	97.81	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

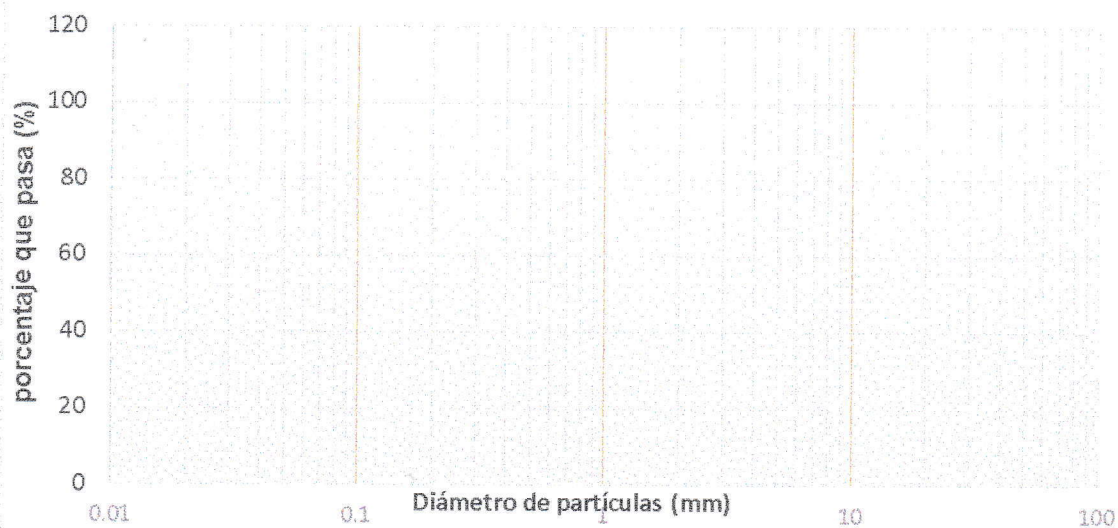
CALICATA:	C4	ESTRATO:	E2	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	09/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	05/11/16	REVISADO POR:			

Peso muestra seca lavado 49.01 gr
 Peso de muestra seca; Ws 500.00 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	6.48	1.30	1.30	98.70
Nº10	2	6.57	1.31	2.61	97.39
Nº20	0,84	6.71	1.34	3.95	96.05
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	16.01	3.20	7.15	92.85
Nº60	0,25	11.69	2.34	9.49	90.51
Nº100	0,15	1.36	0.27	9.76	90.24
Nº200	0,074	0.06	0.01	9.78	90.22
Perdida	Lavado	451.12	90.22	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	ASTM D421	AGTL-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

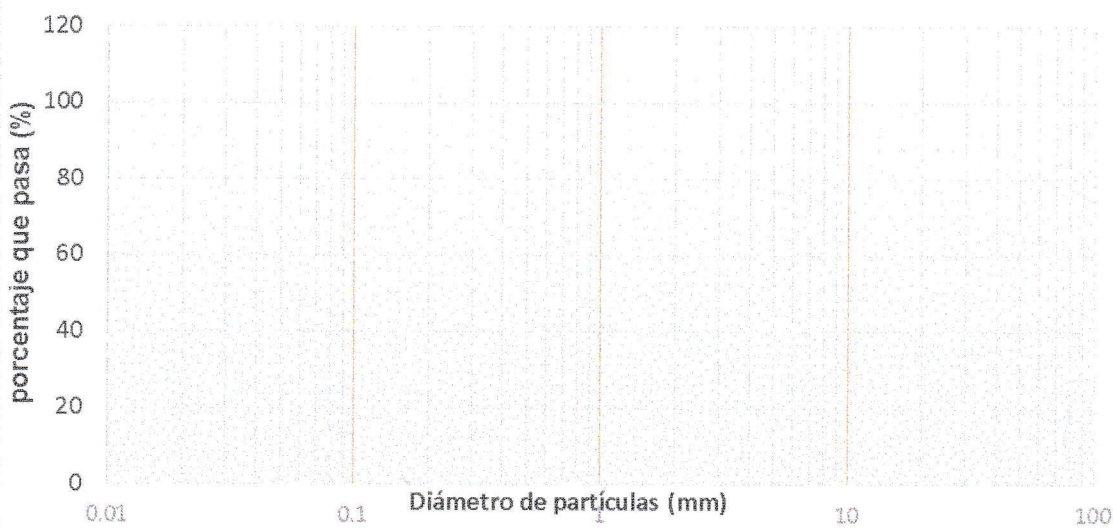
CALICATA:	CB	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	04/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	05/11/16		REVISADO POR:		

Peso de muestra Secca lavada	21.03	gr
Peso de muestra seca; Ws	500.00	gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	1.72	0.34	0.34	99.66
Nº10	2	1.82	0.36	0.71	99.29
Nº20	0,84	2.03	0.41	1.11	98.89
Nº30	0,59	-	-	-	-
Nº40	0,42	3.05	1.01	2.12	97.88
Nº60	0,25	4.87	1.57	3.70	96.30
Nº100	0,15	2.34	0.47	4.17	95.83
Nº200	0,074	0.07	0.01	4.19	95.81
Perdida	Lavado	479.04	95.81	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC:
NORMA:	ASTM D421	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

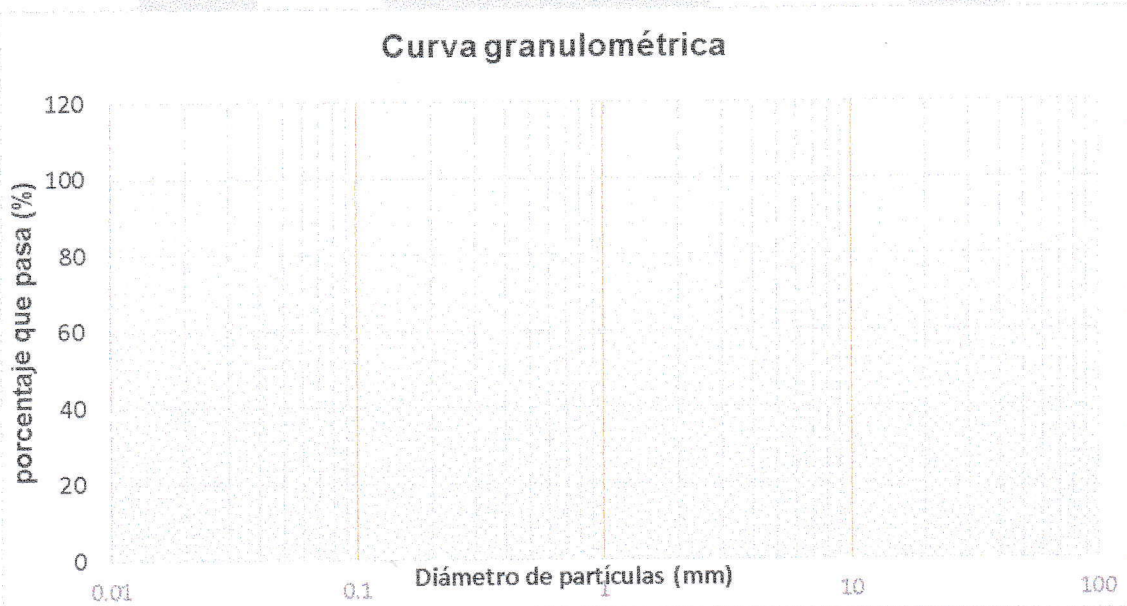
CALICATA:	C9	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	LA PACCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	06/11/16	REVISADO POR:			

Peso de muestra seco lavado	44.00	gr
Peso de muestra seca; Ws	500.00	gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	2.26	0.45	0.45	99.55
Nº10	2	2.53	0.51	0.96	99.04
Nº20	0,84	5.52	1.10	2.06	97.94
Nº30	0,59	—	—	—	—
Nº40	0,42	14.49	3.56	5.62	94.38
Nº60	0,25	12.31	2.46	8.08	91.92
Nº100	0,15	2.92	0.58	8.67	91.33
Nº200	0,074	0.12	0.02	8.69	91.31
Perdida	Lavado	46.55	9.31	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Victor Guzek Mirchan	NOMBRE: Ing Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

GUÍA DE ENSAYO

ENSAYO:

COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

NORMA:

MTC 115 / ASTM D1557

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Material:

- Muestra alterada seca.
- Papel filtro.

Equipo:

- Equipo proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión).
- Pisón proctor modificado
- Balanza con aproximación de 0.01 gr
- Estufa con control de temperatura
- Probeta de 1000 ml
- Recipiente de 6 kg, de capacidad
- Espátula
- Recipientes identificados

Procedimiento:

- Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo a utilizar (método A, B o C).
- Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en ¼ % entre ellas.
- Ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.
- Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda (D_h).
- Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada (W %), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.
- Determinar las densidades secas de cada muestra compactada (D_s).

$$D_s = \frac{D_h}{\left(1 + \frac{w\%}{100}\right)}$$

- Dibujar la curva de compactación en escala natural, el dato del contenido de humedad se registra en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.
- Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE SUELOS – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

GUÍA DE ENSAYO

ENSAYO:

COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

NORMA:

MTC 115 / ASTM D1557

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

ID	DESCRIPCIÓN	UND	PROCTOR MODIFICADO		
			A	B	C
1	MÉTODO				
2	CONDICIONES PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO		% Ret. Acum. N°4 $\leq 20\%$	% Ret. Acum. 3/8" $\leq 20\%$ % Ret. Acum. N°4 $\geq 20\%$	% Ret. Acum. 3/4" $\leq 30\%$ % Ret. Acum. 3/8" $\geq 20\%$
3	Tipo de material utilizado		Pasante malla N°4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	N° DE CAPAS	n	5	5	5
5	N° DE GOLPES	N	25	25	56
6	DIÁMETRO DE MOLDE	cm	10.16 \pm 0.04	10.16 \pm 0.04	15.24 \pm 0.07
7	ALTURA DEL MOLDE	cm	11.64 \pm 0.05	11.64 \pm 0.05	11.64 \pm 0.05
8	VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	944 \pm 0.15	944 \pm 0.15	2124 \pm 0.25
9	PESO DEL MARTILLO	kg	4.54 \pm 0.01	4.54 \pm 0.01	4.54 \pm 0.01
10	ALTURA CAÍDA DEL MARTILLO	cm	45.72 \pm 0.16	45.72 \pm 0.16	45.72 \pm 0.16
11	DIÁMETRO DEL MARTILLO	cm	5.08 \pm 0.025	5.08 \pm 0.025	5.08 \pm 0.025
12	ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	Kg/cm	27.485	27.485	27.485



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

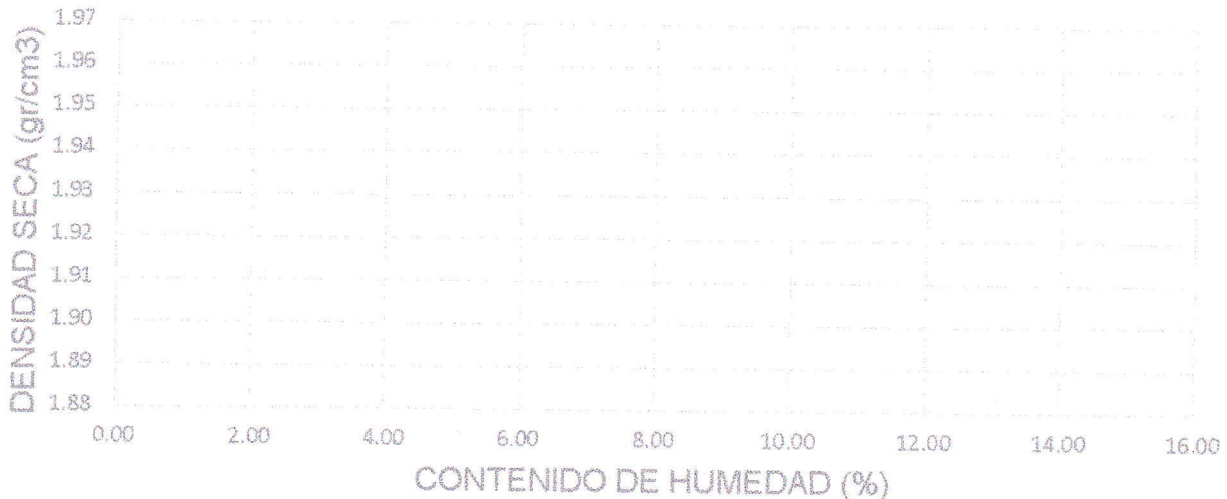
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C1	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	05/11/16		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6055.0	6175.0	6230.0	6230.0	6230.0	6230.0	6230.0	6230.0
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1855.0	1975.0	2030.0	2030.0	2030.0	2030.0	2030.0	2030.0
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.94	2.07	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	26.3	27.8	27.3	28.20	29.0	27.1	27.7	27.5
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	169.9	175.8	239.5	158.5	167.5	200.6	157.7	195.2
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	163.4	140.1	229.5	179.2	175.3	167.9	140.5	177.9
K	Peso del Agua	gr	6.50	3.70	10.00	9.30	12.20	12.70	17.20	27.30
L	Peso Muestra seca	gr	137.1	112.3	202.2	121.0	146.3	160.8	112.8	150.4
M	Contenido de Humedad W%	%	4.74	3.08	4.95	7.69	8.34	7.90	15.25	11.50
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	4.91		6.32		8.12		13.38	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.85		1.94		1.96		1.92	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

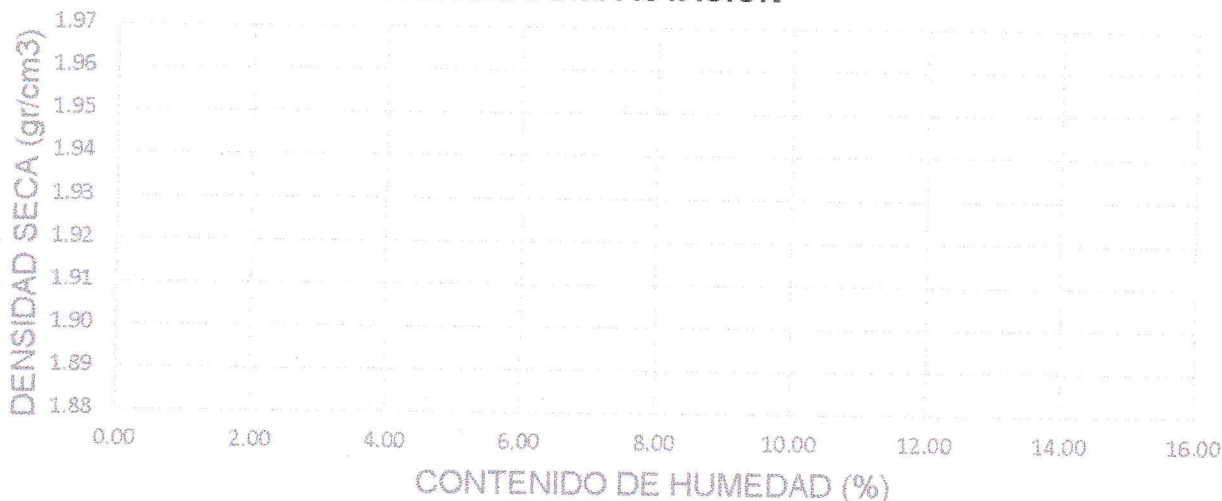
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C2	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	05/11/16		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	3924.0		6136.0		6224.0		6207.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1724.0		1936.0		2024.0		2007.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.80		2.03		2.12		2.10	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.10	27.3	27.1	28.1	28.1	27.3	27.6	28.4
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	146.0	186.1	172.1	187.7	152.9	157.2	144.0	154.3
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	136.2	172.9	157.0	170.6	138.3	142.7	128.3	137.50
K	Peso del Agua	gr	9.80	13.2	15.10	17.1	14.6	14.5	15.80	16.80
L	Peso Muestra seca	gr	109.1	145.6	129.9	142.5	110.2	110.4	100.7	109.1
M	Contenido de Humedad W%	%	8.98	9.07	11.62	12.00	13.26	12.56	15.69	15.40
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	9.02		11.81		12.91		13.54	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.65		1.81		1.88		1.82	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

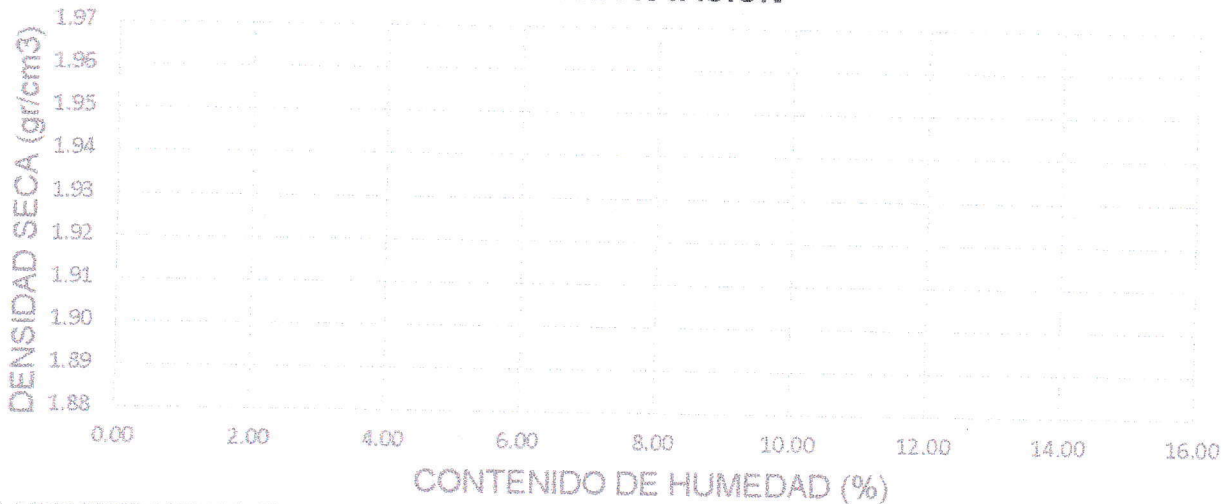
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C3	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	06/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	05/11/16	REVISADO POR:			

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5909.0		5933.0		5994.0		6003.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1709.0		1733.0		1794.0		1802.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.79		1.83		1.88		1.88	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.1	27.3	27.8	27.9	27.7	27.1	28.6	28.90
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	178.5	180.10	188.2	212.6	206.2	141.3	163.0	188.2
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	151.9	160.2	182.2	184.4	180.1	149.7	141.9	146.9
K	Peso del Agua	gr	18.60	19.90	20.00	25.20	26.10	21.60	21.10	21.30
L	Peso Muestra seca	gr	124.8	132.9	120.4	159.5	152.4	122.60	113.3	118.0
M	Contenido de Humedad W%	%	14.9	14.97	16.61	15.80	17.13	17.62	18.62	18.05
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	14.94		16.2		17.37		18.34	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.56		1.58		1.60		1.59	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

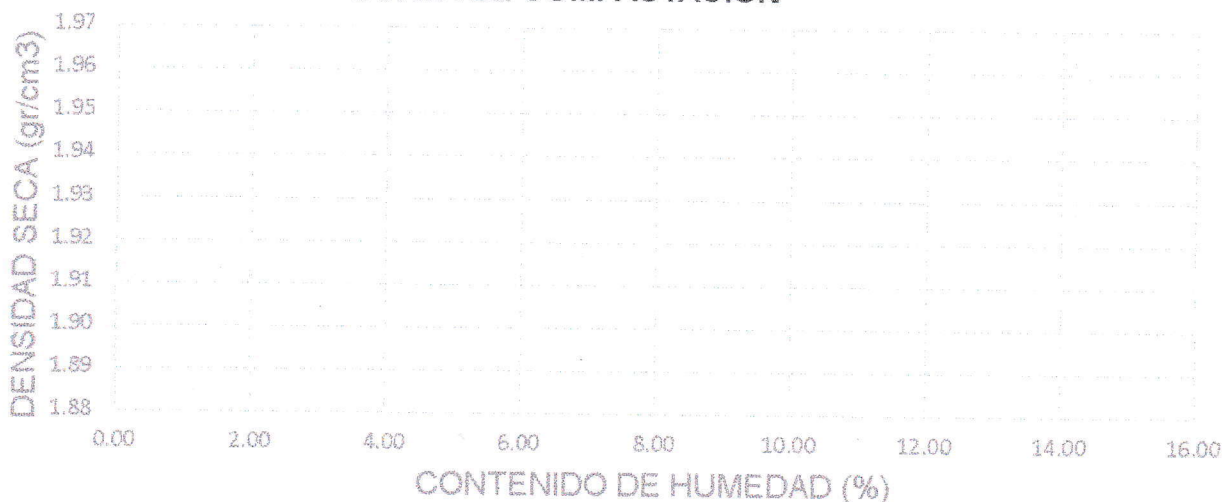
ENSAYO:	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C ₄	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	06/11/16		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.00		4200.00		4200.00		4200.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6122.0		6220.0		6390.0		6255.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1922.0		2020.0		2190.0		2055.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	2.01		2.11		2.29		2.15	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	24.6	27.4	28.1	28.2	27.1	27.9	26.8	27.2
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	204.3	243.5	212.3	215.3	208.2	221.00	232.6	229.1
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	200.4	239.0	205.6	207.6	197.10	209.7	216.9	212.3
K	Peso del Agua	gr	3.90	4.50	6.70	7.70	11.10	11.30	15.90	16.80
L	Peso Muestra seca	gr	172.6	21.6	177.5	179.4	170.0	181.8	190.1	185.1
M	Contenido de Humedad W%	%	2.26	2.13	3.77	4.29	6.53	6.22	8.26	9.08
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	2.19		4.03		6.37		8.72	
O	Densidad Seca Máxima; D _s	gr/cm ³	1.97		2.03		2.15		1.98	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

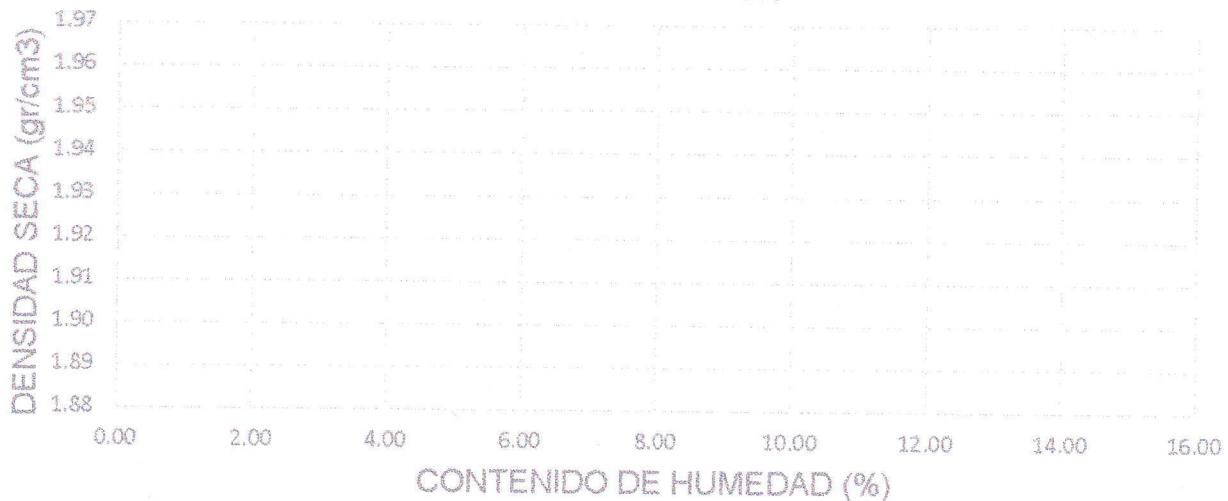
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C6	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	12/11/16		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6009.0		6157.0		6264.0		6281.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1809.0		1957.0		2064.0		2097.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.89		2.04		2.15		2.17	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.12	27.10	27.12	27.10	26.7	27.10	27.40	27.20
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	190.5	201.8	176.5	200.5	146.3	158.9	174.0	172.1
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	161.5	190.5	166.8	189.2	136.5	148.60	159.4	158.0
K	Peso del Agua	gr	9.0	11.30	9.70	11.3	9.80	10.30	14.60	14.10
L	Peso Muestra seca	gr	154.38	163.40	139.68	162.10	109.8	121.5	132.0	130.50
M	Contenido de Humedad W%	%	3.83	6.92	6.94	6.97	8.93	8.48	11.06	10.78
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	6.37		6.96		8.70		10.92	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.48		1.91		1.98		1.96	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez Cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

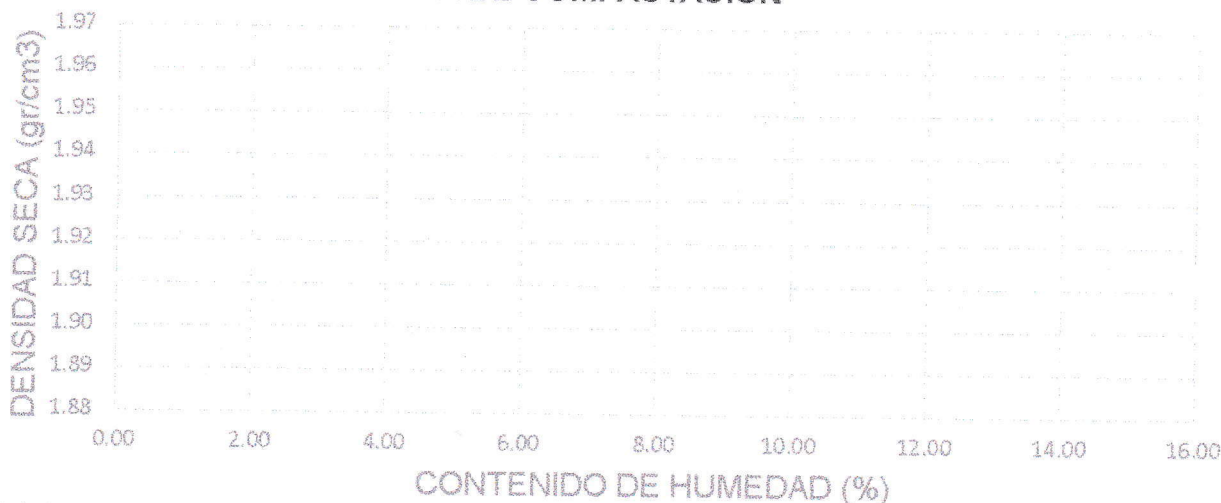
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C5	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	06/11/16		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5980.0		6049.0		6372.0		6294.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1780.0		1894.0		2172.0		2094.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.86		1.98		2.27		2.19	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	28.1	28.2	27.1	27.7	28.9	28.6	42.0	40.1
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	200.0	220.5	228.1	223.3	233.8	219.80	180.0	197.9
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	193.5	214.5	219.6	215.0	206.0	213.5	168.5	180.5
K	Peso del Agua	gr	6.50	6.0	8.5	8.3	27.8	6.30	11.5	17.4
L	Peso Muestra seca	gr	165.4	186.3	192.5	187.3	177.10	184.90	96.50	100.4
M	Contenido de Humedad W%	%	3.93	3.22	4.42	4.43	15.70	3.11	11.92	17.32
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	3.58		4.42		9.55		14.62	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.80		1.90		2.07		1.91	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

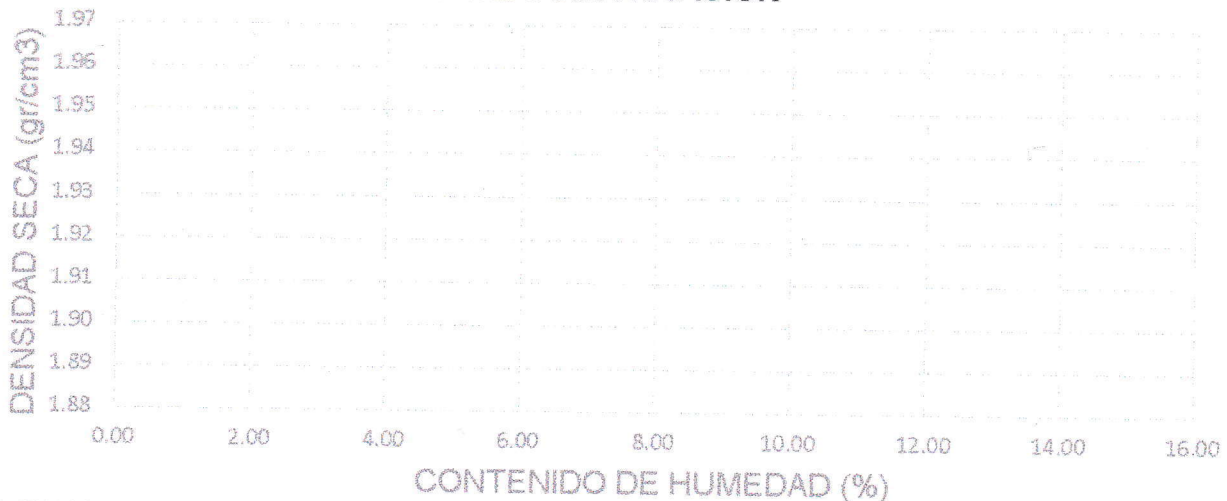
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C7	ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16	RESPONSABLE:			
FECHA DE ENSAYO:	12/11/16	REVISADO POR:			

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5992.0		5992.0		6220.0		6200.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1592.0		1792.0		2028.0		2000.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.67		1.67		2.21		2.09	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	21.50	24.30	28.10	27.5	29.0	27.2	27.5	27.8
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	202.60	177.0	190.7	177.0	167.6	177.0	173.3	148.9
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	196.7	170.9	183.5	168.5	155.8	165.7	158.5	135.8
K	Peso del Agua	gr	5.90	6.10	7.20	8.50	11.00	11.30	14.80	13.10
L	Peso Muestra seca	gr	169.2	143.6	154	141.0	126.8	138.5	131.0	108.0
M	Contenido de Humedad W%	%	3.49	4.25	4.63	6.03	9.31	8.16	11.30	12.13
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	3.87		5.33		8.73		11.41	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.60		1.78		1.95		1.87	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

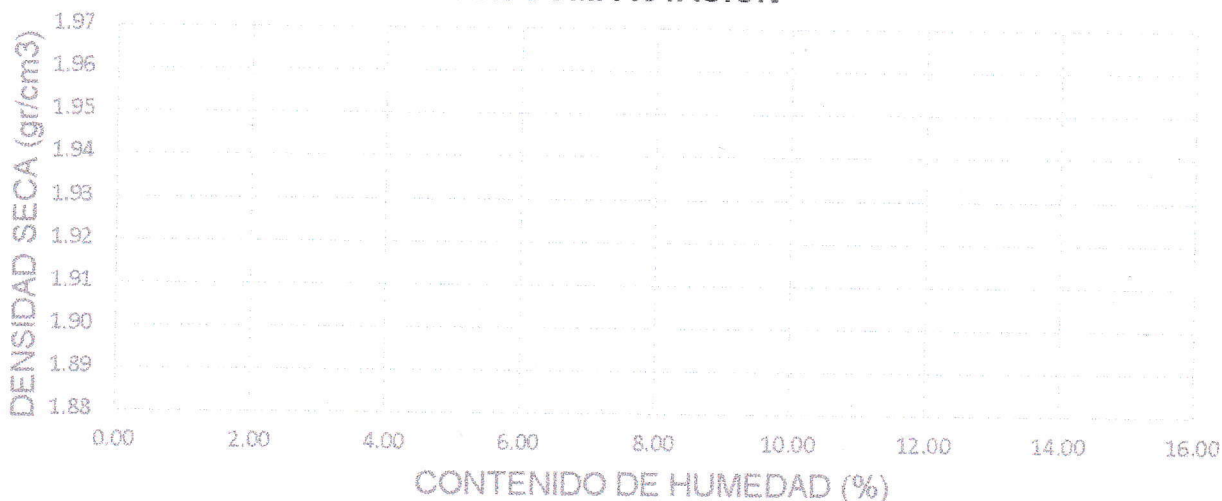
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	CPM-LS-UPNC:
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	CB	ESTRATO:	E1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	12/11/16		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5931.0		6014.0		6100.0		6062.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1731.0		1814.0		1900.0		1862.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.83		1.90		1.99		1.95	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	24.3	27.5	26.5	27.2	26.8	27.8	27.2	27.6
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	209.3	195.5	191.0	199.7	187.7	176.8	164.0	144.5
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	190.6	177.4	172.10	180.2	160.3	168.7	143.3	126.70
K	Peso del Agua	gr	18.70	17.60	18.90	19.50	27.40	10.10	20.70	17.80
L	Peso Muestra seca	gr	163.3	150.4	145.6	153.0	133.5	140.9	116.1	99.10
M	Contenido de Humedad W%	%	11.45	11.70	12.98	12.73	20.52	7.17	17.83	17.96
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	11.58		12.86		13.85		14.90	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.64		1.68		1.75		1.65	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

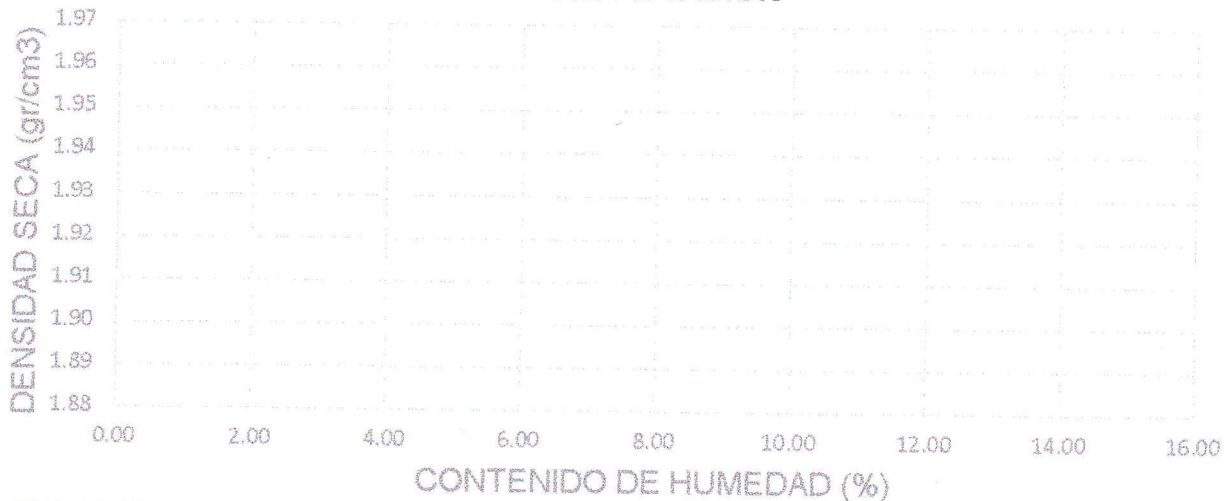
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE ÓPTIMA ZONA PARA EL CRECIMIENTO URBANO DEL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.	

CALICATA:	C _g	ESTRATO:	E ₁	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	La Paccha		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	07/10/16		RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	13/11/16		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

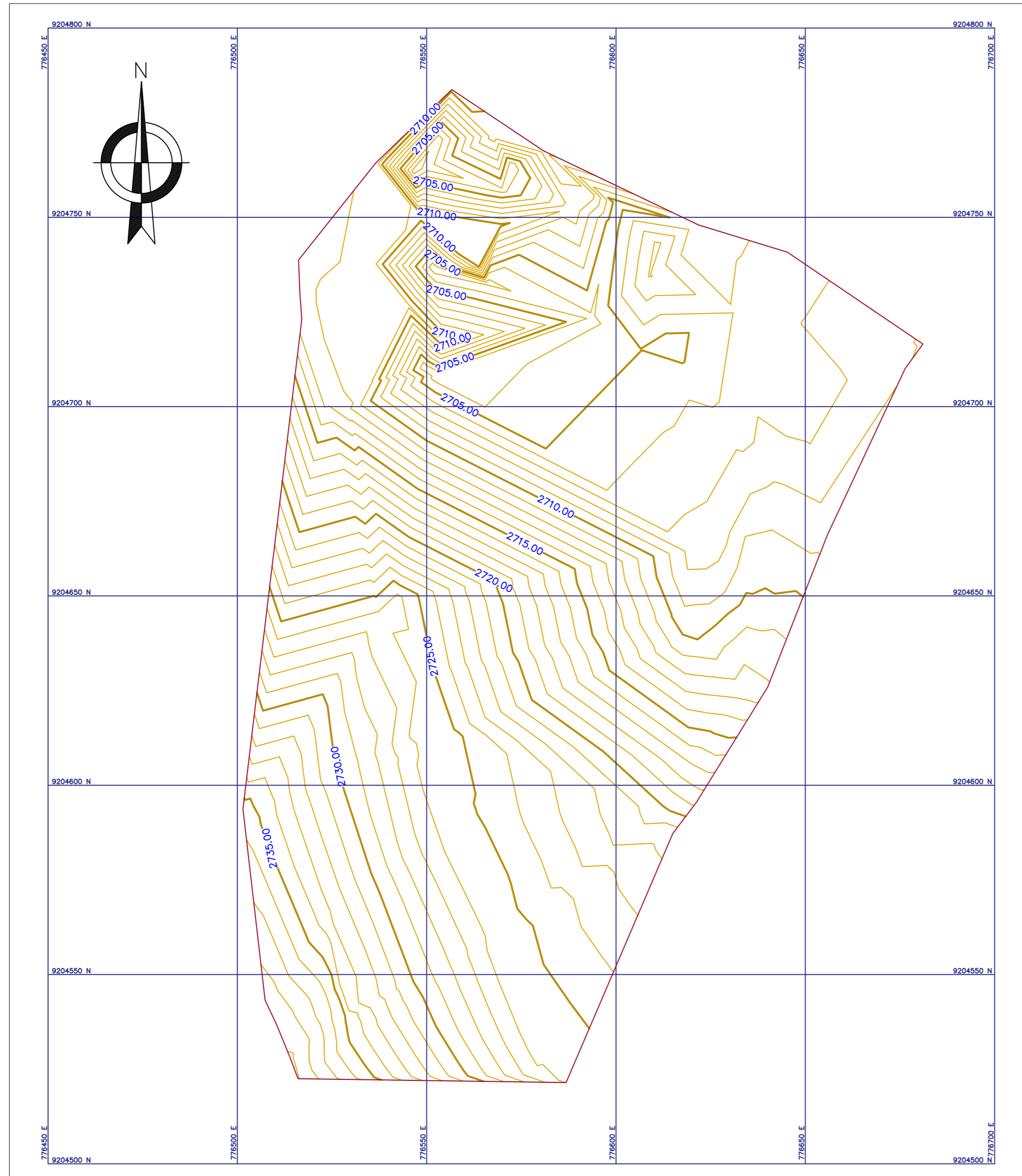
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4200.0		4200.0		4200.0		4200.0	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5867.0		5964.0		6175.0		6180.0	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1667.0		1764.0		1975.0		1980.0	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	956.04		956.04		956.04		956.04	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.74		1.85		2.07		2.07	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.20	27.60	27.10	27.90	27.10	26.90	28.10	27.10
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	195.20	225.20	197.8	193.5	153.8	177.1	153.7	161.1
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	198.50	220.7	179.9	179.8	138.9	157.5	136.7	143.7
K	Peso del Agua	gr	7.0	14.50	17.90	13.70	14.90	19.60	17.60	17.40
L	Peso Muestra seca	gr	161.20	193.10	152.8	151.9	111.8	130.6	108.0	116.2
M	Contenido de Humedad W%	%	4.34	7.51	11.71	9.02	13.33	15.01	16.30	14.92
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	5.93		10.37		17.4		16.61	
O	Densidad Seca Máxima; D _s	gr/cm ³	1.65		1.67		1.81		1.79	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Sandra Gutiérrez cubas	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Ravines Azañero
FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16	FECHA: 22/11/16



LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Curvas Mayores
	Curvas Menores
	Delimitación del area de estudio
	Norte magnético



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

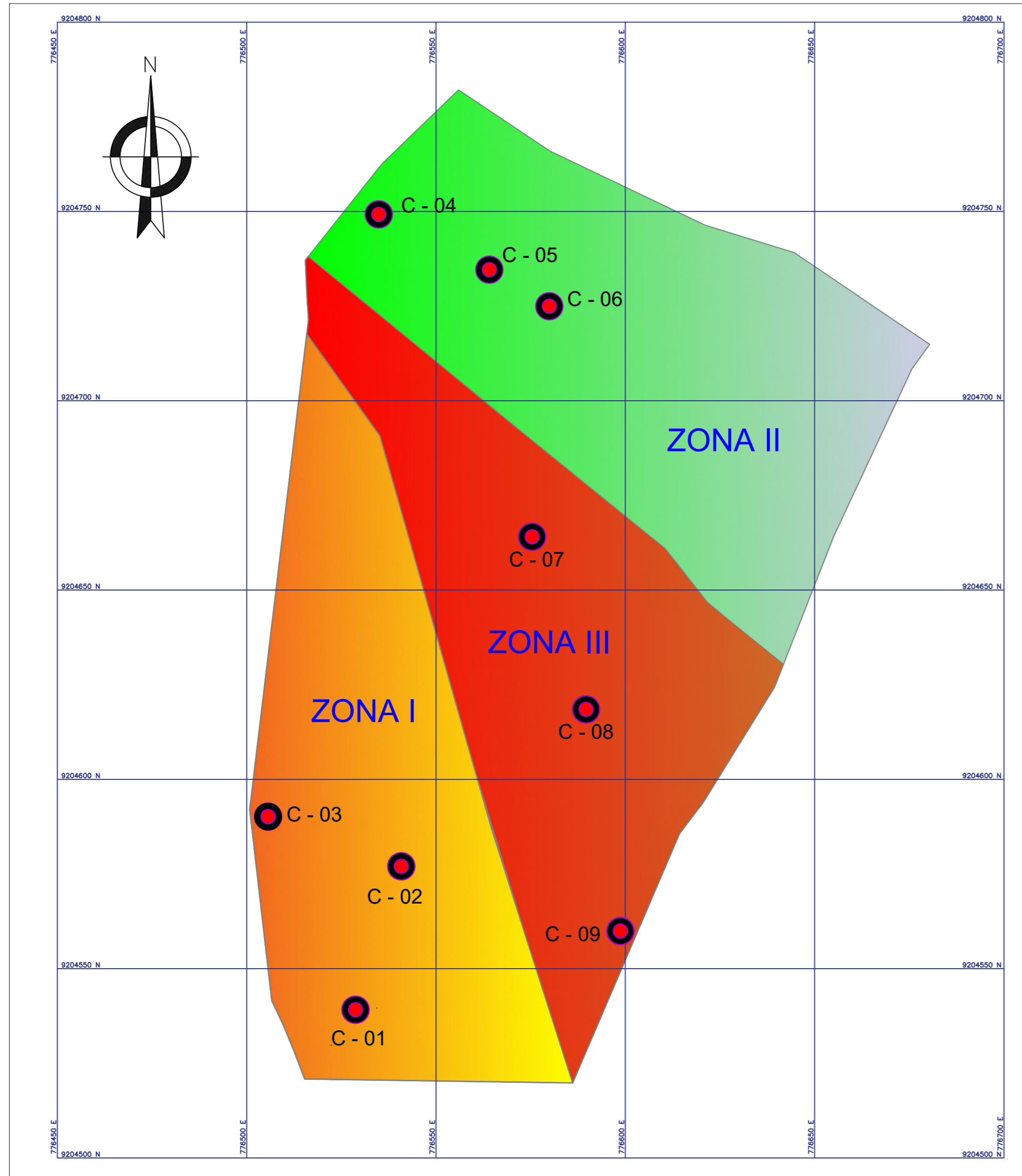
TESIS: ZONIFICACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.

UBICACION:
 DPTO: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CAJAMARCA
 DISTRITO: CAJAMARCA
 SECTOR: LA PACCHA

ASESOR: **ING. RAVINES AZAÑERO, Irene.**
 PLANO: **PLANO TOPOGRÁFICO**
 ESCALA: 1/1000 FECHA: Mayo - 2017
 RESPONSABLE: **BACH. GUTIERREZ CUBAS, Sandra M.**

PLANO N°:

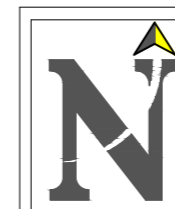
PT-1



LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Ubicación de calicata
C - 07	Nombre de calicata
	Delimitación del area de estudio
	Norte magnético

Nota:

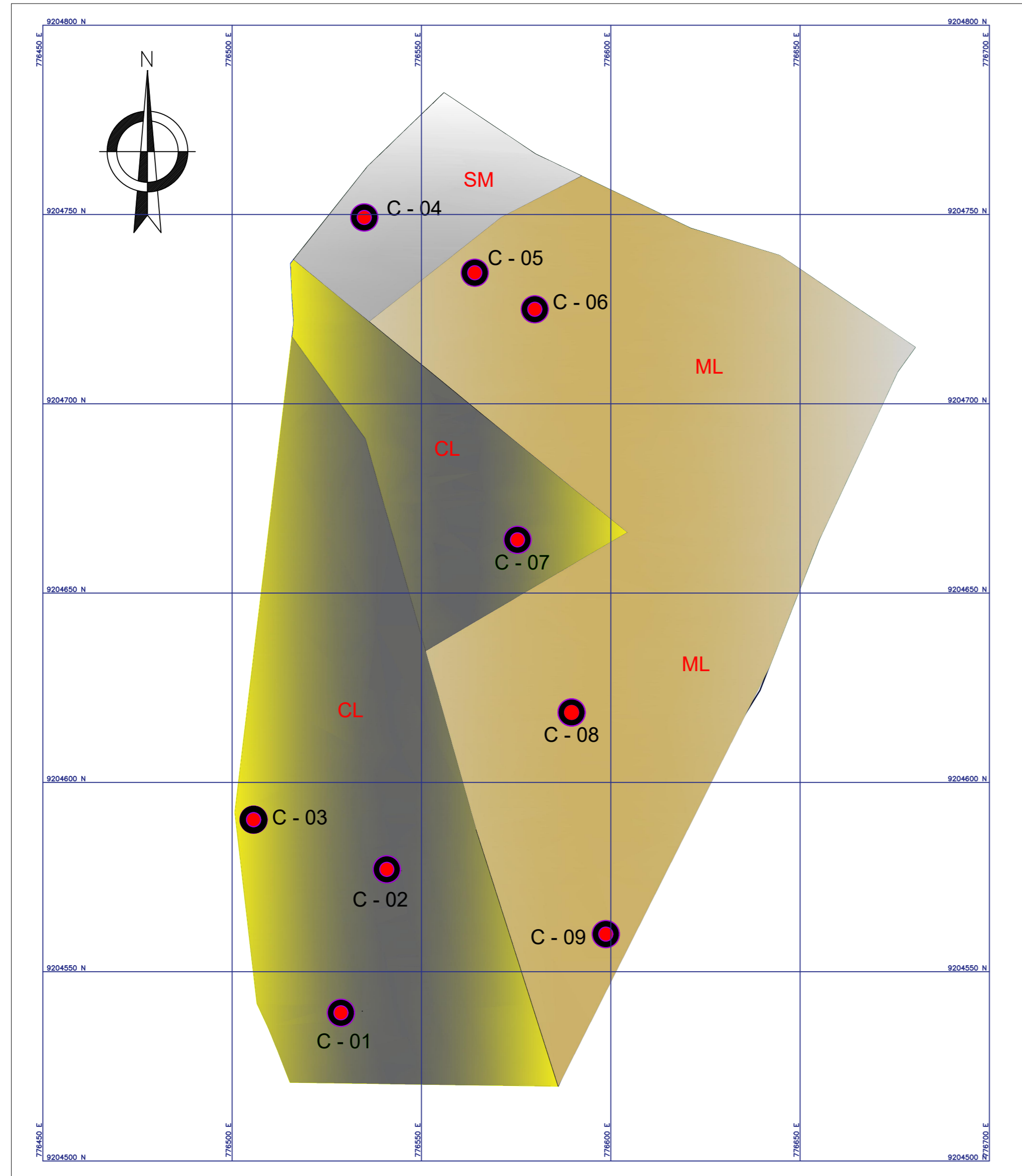
- Zona I: Identificado como una zona de ladera.
- Zona II: Identificado como un suelo tipo aluvial.
- Zona III: Identificado como un suelo tipo coluvial y nativo.



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ZONIFICACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA PROYECTAR EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.

UBICACION:	ASESOR:	PLANO N°:
DPTO: CAJAMARCA	ING. RAVINES AZAÑERO, Irene.	
PROVINCIA: CAJAMARCA	PLANO:	P-1
DISTRITO: CAJAMARCA	ZONIFICACIÓN POR ZONAS	
SECTOR: LA PACCHA	ESCALA:	FECHA:
	1/1000	Mayo -2017
	RESPONSABLE:	
	BACH. GUTIERREZ CUBAS, Sandra M.	



LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Ubicación de calicata
C - 07	Nombre de calicata
	Delimitación del area de estudio
	Norte magnético

LEYENDA ZONIFICACIÓN POR TIPO DE SUELO PROFUNDIDAD : 1.50 M		
ZONAS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION
	ML	Limo Arenoso
	CL	Arcilla Ligera arenosa
	SM	Arena Limosa

COORDENADAS		
CALICATA	ESTE	NORTE
C1	776973	9204191
C2	776639	9204352
C3	776521	9204556
C4	776488.38	9204907
C5	776540	9204911
C6	776564	9204898
C7	776765	9204568
C8	776763	9204526
C9	776799	9204520

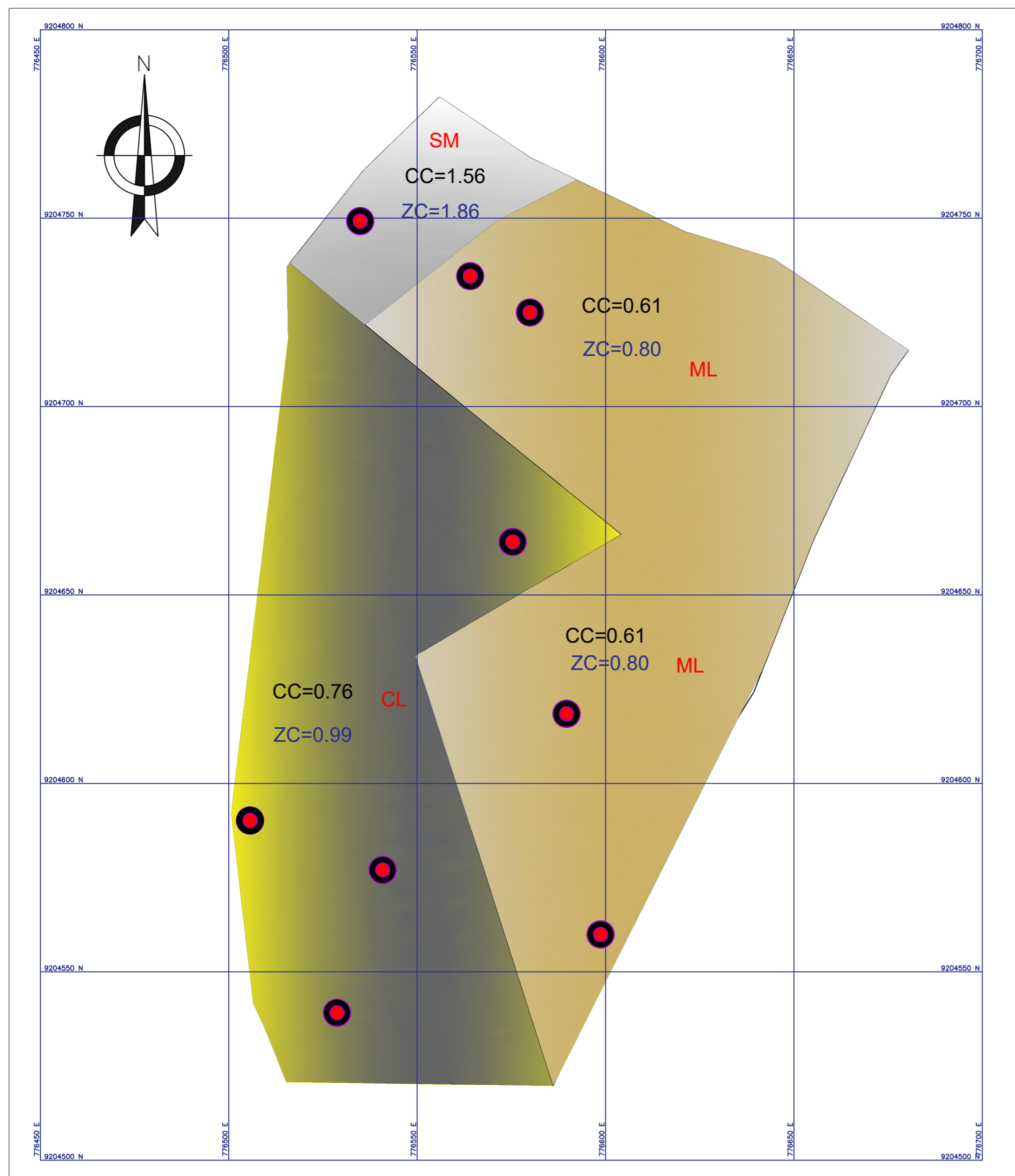


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ZONIFICACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.

UBICACION:	ASESOR:	PLANO N°:
DPTO: CAJAMARCA	ING. RAVINES AZAÑERO, Irene.	
PROVINCIA: CAJAMARCA	PLANO:	ZONIFICACIÓN POR TIPO DE SUELO - Pf = 1.50
DISTRITO: CAJAMARCA	ESCALA:	
SECTOR: LA PACCHA	FECHA:	Mayo - 2017
	RESPONSABLE:	BACH. GUTIERREZ CUBAS, Sandra M.

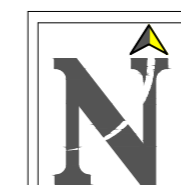
P-2



LEYENDA ZONIFICACIÓN POR TIPO DE SUELO PROFUNDIDAD : 1.50 M		
ZONAS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION
	ML	Limo Arenoso
	CL	Arcilla Ligeramente arenosa
	SM	Arena Limosa

Especificaciones:
 Los valores indicados en los plano son referidos a resultados de capacidad de carga de diseño, según cada tipo de suelo obtenido

- CL(arcilla ligeramente arenosa)
 Cimiento corrido(CC)=0.76kg/cm²
 Zapata cuadrada(ZC)=0.99kg/cm²
- ML(limo arenoso)
 Cimiento corrido(CC)=0.61kg/cm²
 Zapata cuadrada(ZC)=0.80kg/cm²
- SM(arena arcillosa)
 Cimiento corrido(CC)=1.56kg/cm²
 Zapata cuadrada(ZC)=1.86kg/cm²



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ZONIFICACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA EL CRECIMIENTO URBANO EN EL BARRIO LA PACCHA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, SEGÚN LA CAPACIDAD DE CARGA.

UBICACION:	ASESOR:	PLANO N°:
DPTO: CAJAMARCA	ING. RAVINES AZAÑERO, Irene.	
PROVINCIA: CAJAMARCA	PLANO:	
DISTRITO: CAJAMARCA	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DE DISEÑO	
SECTOR: LA PACCHA	ESCALA:	FECHA:
	1/1000	Mayo - 2017
	RESPONSABLE:	
	BACH. GUTIERREZ CUBAS, Sandra M.	

P-3