

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**ZONIFICACIÓN MEDIANTE EL SISTEMA UNIFICADO DE
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y CAPACIDAD PORTANTE PARA
LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA
CIUDAD SATELITE - HUACHO 2019**

PRESENTADO POR:

MORALES CHILET KEVIN LUIS

PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

ING. SANCHEZ GUZMAN ALBERTO IRHAAM

HUACHO-2019

DEDICATORIA

La presente investigación lo dedico a mis padres, familiares, ingenieros y amigos por darme fuerzas para culminar mis estudios superiores y superar los problemas personales que se me presentan en el camino de la vida y enseñarme a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento de mi superación personal.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser mi fortaleza en aquellos momentos de debilidad y adversidades.

Gracias a mis padres, por ser los principales protagonistas de mis sueños, por confiar y creer en mis ideales, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a mis docentes y a mi asesor, por haber compartido sus conocimientos y propiciar en mi persona la investigación científica.

INDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del Problema	3
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivo específico	3
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.5 Delimitación del estudio.....	5
1.6 Viabilidad del estudio	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes de la Investigación	7
2.1.1 Antecedentes Internacionales	7
2.1.2 Antecedentes Nacionales	10
2.2 Bases Teóricas	13
2.3 Definiciones conceptuales.....	42
2.4 Formulación de la Hipótesis	43
2.4.1 Hipótesis General	43
2.4.2 Hipótesis específicos	43
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	44
3.1 Diseño Metodológico	44
3.1.1 Tipo de Investigación.....	44
3.1.2 Nivel de Investigación.....	44
3.1.3 Diseño.....	44
3.1.4 Enfoque	45
3.2 Población y Muestra.....	46
3.2.1 Población	46
3.2.2 Muestra	46
3.3 Operacionalización de Variables e Indicadores	47
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.4.1 Técnicas a emplear	48
3.4.2 Descripción de los instrumentos	48

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información	49
CAPITULO IV: RESULTADOS	51
4.1 Análisis e Interpretación de resultados de laboratorio	51
4.2 Contrastación de hipótesis	57
CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1 Discusión	61
5.2 Conclusiones	62
5.3 Recomendaciones	63
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN	64
6.1 Fuentes Bibliográficas.....	64
Referencias.....	64
ANEXOS.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Perfil de meteorización	16
Tabla 2: Rangos de Valore más frecuentes de la consistencia del suelo	27
Tabla 3: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (EE.UU.) SUCS.	36
Tabla 4: Parámetros característicos del suelo	40
Tabla 5: Parámetros Característicos del Suelo	41
Tabla 6: Resumen de Ensayos de Laboratorio	51
Tabla 7: Resumen de Zonificación según la Capacidad Portante	56
Tabla 8: Tipo de Suelo de Ciudad Satélite - Huacho 2019	57

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Esquema del proceso de formación de suelos	18
Figura 2: Relación entre las fases de un suelo	21
Figura 3: Curva Granulométrica de un suelo	23
Figura 4: Clasificación de suelos en función de la granulometría	25
Figura 5: Esquema de la consistencia del suelo	26
Figura 6: Relación del límite líquido vs índice de plasticidad	28
Figura 7: Curva de Compactación	29
Figura 8: Relación entre la densidad seca vs contenido de humedad	30
Figura 9: Carta de Plasticidad para suelos finos	34
Figura 10: Factores de Capacidad de carga de Terzaghi	40
Figura 11: Grafico del diseño de investigación	45
Figura 12: Resumen de curvas granulométricas	52
Figura 13: Porcentaje de material que pasa la Malla #4	53
Figura 14: Porcentaje de material que pasa la Malla #200	53
Figura 15: Grafico de Contenido de Humedad	54
Figura 16: Capacidad Portante Última	56
Figura 17: Capacidad Portante Admisible	55
Figura 18: Tipo de Suelo según la Clasificación SUCS	58
Figura 19: Resumen de curvas granulométricas	59
Figura 20: Capacidad portante ultima y capacidad portante de diseño	60

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector de Ciudad Satélite al suroeste de la ciudad de Huacho, el cual actualmente sufre el problema de que las viviendas sufren el fenómeno del asentamiento diferencial en las estructuras debido al desconocimiento del tipo de suelo y al no hacer los estudios de mecánicas suelos que nos permiten saber la capacidad portante y el tipo de suelo en el que se va a trabajar para poder cimentar, causando rajaduras, asentamiento, fallas estructurales y en el peor de los casos el colapso de las estructuras.

Esta investigación es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, diseño no experimental, nivel descriptivo que tiene como objetivo principal determinar las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante en la Ciudad Satélite – Huacho 2019.

Para la obtención de los resultados se aplicó el muestreo usando calicatas, extrayendo material del terreno de Ciudad Satélite que en total se realizaron 10 calicatas y sus respectivos ensayos de mecánica de suelos de cada muestra extraída. En cuanto al instrumento de recolección de datos, se aplicó fichas de ensayos de mecánica de suelos.

Para describir los resultados del ensayo de mecánica de suelos se utilizó diagramas, tablas y gráficos.

Las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante son desfavorables para la construcción de viviendas unifamiliares. Además, que la Clasificación SUCS realizada nos arroja que es un suelo **SM (Arenoso-limoso)** y una capacidad portante en promedio de **1.16 kg/cm²** y además alto contenido de sulfatos en el suelo, estos resultado indican que no es buen suelo para poder cimentar convencionalmente, el cual necesita un mejoramiento del suelo, una estructura diferente de cimentación o uso de aditivos para poder realizar su diseño de mezcla ante los fenómenos que atacaran a la estructura debido a lo que este suelo presenta.

Palabras clave: Sistema unificado de clasificación de suelos y capacidad portante

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Ciudad Satélite sector southwest of the city of Huacho, which currently suffers from the problem that the houses suffer from the phenomenon of differential settlement in the structures due to the lack of knowledge of the type of soil and the failure to do so. studies of mechanical soils that allow us to know the bearing capacity and the type of soil in which it is going to work to be able to cement, causing cracks, settlement, structural failures and in the worst cases the collapse of the structures.

This research is of the applied type, with a quantitative approach, non-experimental design, descriptive level whose main objective is to determine the characteristics of the unified soil classification system according to its bearing capacity in the Satellite City - Huacho 2019.

To obtain the results, the sampling was applied using test pits, extracting material from the Ciudad Satélite terrain. In total, 10 test pits and their respective soil mechanics tests were carried out on each extracted sample. Regarding the data collection instrument, soil mechanics test cards were applied.

Diagrams, tables and graphs were used to describe the results of the soil mechanics test.

The characteristics of the unified system of classification of soils according to their carrying capacity are unfavorable for the construction of single-family homes. In addition, the SUCS classification shows us that it is a SM (Sandy-silty) soil and an average carrying capacity of 1.16 kg / cm² and also high sulphate content in the soil, these results indicate that it is not good soil to be able to conventionally ground, which needs an improvement of the soil, a different structure of foundation or use of additives to be able to realize its design of mixture before the phenomena that will attack the structure due to what this soil presents.

Keywords: Unified system of soil classification and bearing capacity

INTRODUCCIÓN

La presente tesis denominada “Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos y capacidad portante para la construcción de vivienda unifamiliares en la Ciudad Satélite - Huacho 2019”. Tiene como propósito clasificar el tipo de suelo de este sector, y hallar las capacidades portantes, ya que por el problema de asentamientos diferenciales en las construcciones actuales que sufren este fenómeno por desconocer su tipo de suelo que tiene para cimentar

En la actualidad aún hay un parte del sector suroeste de Ciudad Satélite que continua en expansión y construcción de viviendas para que no sufran del asentamiento diferencial que provoca daños, fisuras y en el peor de los casos el colapso de las estructuras.

La presente investigación está organizada en seis capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: planteamiento del problema, abarca la explicación de la realidad problemática, formulación del problema y objetivos de la investigación general y específico.

Capitulo II: Marco Teórico, establece los antecedentes de la investigación, definición de conceptos, bases teóricas, hipótesis general y específico.

Capitulo III: Contiene la metodología, el cual comprende el diseño metodológico, enfoque y tipo de investigación, población y muestra, técnica de recolección de datos y procesamiento de la información.

Capitulo IV: Contiene los resultados de la encuesta en tablas, figuras e interpretaciones.

Finalmente, el capítulo V contiene la discusión, el Capítulo VI contiene la conclusión y recomendaciones de la presente investigación.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El progresivo flujo de inmigrantes que cada día llegan a las diferentes ciudades del mundo por diferentes circunstancias, es un problema difícil de soportar en los diferentes países, ya que éstas deben hospedar gran cantidad de población en terrenos cada vez más angostos e indefensos, generalmente en áreas limítrofes de difícil urbanización, lo que produce una gran propagación en los límites urbanos y en lugares no aptos para la construcción de viviendas. (López & López, 2004, p. 4)

Estas viviendas son construidas en los AA. HH. Por los mismos ciudadanos, además de su localización en terrenos versátiles, presentan problemas de construcción. El desconocimiento técnico en el uso de materiales (se combinan materiales no compatibles o se dan tratamientos incorrectos), el desconocimiento en los sistemas de construcción y la mala calidad de los materiales, sumados a los inconvenientes económicos de una población de limitados recursos aumentan la inseguridad y el proceso destructivo de las instalaciones inestables frente a cualquier adversidad. (Vigil, 2017, p. 8)

Tal es el caso del Sector de Ciudad Satélite en el distrito de Huacho con las coordenadas UTM que son Norte: 8'767,914.37 y Este: 216,074.44; el cual presenta un área de terreno ocupada en forma expansiva por viviendas construidas de diversos materiales (adobe, quincha, estera) de manera desordenada y masificada, sin ninguna planificación. Las viviendas que se encuentran en construcción y las ya construidas, forman calles en dirección de la pendiente y salida a la carretera Panamericana Norte, estos problemas se debe a que los pobladores del sector no cuentan con ningún asesoramiento técnico, control y apoyo de las autoridades, razón por la cual ellos deciden su propio destino urbano y distribución, al trazar y construir sus viviendas en forma empírica en áreas donde se desconoce las características del suelo, no considerando factores de riesgos e inseguridad a la que están expuestos. (Vigil, 2017, p. 8)

Además, se debe tener en cuenta que una cimentación inadecuada para el tipo de terreno, mal diseñada o calculada se entiende en la probabilidad de que tanto la propia edificación 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

estudios de mecánica de suelos y sin tener en cuenta la normatividad vigente, razón por la cual el terreno no soporta el peso de la estructura y tiende a resquebrajarse, flexionarse o hundirse, causando problemas y amenazas para sus habitantes. (Vigil, 2017,p.9)

La problemática actual de los asentamientos de las viviendas en el sector de Ciudad Satélite por no tener un estudio de mecánicas de suelos correcto, se plantea hacer para dar solución a la progresiva expansión de construcciones en este sector, es zonificar a través de los métodos de clasificación de suelos y cálculos de capacidad portante establecer y detallar para la cimentaciones futuras, así los pobladores podrán construir sus viviendas sin tener problema al efecto de asentamiento diferencial y ahorrar dinero en hacer un estudio de mecánica de suelos.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

- ¿Cuáles son las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante en la Ciudad Satélite – Huacho 2019?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son los tipos de suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos en la Ciudad Satélite – Huacho 2019?
- ¿Cómo es el análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos esta entre los rangos permisibles en la Ciudad Satélite – Huacho 2019?
- ¿Cuáles son los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Determinar las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante en la Ciudad Satélite – Huacho 2019.

1.3.2 Objetivo específico

- Identificar los tipos de suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos en la Ciudad Satélite – Huacho 2019
- Explicar el análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos en la Ciudad Satélite – Huacho 2019
- Identificar los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

1.4 Justificación de la investigación

Con la presente investigación se trata de entender y determinar el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la capacidad portante. En lo cual se dará un aporte teórico y práctico que les permita tener estos parámetros para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite del distrito de Huacho.

Justificación por su conveniencia.

El crecimiento de la población en el Sector de Ciudad Satélite, ha obligado a la construcción de viviendas en sectores de altas pendientes, rellenos, bordes de quebradas y lugares de poca estabilidad. Por tal motivo se ha planteado realizar una zonificación para viviendas unifamiliares, empleado el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo.

Justificación practica

Por el problema del asentamiento diferencial en el sector de Ciudad Satélite, los pobladores necesitan realizar estudios de mecánica de suelos, para que no sufran este efecto y no tengan problemas de rajaduras, fallas estructurales y por último el colapso de su vivienda

Justificación teórica.

Realizar estudios de mercancías de suelos en viviendas para evitar las fallas estructurales colapso de las estructuras, por el efecto de asentamiento diferencial

Justificación Metodológica.

El crecimiento de la población en el Sector de Ciudad Satélite, ha obligado a la construcción de viviendas en sectores de altas pendientes, rellenos, bordes de quebradas y lugares de poca estabilidad. Por tal motivo se ha planteado realizar una zonificación para viviendas unifamiliares, empleado el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo.

Finalmente, este proyecto de investigación ayudará como una base para otros investigadores que estén en la línea de suelos y cimentaciones.

1.5 Delimitación del estudio

Para realizar la presente investigación, se realizó las calicatas en terrenos vacíos y en calles muy poco transitadas de Ciudad Satélite del distrito de Huacho, para poder extraer las muestras. Para el desarrollo del trabajo de campo se cuenta con los recursos financieros necesarios, en lo que respecta a recursos humanos, el asesor de la Investigación será un docente de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

El título de la investigación tiene dos variables la primera es Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelo y las segunda es la capacidad portante. Lo cual se desarrolló con las dimensiones que le sustenta dicha investigación

La investigación se realizará:

Lugar: Distrito de Huacho

Provincia: Huaura

Departamento: Lima

Delimitación temporal

La investigación se desarrolló desde el mes de enero del 2019 hasta el mes de abril del 2019.

Delimitación social

La investigación se realizó en el terreno del sector de Ciudad Satélite de la ciudad de Huacho. Principalmente se tomó como realidad objetiva la extracción de muestras por medio de las calicatas realizadas

1.6 Viabilidad del estudio

El presente trabajo de investigación cumplió con todos los elementos necesarios para su desarrollo, establecido por la unidad de Grados y Títulos profesionales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Ambiental

Por ser una investigación netamente académica, no afecta el medio ambiente de ningún punto de vista.

Financiera

El presupuesto y costo de la investigación fue cubierto por el investigador ya que es el interesado directo del proyecto.

Social

Se desarrolló un plano de zonificación del sector de Ciudad Satélite para el conocimiento de los pobladores sepan el suelo en que le van a cimentar sus viviendas.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Entre las principales tenemos:

Aviles, (2013) En su informe “Caracterización geológica - geotécnica del sur de la ciudad de Quito”. El objetivo principal de esta investigación fue de describir las características geotécnicas del subsuelo más detalladamente, se realizó la zonificación en tres niveles diferentes, nivel superficial (0- 3.0 metros), nivel intermedio (3.0-6.0 metros) y nivel inferior (6.0-10.0 metros), que lo divido en:

- Zona I: Zona Excelente, presenta excelentes condiciones del suelo para construcción, no se detectó la presencia de niveles freáticos, litológicamente. Se consideran materiales de buena competencia como soporte para cimentaciones; en su totalidad muy favorables para la construcción de viviendas, presentan buena a excelente capacidad portante, plasticidad baja a nula, bajo contenido de humedad, su excavación es fácil con maquinaria liviana, la estabilidad es buena.
- Zona II: Zona Buena, presenta buenas condiciones del suelo para construcción, no se detectó la presencia de niveles freáticos, presenta las mismas litologías que la Zona I, presentan buena capacidad portante.
- Zona III: Zona Regular, litológicamente presenta suelos depositados en ambientes fluvio lacustres (limos y arcillas), de composición heterogénea y rellenos de origen antrópico se consideran materiales de regular competencia como soporte para cimentaciones, baja a media humedad y plasticidad, capacidad portante regular a buena, niveles freáticos superficiales.
- Zona IV: Zona Mala, estos suelos litológicamente se encuentran depositados en ambientes fluvio lacustres y pertenecen a secuencias de limos-arenosos y en zonas de rellenos, tienen problemas de poca capacidad portante, humedad media

a elevada, plasticidad baja a media, niveles freáticos superficiales. Se consideran materiales de mala competencia como soporte para cimentaciones.

- Zona V: Zona Muy Mala, estos suelos litológicamente se encuentran depositados en ambientes fluvio lacustres y pertenecen a secuencias de limos-arenosos, zonas de rellenos, zonas pantanosas con abundante contenido de materia orgánica y turbas, presentan una resistencia baja a la penetración, tienen problemas de poca capacidad portante, humedad elevada, plasticidad baja a media, niveles freáticos superficiales. Se consideran materiales de pésima competencia como soporte para cimentaciones

Lopez & Robayo, (2007) En su tesis “Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barracabermeja, Santander”. El objetivo principal de la investigación:

- Determinar la Zonificación Geotécnica preliminar del municipio de Barracabermeja basándose en información secundaria.

Para el logro de este objetivo general estableceremos los siguientes sub-objetivos:

- Realizar un estudio geotécnico que permita clasificar de una manera adecuada los suelos del Municipio de Barracabermeja.
- Establecer parámetros que indiquen la vulnerabilidad de las construcciones que se encuentran en la zona de estudio.
- Elaborar planos escala máxima 1:10.000 de zonificación geotécnica según tipo (clasificación) del suelo.
- Determinar las principales características geomecánicas de los suelos superficiales (clasificación, propiedades, índice, peso específico, cohesión y resistencia al corte) que conforman cada una de las zonas planteadas.

La investigación se realizó mediante un estudio de campo de tipo cuantitativo, transversal, correlacional, exploratorio y predictivo. El análisis estadístico se basa en un análisis de ensayos de campo, al realizar una muestra de un área de terreno de 1.271 km², que nos arrojaba los ensayos de laboratorio.

- 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.
- Una zona intermedia debido a la característica de sus materiales (mayor rigidez), es la zona B. Se localiza sobre la parte centro y norte de la ciudad, se diferencia por sus suelos medianamente duros a duros con niveles freáticos no tan profundos (entre 2m y 5m). Por último, se encuentran suelos que pertenecen a la Formación Real del Terciario, son suelos granulares generalmente duros y con niveles freáticos con profundidades mayores a 10m.
- La confianza y utilidad que se le puede dar a un mapa geotécnico influye en gran parte al número de reconocimientos puntuales que se pueden efectuar, por tal razón los resultados obtenidos pueden servir como gran orientación y no reemplazaran a los estudios ya definidos.
- La política de densificación de la población no puede ser aplicada sin ningún control, por esto el uso de los suelos debe planearse, replantearse y reglamentarse teniendo como base la Zonificación Geotécnica Urbana del Municipio y el análisis de estabilidad del mismo, pensando en la protección de la vida de los pobladores y de las inversiones.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Entre las principales investigaciones tenemos:

(Briones Maria & Irigoín, 2015). En su tesis “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. El objetivo principal de esta investigación:

- Zonificar mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares la expansión urbana del Anexo Lucmacucho Alto – sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca.

Para el logro de este objetivo general estableceremos los siguientes sub-objetivos:

- Determinar las características de granulometría de los suelos.
- Determinar los estados de consistencia del suelo mediante el límite de Atterberg.
- Clasificar en base al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS).
- Determinar los parámetros de Cohesión y el ángulo de fricción interna del suelo mediante las tablas de los parámetros característicos del suelo, en función de su granulometría, límites de Atterberg, peso específico, humedad natural y proctor modificado para el cálculo de la capacidad portante del suelo.

La investigación se realizó mediante un estudio de campo de tipo cuantitativo, transversal, correlacional, exploratorio y predictivo. El análisis estadístico se basa en un análisis de ensayos de campo, al realizar una muestra de 17 calicatas, que nos arrojaba los ensayos de laboratorio.

- Del trabajo de investigación se exponen las principales conclusiones: La hipótesis de la investigación ha sido demostrada: El Anexo Lucmacucho Alto se zonifica como un suelo limoso, arcilloso, arenoso con una capacidad portante admisible

de diseño que varía de 0.15 Kg/cm² a 2.1 Kg/cm², los resultados obtenidos se encuentran dentro de estos rangos.

- El suelo del área en estudio a una profundidad de 1.50 m, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) está constituido básicamente por los siguientes tipos de suelos: Limo arenoso (ML), arcilla ligera arenosa (CL), arena limosa (SM), limo elástico arenoso (MH), arenas arcillosas (SC), arcillas limosas orgánicas con baja plasticidad (OL), suelo orgánico con arena (OH), gravas arcillosas (GC) y arenas densas arenosas (CH).
- 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 del sector Anexo Lucmacucho Alto, y considerando además como datos asumidos para el cálculo una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m de cimiento corrido, cimentación más común en la construcción de viviendas unifamiliares, se obtuvo que la capacidad portante admisible de diseño varía de 0.19 Kg/cm² a 2.03 Kg/cm².

(Tavera, 2012) En su informe “Zonificación sísmica – geotécnica del área urbana de Chosica (Comportamiento dinámico del Suelo)”. El objetivo principal de esta investigación:

- Obtener el Mapa de Zonificación Sísmica – Geotécnica (Comportamiento Dinámico del Suelo) para las áreas urbanas de Chosica, Chaclacayo, Huaycán y Carapongo.

La investigación se realizó mediante un estudio de campo de tipo cuantitativo, transversal, correlacional, exploratorio y predictivo. El análisis estadístico se basa en un análisis de ensayos de campo, al realizar una muestra de 15 calicatas, que nos arrojaba los ensayos de laboratorio.

- El Distrito de Chosica se emplaza sobre afloramientos ígneos del grupo Santa Rosa y del grupo Patap; ambos cubiertos por depósitos aluviales pertenecientes al Cuaternario Pleistoceno y Cuaternario Reciente.

- Se ha identificado e inventariado la ocurrencia de 23 movimientos en masa caracterizados por flujos de detritos y caída de rocas provenientes de zonas de pendiente. Los agentes detonantes típicos son las precipitaciones de lluvia, sismos y la actividad antrópica.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Zonificación

Segun Acuña, (2006) “La zonificación es uno de los criterios elementales de la teoría del planeamiento urbano moderno que ha manifestado en nombre del interés público y con la finalidad de garantizar: La salud, protección, beneficio de los ciudadanos, economía y esparcimiento”. (p.2)

Además según Acuña, (2006). La Zonificación:

Es uno de los distintos instrumentos reglamentarios usados para complementar las propuestas de urbanización creadas en un plan urbano. El plan de usos del suelo trata del uso del suelo y de la de esos usos, pero en forma pluralizada, estableciendo un pre requisito para la zonificación. De este modo no existe zonificación que sea completa y de contenido compacto y estable que no esté fundamentada en un plan de usos del suelo. (p.1)

2.2.2 Mecánica de Suelos

Según Terzaghi, (1943), La mecánica de suelos:

Es la utilización de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los enigmas de ingeniería que estipulan con sedimentos y otros acopios no afianzados de partículas sólidas, creadas por la descomposición mecánica y/o química de las rocas, indistintamente de que posean o no sustancia orgánica. (p.18)

2.2.2.1 Suelo

Según Juarez & Rico, (1995)

Es de usual suposición que el suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no relacionadas a ninguna estructura. Pero en objetividad se considera un grupo con estructura concreta y propiedades que cambian “vectorialmente”. En la dirección vertical habitualmente sus propiedades varían mucho más velozmente que en la horizontal. El suelo tiene perfil, y este es un elemento del que se origina cuantiosa práctica. (p. 34)

Adema según Juárez & Rico, (1995). Suelo:

Es un vocablo del que hacen distintos profesionales. La apreciación cambia de acuerdo con sus respectivos intereses, para el Agrónomo, por ejemplo, el vocablo se acomoda a la parte exterior de la corteza calificado de sostener vida vegetal, siendo esta explicación demasiado limitada para el Ingeniero. Para el Geólogo es todo material intemperizado en el sitio en que actualmente se localiza y con contenido de materia orgánica cerca de la superficie; esta descripción al no tomar en cuenta los materiales acarreados no intemperizados posteriormente a su traslado, infringe parcialmente en Ingeniería. (p.34)

En conclusión para Juárez & Rico, (1995). “El suelo simboliza todo tipo de material terroso, desde un relleno de desecho, hasta areniscas parcialmente cementadas. El agua encerrada juega un papel tan básico en el comportamiento mecánico del suelo, que es considerado como parte del mismo” (p.34)

Además según Crespo, (2004) el “Suelo es una fina capa sobre la corteza terrestre de material que procede de la descomposición y/o perturbación física y/o química de las rocas y de los sobrantes de las actividades de los seres vivos que sobre ella se radican”. (p.20)

2.2.2.2. Caracterización de los Suelos

2.2.2.2.1 Suelos y Rocas: Origen de los Suelos

Según Muelas, (2015). La mayoría de los suelos:

Que envuelven la tierra están conformados por la meteorización de las rocas. Los geólogos utilizan el vocablo meteorización de las rocas para explicar todos los sucesos externos, por medio de los cuales la roca sufre una alteración química y descomposición física, fase mediante el cual masas de roca se fracturan en partes pequeñas. Esta partición continua, es una única variación física y por eso se denomina también meteorización mecánica. Por otra parte, la meteorización química de una roca es una fase de desintegración mediante el cual los minerales integrantes de rocas allí presentes varían la estructura química. En la separación, los minerales insistentes se modifican en

minerales de combinación y propiedades físicas diferentes. Es esencial señalar que la desintegración física completa la descomposición, ya que los minerales y partículas rocosas de menor tamaño producidos por meteorización mecánica son mucho más susceptibles a la variación química que los granos minerales establemente adheridos en grandes masas de roca resistente. (p.3)

Según Muelas, (2015). La meteorización mecánica:

Es la fase por el cual las rocas se fragmentan en partes pequeñas bajo el trabajo de las fuerzas físicas, como la corriente de agua de los ríos, la brisa, actividad de enfriamiento, además de dilataciones y retracciones causadas por beneficio y abandono de calor.(p.3)

Según Muelas, (2015). “La meteorización química es la fase de alteración química de la roca original. Entre las diferentes fases de alteración química pueden aludir: La absorción, disipación, cementación, etc. Por ejemplo, la meteorización química de los feldespatos puede crear minerales arcillosos”. (p.3)

Adema Muelas, (2015). Dice que: “Muy vinculada con la meteorización química se localiza la meteorización biológica, fabricada básicamente por la labor bacteriana, produciendo descomposición en materiales orgánicos”. (p.3)

Para Muelas, (2015). Tambien:

La labor del todo o particular de esta fases de meteorización da lugar a un perfil de meteorización de la roca en función de la profundidad (Tabla 1). En este perfil la roca sana establece el sector más profundo, modificándose progresivamente a medida que se va hacia la parte más externa. (p.3)

Tabla 1: Perfil de meteorización

PERFIL ESQUEMÁTICO	LOVE (1951) LITTLE (1961)	VARGAS (1951)	SOWERS (1954, 1963)	CHANDLER (1969)	GEOLOGICAL SOC. ENG. GROUP (1970)	DEERE Y PATTON (1971)
	ROCAS ÍGNEAS	ÍGNEAS, BASÁLTICAS Y ARENISCAS	ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS	MARGAS Y LIMOLITAS	ROCAS ÍGNEAS	ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS
	VI SUELO	SUELO RESIDUAL	ZONA SUPERIOR	IV COMPLETAMENTE ALTERADA	VI SUELO RESIDUAL	HORIZONTE IA
	V COMPLETAMENTE ALTERADA	SUELO RESIDUAL JOVEN	ZONA INTERMEDIA	PARCIALMENTE ALTERADA	IV a	HORIZONTE IB
	IV ALTAMENTE ALTERADA	CAPAS DE ROCA DESINTEGRADA	ZONA PARCIALMENTE ALTERADA		III	HORIZONTE IC (SAPROLITO)
	III MODERADAMENTE ALTERADA				II	IA TRANSICIÓN CON ROCA METEORIZADA SAPROLITO
	II ALGO ALTERADA	ROCA SANA	ROCA INALTERADA	ROCA INALTERADA	II DEBILMENTE ALTERADA	IB PARCIALMENTE METEORIZADA
	I ROCA SANA				ROCA SANA	ROCA SANA

Fuente: Muelas, (2015)

Así por ejemplo Muelas, (2015) dice:

La visualización de una zanja recién hecha, a menudo evidenciará una fila de capas de distintos materiales terrosos. En el fondo de afloramiento puede encontrarse roca compactada, llamada roca firme, se localiza todavía en su lugar de origen y esta parcialmente poco cambiada. La roca firme suele exhibir numerosas grietas, llamadas juntas o diaclasas, que son resultado de esfuerzos principalmente afiliados a una crónica anterior de faces tectónicas. Entonces donde existen grupos de juntas que se atraviezan, la roca firme se descompone sencillamente en agrupaciones. (p.4)

Por encima para Muelas, (2015). La roca firme:

Puede poseer una capa de materia mineral blanda, llamada regolita que puede conformarse in situ por alteración y división de la roca firme inmediatamente inferior; este tipo se llama regolita residual o suelo residual. Si esta capa de partículas minerales parcialmente sueltas o blandas, acondicionada sobre la roca firme, es trasladada por agentes tales como viento, corrientes de agua, etc, se le denomina roca transportada o suelo sedimentario. (p.4)

- **Suelos Residuales**

Según Muelas, (2015). Los suelos residuales:

Se crean cuando los resultados de la meteorización de las rocas no son trasladadas como sedimentos, sino que se aglomeran in situ. Si la velocidad de separación de la roca supera a la de acarreo de los resultados de la descomposición, se produce una aglomeración de suelo residual. Entre los agentes que influyen sobre la velocidad de alteración en la naturaleza de los resultados de la meteorización están el clima, el tiempo, la naturaleza de la roca original, la vegetación, el drenaje y la labor bacteriana. Los suelos residuales suelen ser más fructuosos en regiones húmedas, templadas, beneficioso al ataque químico de las rocas y con idónea vegetación para evitar que los resultados de la meteorización sean sencillamente acarreados. (p.4)

- **Suelos Sedimentarios**

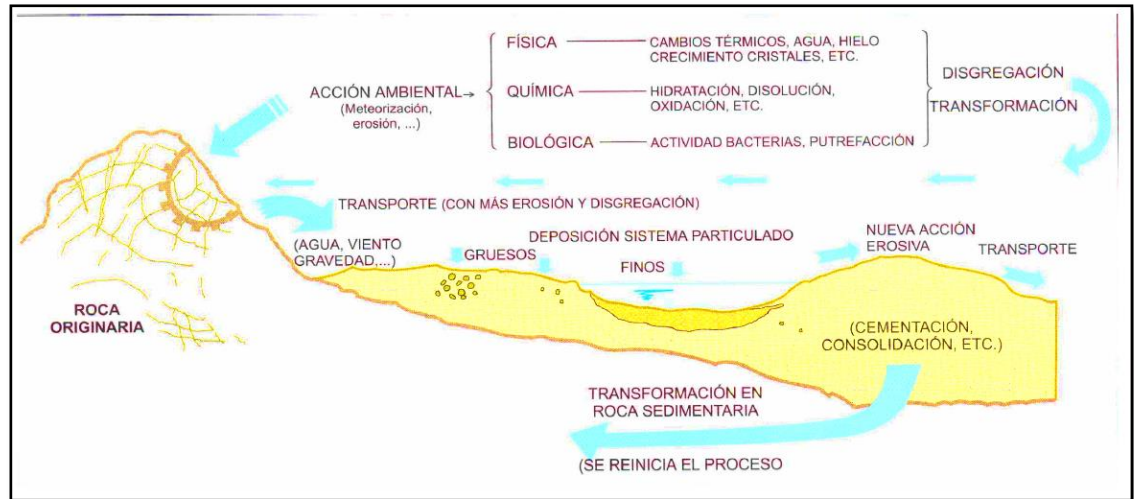
Según Muelas, (2015). Los suelos sedimentarios:

La creación de suelos sedimentarios puede describirse por la conformación, el traslado y el acopio de los sedimentos. La forma principal de la creación de sedimentos lo compone la meteorización física y química de las rocas en la superficie terrestre. En común, las partículas de limo, arena y la grava se conforman por la meteorización física de las rocas, entretanto que las partículas arcillosas derivasen de la alteración química de las mismas. Los sedimentos pueden ser trasladados por uno de estos cinco elementos siguientes: Agua, aire, hielo, gravedad y organismos vivos. (p.4)

Después para Muelas, (2015). Dice que:

Las partículas se han constituido y han sido trasladadas se colocan para conformar un suelo sedimentario. Los tres principios fundamentales de este depósito en el agua son el decrecimiento de la velocidad, la aminoración de la solubilidad y el incremento de electrolitos. Cuando una corriente de agua converge en un lago, océano, etc., desperdicia la mayor parte de su velocidad. Aminora así la energía de la corriente y da como resultado una sedimentación. (p.5)

Figura 1: Esquema del proceso de formación de suelos



Fuente: (Muelas, 2015)

En conclusión para Muelas, (2015). El suelo es:

El producto del proceso de meteorización de las rocas, con o sin traslado de la generación de variación. Los suelos se califican básicamente por los siguientes aspectos: El suelo es una estructura multifase (sólida, líquida y gaseosa), creados por partículas pequeñas que entre estas partículas quedan vacíos con un volumen total del orden de magnitud del volumen ocupado por ellas y a la vez los vacíos pueden estar saturados o con aires. (p.5)

2.2.2.3 Principales Tipos de Suelos

Según Crespo, (2004). Los suelos: “Se dividen en dos amplios grupos: suelos cuyo origen se debe a la descomposición física y/o química de las rocas, o sea los suelos inorgánicos, y suelos cuyo origen es principalmente orgánico”. (p.21)

Crespo, (2004). Nos define a los suelos inorgánicos: “Es el producto del intemperismo de las rocas que permanece en el lugar donde se desarrolló, y esto da como resultado un suelo residual; en caso contrario, forman un suelo transportado, cualquiera que haya sido el agente transportador”. (p.21)

Crespo, (2004). Nos define también a los suelos orgánicos: “Ellos se originan casi siempre in situ. Varias veces la cantidad de materia orgánica, ya sea en forma de humus o de materia no desintegrada, o en su estado de descomposición”. (p.21)

Crespo, (2004). Nos define también a la turba:

Esto es muy habitual en las regiones fangosas, en las cuales los excesos de vegetación acuática llegan a conformar verdaderas acumulaciones de gran espesor, denominados así como turbas. Se identifican por su color negro o café oscuro, por su poco peso cuando está seca y su gran compresibilidad y porosidad. La turba es la primera fase de la transformación de la materia vegetal en carbón. (p.21)

A continuación se describen los suelos más comunes con los nombres generalmente utilizados por el ingeniero civil para su identificación

2.2.2.3.1 Gravallas

Según Crespo, (2004), Las Gravallas son:

Amontonamiento sueltos de porciones de rocas que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado a la fuente, cuando son acarreadas por las aguas las gravallas sufren erosión en sus aristas y por lo cual están redondeadas. Como material suelto, suele ubicarse en los lechos, en los márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenados por el acarreo de los ríos, y en muchos otros lugares a los cuales las gravallas han sido retransportadas. Las gravallas ocupan grandes expansiones, pero casi siempre se hallan con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3”) hasta 2.0 mm. (p.21)

2.2.2.3.2 Arenas

Según Crespo, (2004), Las Arenas son:

La denominación que se le da a los materiales de granos finos originados de la desintegración de las rocas o de su aplastamiento artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro. El principio de la presencia de las arenas análoga a

la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en la misma acumulación. La arena de río incluye muy a menudo proporciones parcialmente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos comprensibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea. (p.22)

2.2.2.3.3 Limos

Según Crespo, (2004), Los limos son:

Suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el elaborado en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de propiedades plásticas. Los diámetros de las partículas de los limos están dados entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos sueltos y saturados son totalmente inapropiados para sostener cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su comprensibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar. (p.22)

2.2.2.3.4 Arcillas

Según Crespo, (2004), Las Arcillas son:

Las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en pocas ocasiones incluye también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La organización de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada y sus átomos están dispuestos en formar laminar. (p.22)

2.2.2.4 Ensayo de Laboratorio y Clasificación de Suelos

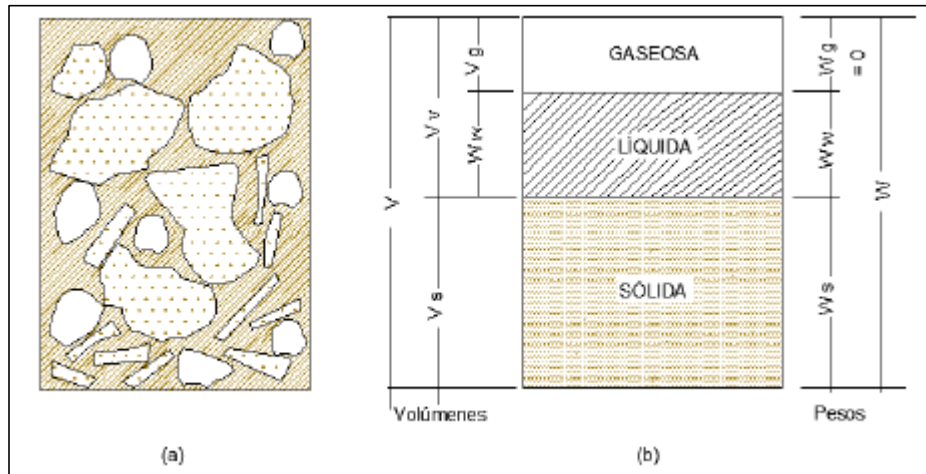
2.2.2.4.1 Relaciones Peso – Volumen

Según Muelas, (2015)

El suelo contribuye un sistema de varias fases (multifase). La Figura 2 muestra un elemento típico de suelo que contiene 3 fases diferenciales: Sólida (partículas minerales),

líquidas (agua) y gaseosa (aire o gas). La parte de la izquierda (b) representa las tres fases como podrían presentarse en un elemento de suelo natural. En la parte de la derecha (a) se han separado las tres fases con el fin de facilitar la deducción de las relaciones entre ellas. (p.6)

Figura 2: Relación entre las fases de un suelo



Fuente: Muelas, (2015)

a) Elemento de suelo natural.

b) División de un elemento en fases.

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

V : Volumen total del elemento suelo.

V_s : Volumen ocupado por las partículas de suelo.

V_w : Volumen ocupado por la fase líquida (agua).

V_v : Volumen ocupado por los huecos (fase líquida + fase gaseosa).

W : Peso total del elemento de suelo.

W_s : Peso de las partículas del suelo.

W_w : Peso de la fase líquida (agua).

W_g : Peso de la fase gaseosa (aire)= 0

- **Peso específico.**

Es el vínculo del peso del suelo entre el volumen del suelo, cumpliendo la condición de grado de saturación igual a 100%, se expresa numéricamente con la siguiente ecuación:

FORMULA N° 1: Peso específico.

$$Y_{sat} = \frac{W_s + W_\omega}{V_m} \dots\dots\dots (1)$$

2.2.2.4.2 Granulometría

Según Muelas, (2015). “El objetivo principal de la granulometría es diagnosticar cuantitativamente la repartición de tamaños de partículas de suelo”. (p.8)

También Muelas, (2015) dice:

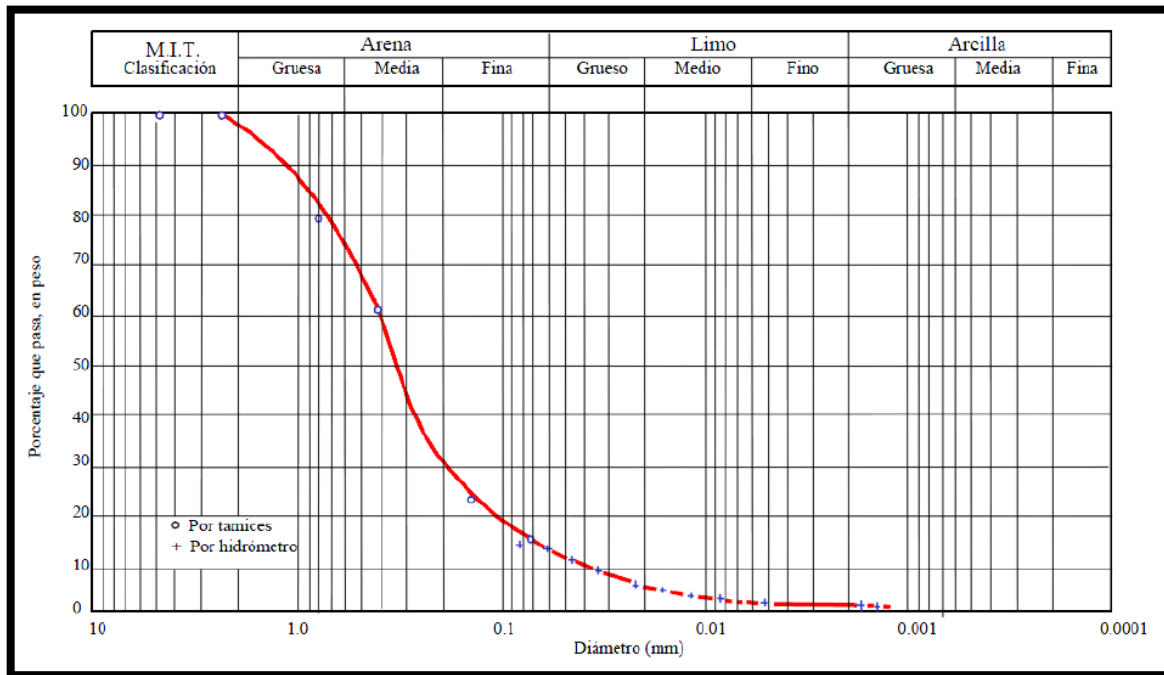
En cualquier masa de suelo, las dimensiones de las partículas varían considerablemente. Para clasificar de forma correcta se debe conocer su distribución granulométrica es decir, la repartición en porcentaje, de los distintas dimensiones dentro del suelo. La distribución granulométrica de partícula de dimensión superior a 0.08 mm, se halla mayormente generalmente por un análisis granulométrico por tamizado. Para partículas de tamaño inferior al mencionado (0,08 mm) se emplea la granulometría por sedimentación. (p.8)

Entonces para Muelas, (2015). El análisis granulométrico por tamizado:

Se practica tomando una porción medida del suelo seco, bien triturado y pasándolo a través de una serie de tamices reglamentados (cuyo tamaño de malla suele ir reduciéndose en progresión geométrica a razón 2). Se pesa la masa de suelo retenido en cada tamiz y se determina el porcentaje acumulado que paso por el mismo. (p.8)

El porcentaje que pasa por cada tamiz, hallado anteriormente, se expresa en un gráfico semilogarítmico. Donde en la fila de las abscisas están los diámetros de las mallas, y en las ordenadas el porcentaje de material que pasa. En la Figura 3 se observa un ejemplo de una curva granulométrica de un suelo. (p.8)

Figura 3: Curva Granulométrica de un suelo



Fuente: Lambe, (1951)

Cuando se halla la curva granulométrica, existen dos coeficientes que se utilizan determinar la curvatura del gráfico granulométrico. Estos coeficientes son:

FÓRMULA N° 2: Coeficiente de Uniformidad.

$$Cu = D_{60}/D_{10} \dots\dots\dots (2)$$

FÓRMULA N° 3: Coeficiente de curvatura.

$$Cc = D_{30}^2/(D_{60} \times D_{10}) \dots\dots\dots (3)$$

Según Muelas, (2015). El Coeficiente de Uniformidad (C_u):

Es la división del material pasante en un 60% y 10% del diámetro del tamiz. Si C_u es inferior que 5, el suelo tiene una granulometría uniforme. Si $5 < C_u < 20$, el suelo es poco uniforme; y si $C_u > 20$, se considera bien graduado. Cuando más uniforme es el suelo, más uniforme es la dimensión de sus huecos y más complicada es su compactación, al no hallarse una cierta diferencia de dimensiones que ocupan los huecos. (p.9)

También Muelas, (2015). Nos define que el Coeficiente de Curvatura (C_c):

Denominada graduación, esta entre valores de 1 y 3 para estimar un suelo bien graduado. Se la relación entre el cuadrado del diámetro correspondiente al tamiz por el que pasa un 30% del material, y entre la multiplicación de los diámetros correspondientes a los tamices por los que pasa un 60% y 10% del material. (p.9)

Entonces concluye Muelas, (2015). Según el análisis granulométrico:

Se puede graficar la curva granulométrica de una muestra de suelo como se ve en la Figura 4. Entonces según la granulometría se lo suelos se dividen en: Gravas, arenas, limos y arcillas. (p.10)

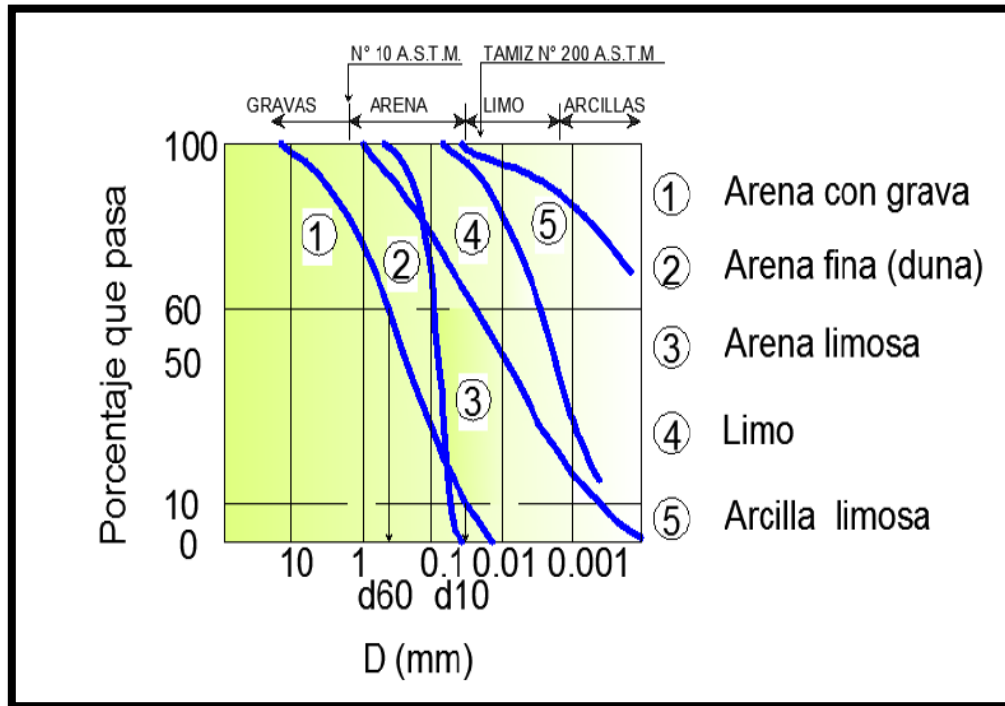
Según Muelas, (2015). Las gravas: “Tienen un tamaño de grano entre unos 80 mm. y 4,75 mm. Las partículas son apreciables a simple vista, con grandes vacíos entre las partículas y no almacenan líquido”. (p.10)

Según Muelas, (2015). Las arenas: “Tienen un tamaño de grano entre 4,75 mm y 0,075 mm. Estas son apreciables a simple vista y no sufren cambio en presencia de líquido”. (p.10)

Según Muelas, (2015). Los limos: “Tiene un tamaño de partícula entre 0,075 mm y 0,002 mm, almacenan líquido y si se forma una pasta limo-agua que se puede colocar sobre la mano y que al golpearlo se observa cómo el líquido brota con sencillez”. (p.10)

Según Muelas, (2015). Las arcillas: “Son partículas que tienen tamaños inferiores a 0,002 mm, puede acumular bastante líquido, con un porcentaje de vacíos enorme, manifiesta unos tiempos de expulsión de agua muy alto y una permeabilidad muy baja.” (p.10)

Figura 4: Clasificación de suelos en función de la granulometría



Fuente: Muelas, 2015

2.2.2.4.3 Plasticidad

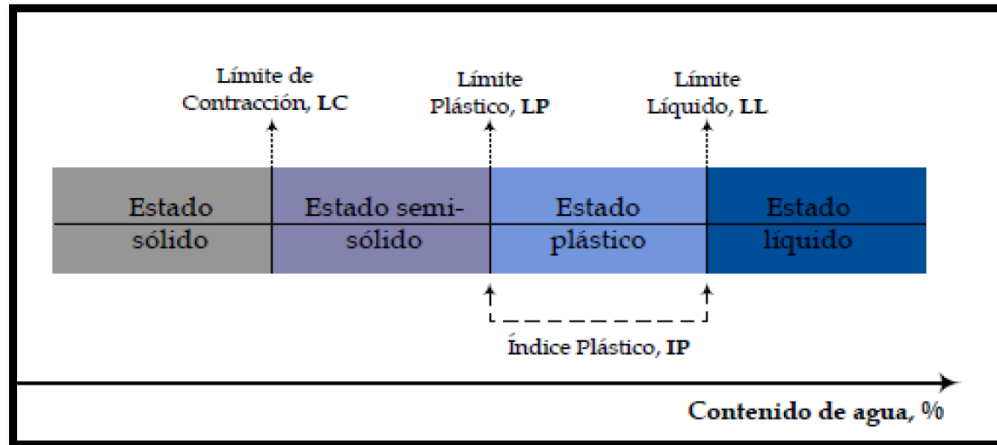
Muelas, (2015). Define a la Plasticidad: “Por ejemplo cuando hay la mezcla de gran cantidad de líquido con un suelo arcilloso, este puede formar un estado semilíquido. Si el suelo pierde humedad poco a poco, se convertirá como un material plástico, semisólido o sólido, variando según la capacidad de líquido que contenga”. (p.10)

Para Muelas, (2015). El Límite de Atteberg es cuando:

La capacidad de líquido y los puntos de transición de un estado a otro. La idea de que un suelo pueda tener en diferentes estados, en relación a su contenido de humedad, se establece que, a inferior se la separación entre partículas, superior será su contenido de líquido y el suelo tomara las características de un líquido. (p.11)

Entonces Muelas, (2015). Concluye que: “Esta diferencia que los suelos finos en relación a su humedad (plasticidad), ya que los suelos gruesos no acumulan líquido y no varían en presencia de un líquido”. (p.11)

Figura 5: Esquema de la consistencia del suelo



Fuente: Muelas, 2015.

Para Crespo, (2004). El Límite Líquido:

Es el contenido de líquido dado en porcentaje, con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia de una fase líquida a una fase plástica, teniendo que su cohesión se nula y baja resistencia al esfuerzo de corte. (p.70)

Para Crespo, (2004). El Límite Plástico:

Es el contenido de líquido dado en porcentaje, con respecto al peso seco de la muestra secada en un horno, con el cual el suelo cambia de una fase semisólida a una fase plástica, teniendo que es muy afectado por contenido orgánico. (p.76)

Para Crespo, (2004). El Índice Plasticidad:

Es la resta que se da entre el límite líquido y el límite plástico que nos muestra el rango de humedades dentro del cual se establece un estado plástico, que no permite ver que suelo tiene las mejores cualidades para cierto uso. (p.78)

Tabla 2: Rangos de Valore más frecuentes de la consistencia del suelo

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: (Nañón, 2015).

Para el cálculo de los límites de Atterberg se lleva a cabo con los siguientes ensayos de laboratorio, definiéndose el límite líquido que se halla con la cuchara de Casagrande y en el límite plástico atreves del bastoncillo de 3 mm para observar su estado de agrietamiento.

La fórmula para los índices de plasticidad y liquidez son:

FORMULA N° 4: Índice Plástico

$$IP = LL-LP \dots\dots\dots (4)$$

FORMULA N° 5: Índice de liquidez.

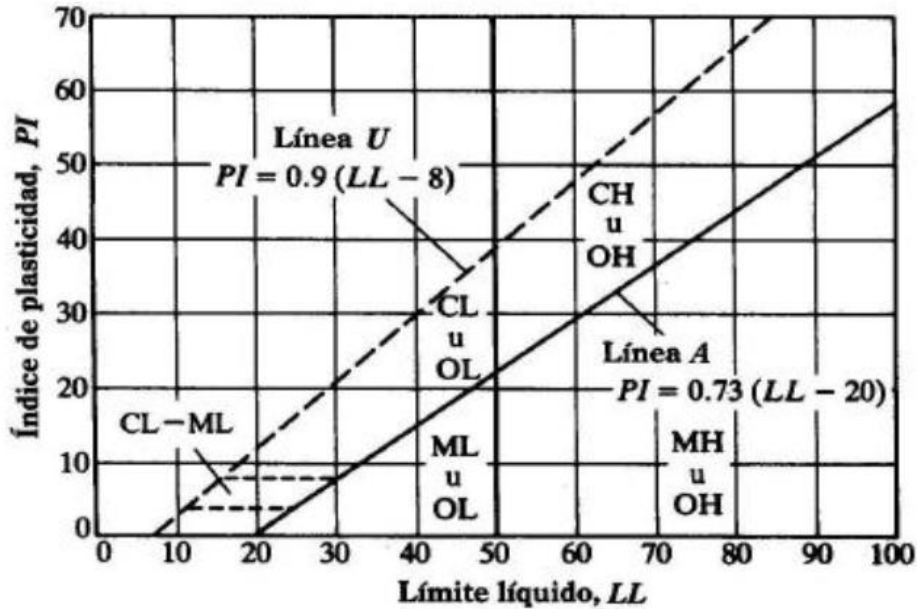
$$IL = \frac{Wn-Wp}{Wl-Wp} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

Wn : Humedad natural

Con el fin de proporcionar una representación adecuada de la plasticidad de una muestra de suelo se emplea la denominada Carta de Plasticidad de Casagrande.

Figura 6: Relación del límite líquido vs índice de plasticidad



Fuente: Muelas, 2010.

Según Muelas, (2015): Casagrande definió que los suelos son:

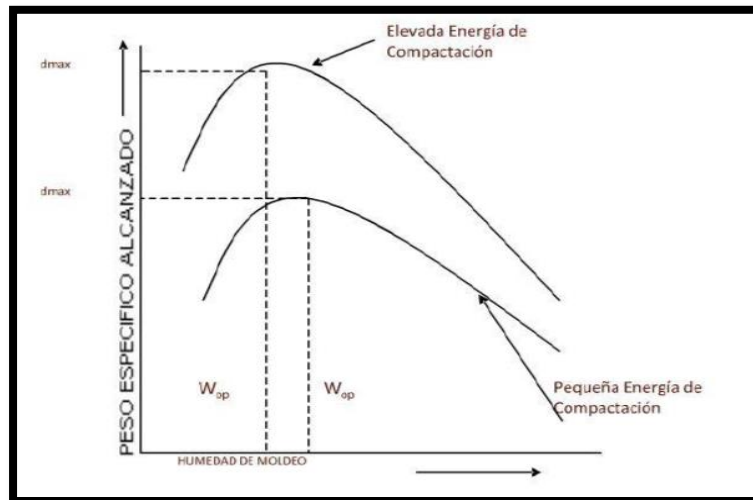
Límite Líquido mayor a 50 ($LL > 50$) son de “alta plasticidad” (pueden contener un mayor contenido de agua y por lo cual deformaciones plásticas mayores). Los suelos con límite líquido menor a 50 ($LL < 50$) se denominan de “baja plasticidad”. Casagrande definió una línea A, que separa los suelos arcillosos 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). (p.12)

2.2.2.4.5 COMPACTACIÓN DE SUELOS.

Según Tello (2012). La compactación:

Su objetivo es el mejoramiento de las propiedades de ingeniería de la masa de suelos, con la garantía de hallar un suelo mejorado que posea y contenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra, 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 Figura 7.

Figura 7: Curva de Compactación



Fuente: Tello, 2012.

FÓRMULA N° 7: Ecuación para el cálculo de la compactación de los suelos.

$$Ec = \frac{N * n * W * h}{V}$$

Donde:

N: número de golpes por capa

n: número de capas de suelo

W: peso del martillo (Kg)

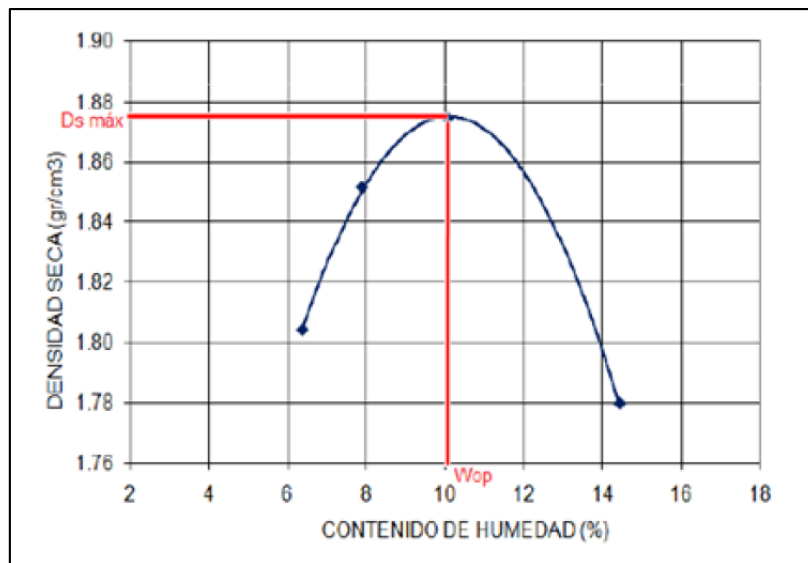
h: altura de caída del martillo (cm)

V: volumen del suelo compactado (cm³)

Según Tello, (2012). Con cierta humedad:

El suelo llega a su densidad máxima cuando la energía aplicada y el resultado obtenido bajo estas condiciones se llaman densidad Proctor 100%. El cual el numeral en el punto máximo de la curvatura se denominara 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.

Figura 8: Relación entre la densidad seca vs contenido de humedad



Fuente: Tello, 2012.

2.2.2.4.6 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (EE.UU.) SUCS.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS (IRAM 10509 y ASTM D 2487 y 2488) es el de uso más extendido en la práctica geotécnica. Está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico) de los suelos. Este sistema de clasificación de lo utiliza en cimentaciones.

Para la clasificación se toma en cuenta lo siguiente:

1. Porcentaje de la fracción que pasa por el tamiz N° 200.
2. Forma de la curva de distribución granulométrica.
3. Característica de plasticidad y comprensibilidad.

Los suelos se separan en tres divisiones:

1. Suelos de grano grueso.
2. Suelos de grano fino.
3. Suelos altamente orgánicos.

Para ello se da la siguiente simbología de sus siglas en inglés:

G = grava.

S = arena

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.

Pt = turba.

W = bien graduado, Depende del Cu y Cc.

P = mal graduado, depende del Cu y Cc.

L = plasticidad baja.

H = plasticidad alta.

Según Whitman, (1972): Los suelos de grano grueso se dividen en gravas (G) y arenas (S):

Las gravas contienen un porcentaje mayor de la fracción gruesa retenida en el tamiz N° 4 (4,76 mm) y las arenas son aquellos suelos cuya poción pasa el tamiz N° 4. Tanto las gravas como las arenas, se dividen en cuatro grupos secundarios: *GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC* respectivamente, según la cantidad y el tipo de los finos y la forma de la curva granulométrica.

Los suelos de grano fino se subdividen en *limos (M)* y *arcillas (C)*, según su límite líquido y su índice de plasticidad. Y esto se divide 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 (O) 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.

2.2.2.4.6.1 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% o más es retenido en la malla N° 4. (\geq)
- S: Arena: Más del 50% pasa la malla N° 4.

1.1) 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*.

1.2) 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:

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

GP y SP no cumplen estos requisitos.

1.3) 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.

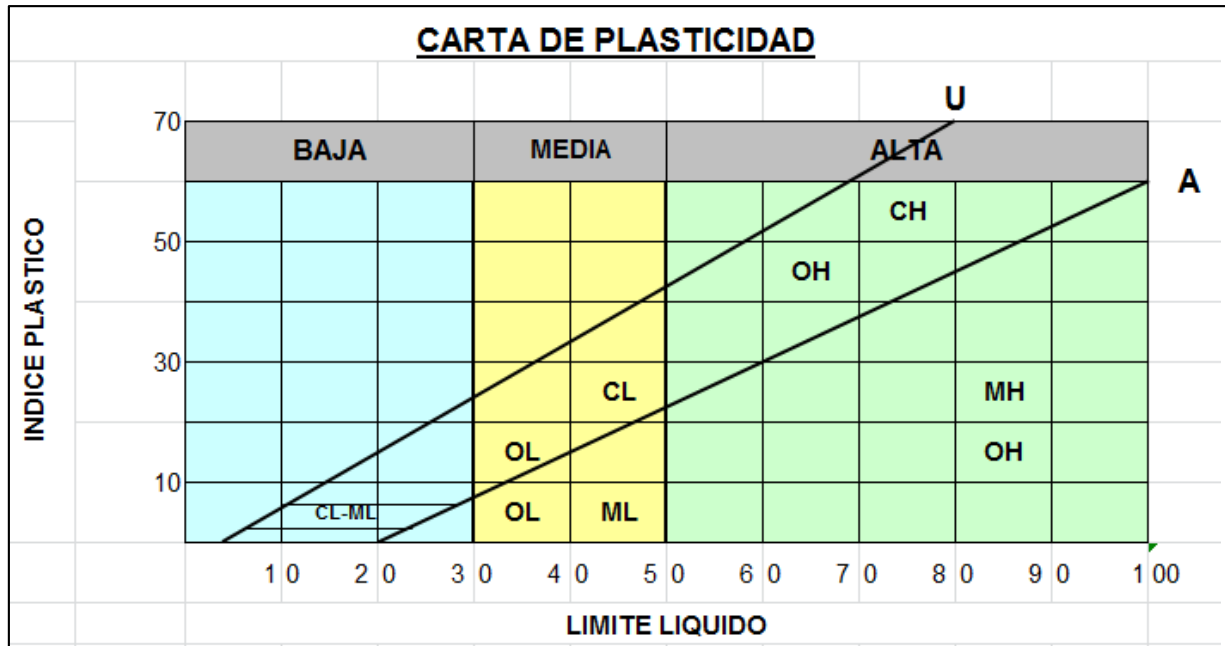
b) Para GC y SC (mezclas bien graduadas con arcilla): los límites debe encontrarse sobre la línea "A" o el índice de plasticidad debe ser mayor de 7.

Nota: En la zona con $4 \leq IP \leq 7$, doble símbolo (CL=ML)

2) Suelos de grano fino:

Solo se aplica la carta de plasticidad.

Figura 9: Carta de Plasticidad para suelos finos



Fuente: Whitman, 1972.

1. Grupos CL y CH

- El grupo CL comprende a la zona sobre la línea "A" (LL 50% y IP 7%)
- El grupo CH corresponde a la zona arriba de la línea "A" (LL 50%)

2. Grupos ML y MH.

- El grupo ML comprende la zona bajo la línea "A" con LL 50% y una porción sobre la línea "A" con IP 4%.
- El grupo MH corresponde a la zona debajo de la línea "A" con LL 50%.

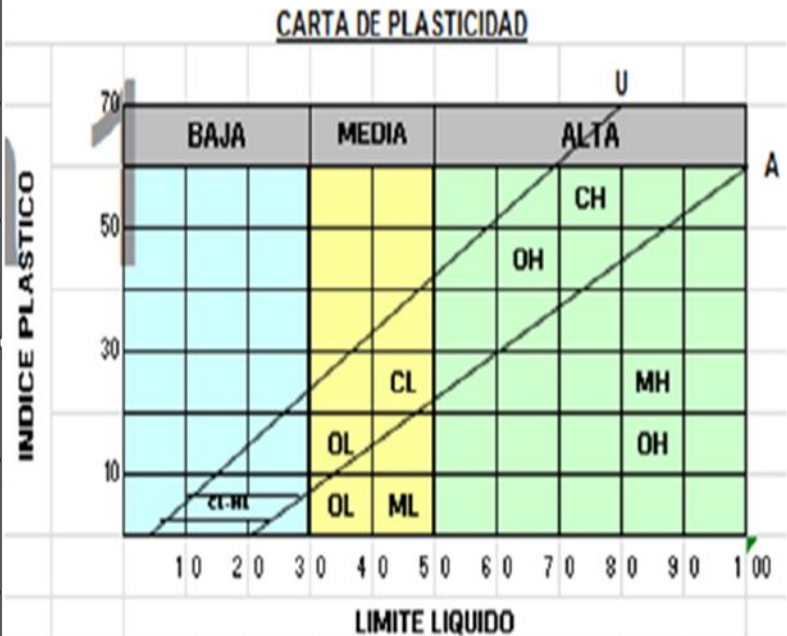
Los suelos finos que caen sobre la línea “A”, con 4% IP 7% se consideran como casos de frontera, asignándoles el símbolo doble CL – ML.

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 3: 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 PARTICULAS 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 N°4.	GRAVAS LIMPIAS (poco o nada de partículas finas)	GW	Gravas bien gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos	Coeficiente de uniformidad Cu : mayor de 4 Coeficiente de curvatura Cc : entre 1 y 3 $Cc = \frac{D_{60}}{D_{10}} ; Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$			
			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 apreciable de partículas finas)	GM	d	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)		u	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)	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 $Cc = \frac{D_{60}}{D_{10}} ; Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$			
			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 apreciable de partículas finas)	SM	d	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.	
				u	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Arriba de "A" I.P. mayor que 7		
			SC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.				
		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 dobles.						

DIVISIÓN	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO	SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO		
SUELO DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material PASA en la malla número 200	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 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.
		Media a alta	Nula a muy lenta		Ligera a media	OH Arcillas orgánicas de media o 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.	



2.2.2.4.7 Capacidad Portante del Suelo

Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. La capacidad portante es la mayor presión medible entre la cimentación y el terreno con respuesta a que no se dé un fallo por asentamiento diferencial o fallo por cortante. En conclusión, la capacidad portante admisible será idealizada de los siguientes criterios:

- Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento.
- Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por éste, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.

De manera análoga, la expresión capacidad portante se utiliza en las demás ramas de la ingeniería para referir a la capacidad de una estructura para soportar las cargas aplicadas sobre la misma.

2.2.2.4.8 Teoría de la Capacidad de Carga Última

Según Braja, (2004):

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría para evaluar la capacidad última de carga de cimentaciones superficiales, el cual nos da a conocer que una cimentación es superficial si la profundidad (D_f) de la cimentación es menor o igual al ancho, tiempos después se sugirió que las cimentaciones con D_f igual a 3 veces el ancho de la cimentación se llamen como cimentaciones superficiales. (p.393)

FÓRMULA N° 8: Capacidad de Carga Última.

$$q'_c = \frac{2}{3}CN'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5\gamma BN'_\gamma \dots \dots \dots (8)$$

Dónde:

q'_c = Capacidad de carga límite.

C = Cohesión del suelo.

γ = Peso específico del suelo.

Df = Profundidad de desplante de la cimentación.

B = ancho transversal de la cimentación.

N'c, N'q, N'γ = Factores de capacidad de carga. Se obtienen de la Figura 10, dependen solo del ángulo de fricción interna φ.

2.2.2.4.9 Cálculo de capacidad de carga última de diseño

a) Parámetros de Cálculo

Se empleará la fórmula propuesta por Terzaghi, para zapatas corridas o continuas:

FORMULA N° 9: Capacidad de carga admisible de diseño.

$$q'_c = \frac{1}{FS} \left(\frac{2}{3} CN'_c + \gamma Df N'_q + 0.5\gamma B N'_\gamma \right) \dots\dots\dots(9)$$

Dónde:

q'c = Capacidad de carga límite.

C = Cohesión del suelo.

γ = Peso específico del suelo.

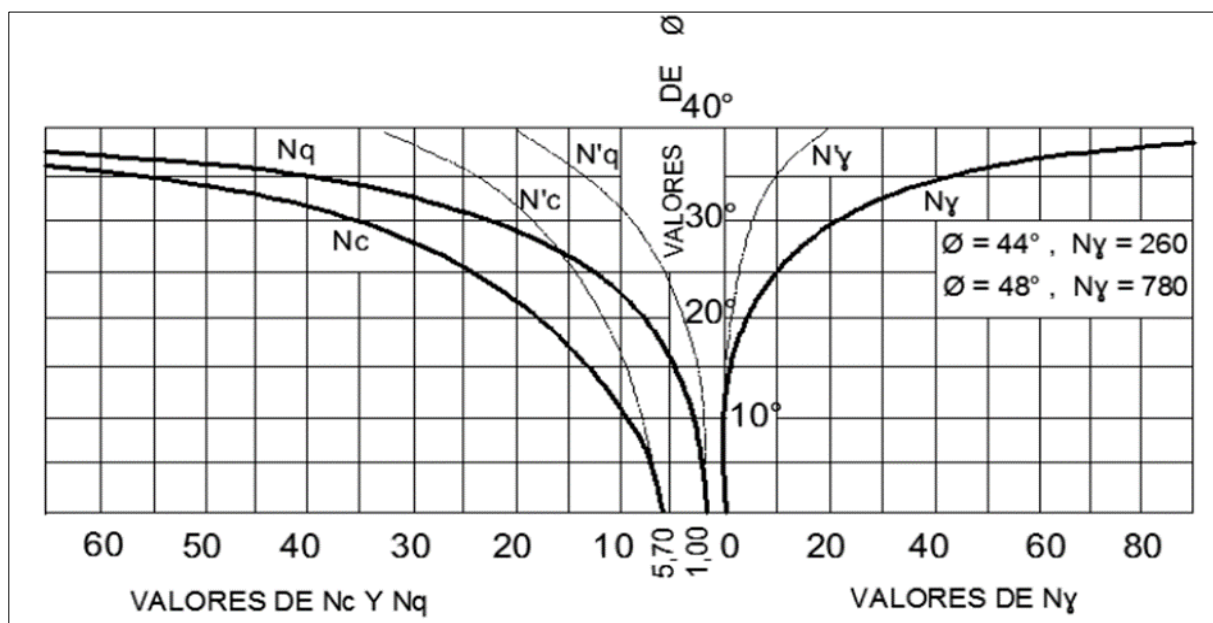
Df = Profundidad de desplante de la cimentación.

B = ancho transversal de la cimentación.

N'c, N'q, N'γ = Factores de capacidad de carga. Se obtienen de la figura: 11, dependen solo del ángulo de fricción interna φ.

FS: Factor de Seguridad.

Figura 10: Factores de Capacidad de carga de Terzaghi



Fuente: Crespo, (2004)

Tabla 4: Parámetros característicos del suelo

TIPOS DE SUELOS	DENSIDADES APARENTES			Angulo de Fricción Interna (grados)	COHESIÓN	
	Sobre nivel Freático		Bajo nivel Freático		Tn/m ²	Kg/Cm ²
	Húmedo	Saturado				
NO COHESIVOS	(Tn/m ³)	(Tn/m ³)	(Tn/m ³)			
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: pág. 61 del Manual de Mecánica de Suelos por el Ing° Peter Wilhelm Wicke.

Tabla 5: Parámetros Característicos del Suelo

TIPO DE SUELO	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTEMBERG			PESO ESPECIFICO		HUMD	PROCTOR NORMAL		DEFORMABILIDAD		RESISTENCIA AL CORTE			PERMEABILIDAD
	< 0.06	< 2.00	(Fracción < 0.04 mm)			Y	Ysum	w	D. Seca	wpm	Es = Eo	(σ/σt)	φ	C	φp	K
	Nº 200	Nº 10	WL	WP	Ip	Y	Ysum	w	D. Seca	wpm	Es = Eo	(σ/σt)	φ	C	φp	K
	%	%	%	%	%	T/m3	T/m3	%	T/m3	%	Eskp/cm2	α	(°)	T/m2		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		20	16	4	2.1	1.15	9	2.1	7	400	0.7	35	1	32	1.00E-02
	15	< 60	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		20	16	4	2	1.05	13	1.9	10	150	0.9	28	3	22	1.00E-02
	40	< 60	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

TIPO DE SUELO	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTEMBERG			PESO ESPECIFICO		HUMD	PROCTOR NORMAL		DEFORMABILIDAD		RESISTENCIA AL CORTE			PERMEABILIDAD
	< 0.06	< 2.00	(Fracción < 0.04 mm)			Y	Ysum	w	D. Seca	wpm	Es = Eo	(σ/σt)	φ	C	φp	K
	Nº 200	Nº 10	WL	WP	Ip	Y	Ysum	w	D. Seca	wpm	Es = Eo	(σ/σt)	φ	C	φp	K
	%	%	%	%	%	T/m3	T/m3	%	T/m3	%	Eskp/cm2	α	(°)	T/m2		m/s
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

2.3 Definiciones conceptuales

2.3.1 Meteorización: Erosión, alteración o descomposición de una roca por la acción de los agentes atmosféricos

2.3.2 Feldespatos: Correspondientes a los silicatos de aluminio, sodio, potasio y calcio o mezclas de sus bases, son los minerales que más abundan en la corteza terrestre

2.3.3. In situ: Elaborado en el mismo lugar

2.3.4. Humus: es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos descomponedores (como hongos y bacterias)

2.3.5 Cantos rodados: son fragmentos de roca pulidos y sueltos, susceptibles de ser transportados por medios naturales, como las corrientes de agua, los corrimientos de tierra, etcétera.

2.3.6. Permeabilidad: es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna

2.3.7 Comprensibilidad: es una propiedad de la materia a la cual hace que todos los cuerpos disminuyan el volumen al someterlos a una presión o compresión determinada manteniendo constantes otros parámetros

2.3.8 Saturados: situados por debajo del nivel de agua freática, donde las fases presentes son: sólida y líquida, es decir, que los espacios vacíos o poros del suelo están ocupados por agua.

2.3.9 Deyección: Conjunto de materias arrojadas por un volcán o desprendidas de una montaña

2.4 Formulación de la Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

- Las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante son desfavorables para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

2.4.2 Hipótesis específicos

- El suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos será en su totalidad de tipo SP en la Ciudad Satélite – Huacho 2019
- El análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos esta entre los rangos permisibles en la Ciudad Satélite – Huacho 2019
- Los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares son favorables en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño Metodológico

La gestación del diseño del estudio representa el punto donde se conectan las etapas conceptuales del proceso de investigación como el planteamiento del problema, el desarrollo de la perspectiva teórica y las hipótesis con las fases subsecuentes cuyo carácter es más operativo

3.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación será descriptiva, se propone este tipo de investigación describir de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés. Ejemplos de investigación descriptiva son las siguientes:

- Un censo de población
- Una encuesta para determinar las preferencias de los habitantes de una ciudad por determinados programas de televisión
- Una encuesta para determinar algunas características de las escuelas públicas de un país

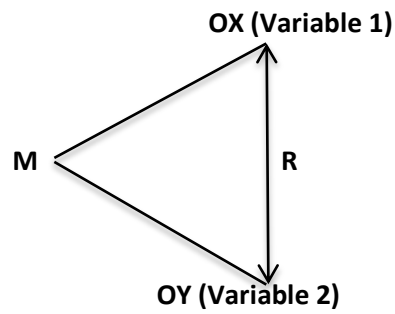
3.1.2 Nivel de Investigación

3.1.3 Diseño

Según el autor Palella, Santa y Martins Pestana, Filiberto (2010), define: El diseño no experimental transversal es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto, en este diseño no se construye una situación específica si no que se observa las que existen. (pag.87).

Las variables intervinientes se interrelacionan bajo el siguiente esquema:

Figura 11: Grafico del diseño de investigación



M = Muestra

OX= Observación de la variable X, en una sola oportunidad.

OY= Observación de la variable Y, en una sola oportunidad.

X= Gestión de abastecimiento.

Y= Competitividad empresarial.

R= Grado de relación entre las variables

3.1.4 Enfoque

El enfoque cuantitativo es progresivo y probatorio. Cada etapa es consecuente a la siguiente y no podemos eludir pasos. El orden es estrictamente riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de un concepto que va desarrollándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se contempla la literatura y se elabora un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas o rechazarlas; se evalúan las variables en un determinado contexto; se analizan las evaluaciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se logra una serie de conclusiones respecto a las hipótesis planteadas. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Según (Arias, 2006):

Se entiende por población conjunto finito o infinito de elementos con características comunes, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio. Es decir, se utilizará un conjunto de personas con características comunes que serán objeto de estudio. (p. 81)

La población y la muestra de la presente investigación están determinada por el terreno de Ciudad Satélite del distrito de Huacho

3.2.2 Muestra

La muestra estará constituida por la extracción de materia de las calicatas del terreno de Ciudad Satélite del distrito de Huacho

3.3 Operacionalización de Variables e Indicadores

3.3.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

3.3.1.1 Definición de Variable

Juarez & Rico, (1995) El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos:

No se designa a ubicar la muestra dentro de uno de los grupos enumerados, sino que engloba, una descripción del mismo, tanto alterado como inalterado. Esta descripción nos puede dar características para un estudio técnico que escapan a la mecánica de la prueba que se realizan. Un ejemplo típico de ello es la compactación. (p. 157)

3.3.1.2 Dimensiones

- Porcentaje de la fracción que pasa por el tamiz N° 200
 - Ensayo Granulométrico
- Forma de la curva de distribución granulométrica
 - Ensayo Granulométrico
 - Grafica de la curva granulométrica
- Características de plasticidad y comprensibilidad
 - Carta de Plasticidad
 - Ensayo de Plasticidad
 - Ensayo de Compactación
 - Clasificación SUCS

3.3.2 Capacidad Portante

3.3.2.1 Definición de Variable

Crespo, (2004). La carga portante es:

La carga admisible que en una cimentación puede ser aplicada sin producir daños a la estructura, considerando un coeficiente de seguridad normativo. La carga admisible no depende únicamente del terreno, sino también de las características del suelo y el factor de seguridad usado. (p.290)

3.3.1.2 Dimensiones

- Teoría de la capacidad ultima
 - Formula de Terzaghi
 - Cohesión
 - Coeficiente de Fricción
 - Formula de Capacidad Ultima
 - Formula de Capacidad Admisible

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas a emplear

- Para la aplicación del instrumento se coordinará con el laboratorio de mecánica de suelos JONELTA SAC
- Uso de calicatas en la zona del terreno.
- La prueba será aplicada en el terreno de ciudad Satélite
- Se verificará que la información procesada en laboratorio sea correcta.

3.4.2 Descripción de los instrumentos

3.4.2.1. INSTRUMENTOS

3.4.2.1.1 Calicatas

Excavación de forma perpendicular en el terreno de dimensiones de 1.5 m x 1.5 m x 3.0 m según lo reglamentario, donde se puede extraer el material para el uso en el laboratorio.

3.4.2.1.2 Equipos del Laboratorio

Serán evaluados las muestras con los ensayos respectivos que son el de contenido de humedad, granulometría, plasticidad, etc.

3.4.2.1.3 Registro Académico

Se anotarán los resultados en los formatos de los ensayos de mecánica de suelos a realizar de las muestras tomadas

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

El estudio comprenderá cuatro etapas:

Primera, destinada a la visita a campo, donde se verificará el lugar, para la zonificación, las viviendas que sufren asentamientos y reconocimiento ocular del tipo de suelo

Segundo será la elaboración de las calicatas para extracción de muestras, con maquinaria o peones que excaven según las dimensiones ya mencionadas en cada punto ya decido en el terreno, de donde, el material será extraído en bolsa de 5 kg para su análisis en el laboratorio de cada calicata teniendo en cuenta la distribución de calicatas en la zona de estudio. Para la distribución de calicatas se ha tomado en cuenta que se han elaborado 8 calicatas anteriormente por el laboratorio de mecánica de suelos que me brindo para poder realizar el análisis de suelos, y se enfocó más en las 2 zonas que aún no se había realizado estudios de suelos, que en total se tendría 10 calicatas.

En tercera parte en el laboratorio de mecánica de suelos para los ensayos respectivos, que se harán con ayuda del técnico de laboratorio, y con los equipos los diferentes ensayos necesarios para hacer la clasificación SUCS y hallar la capacidad portante que son los siguientes:

- Ensayo de límites de Atterberg (NTP 339.129 – 1999)
- Ensayo para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (NTP 339.134 – 1999).
- Ensayos granulométricos por tamizado y por sedimentación (NTP 339.128 – 1999).
- Determinación del peso específico de las partículas.
- Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual. (NTP 339.150– 1999)

Y cuarto y no menos importante el cálculo y consolidación de los resultados obtenidos de las muestras traídas que lo subdividiremos en:

- **Análisis e interpretación de los ensayos de laboratorio:**

En esta etapa se ha analizado y se ha interpretado cada una de los resultados obtenidos en el laboratorio. Luego de obtener todos los resultados de la granulometría

y plasticidad se ha procedido a realizar la clasificación de suelos con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

- **Calculo de la capacidad portante del suelo:**

Para el cálculo de la capacidad portante se aplicó la fórmula de TERZAGHI, en el programa Excel para obtener el ángulo de fricción interna de suelo y la cohesión se ha empleado las tablas de los parámetros característicos ya visto anteriormente, las dimensiones de la cimentación se ha escogido un cimiento corrido con un ancho (B) de 0.80 m. y de dimensiones de zapata de 1.80x2.00.

- **Plan de zonificación por capacidad portante:**

El plano de zonificación por capacidad portante se ha elaborado en base a los resultados obtenidos de cada calicata después de aplicar la fórmula de TERZAGHI. Para la zonificación se ha tomado rangos que se los ha distribuidos de la siguiente manera 1 – 1.5 será zona 1, 2.0 – 2.5 es zona 2 y de 2.5 – 3.0 es zona 3. Se realizó esta metodología

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis e Interpretación de resultados de laboratorio

4.1.1. Resultados la clasificación SUCS y Capacidad Portante - Ensayos de Laboratorio

Tabla 6: Resumen de Ensayos de Laboratorio

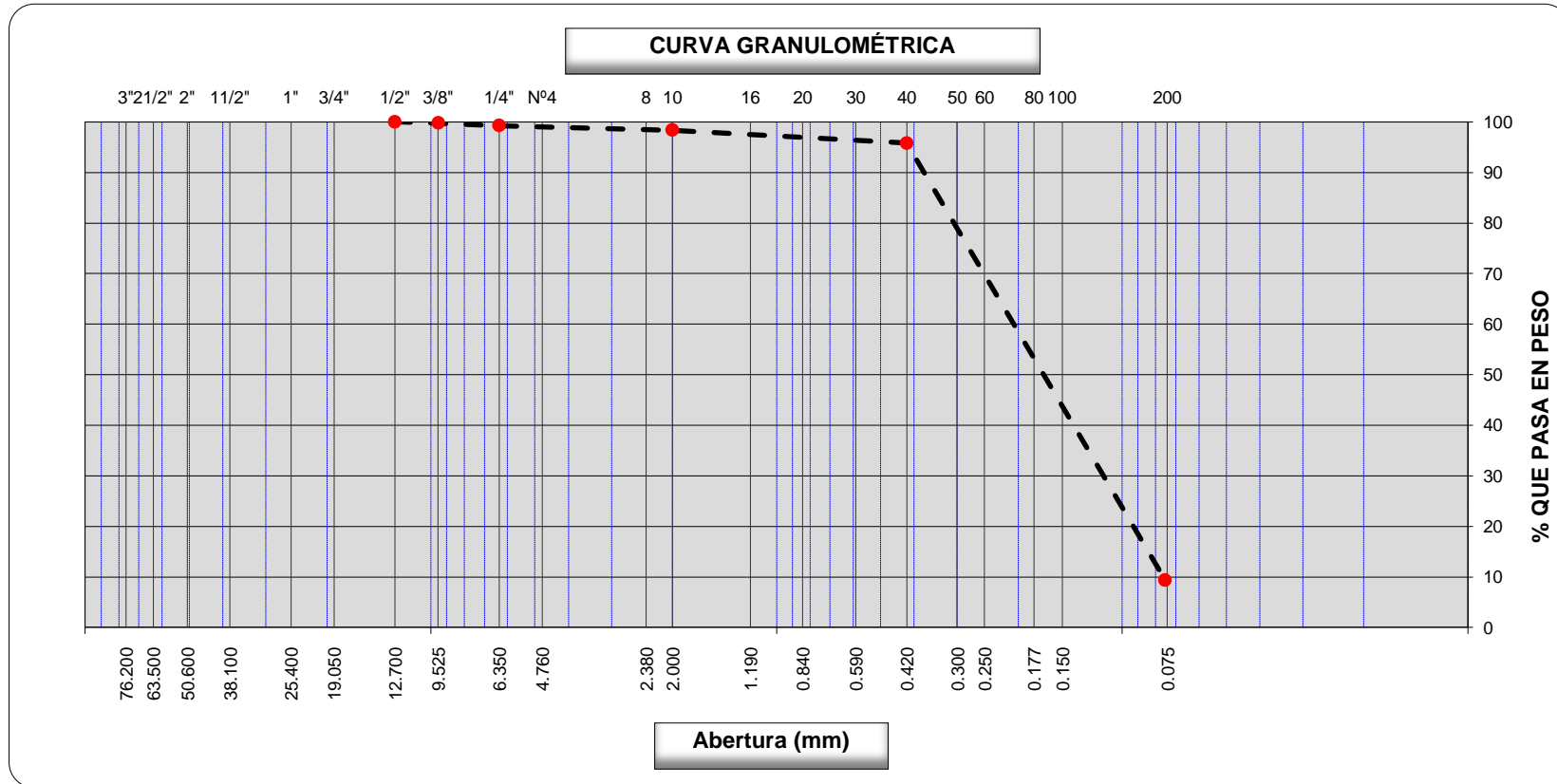
CALICATA	CONTENIDO HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm ³)	GRANULOMETRIA (%)		LIMITE		CLASIFICACION (SUCS)	CAPACIDAD PORTANTE D _f =1.50 m q' _c (kg/cm ²)	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DE DISEÑO q' _c /3.0=(kg/cm ²)
				>N° 4	>N° 200	LIQUIDO	PLASTICO			
C-01	2.70	1.425	1.425	89.70	9.30	0	0	SM	3.420	1.140
C-02	2.50	1.418	1.418	90.10	8.90	0	0	SM	3.399	1.133
C-03	2.70	1.434	1.434	90.10	9.00	0	0	SM	3.438	1.146
C-04	2.80	1.425	1.425	89.40	9.30	0	0	SM	3.320	1.111
C-05	2.80	1.416	1.416	89.60	9.60	0	0	SM	3.332	1.111
C-06	2.60	1.435	1.435	89.70	9.40	0	0	SM	3.431	1.114
C-07	2.40	1.418	1.418	89.40	9.70	0	0	SP	3.807	1.269
C-08	2.50	1.406	1.406	91.60	7.30	0	0	SP	3.808	1.269
C-09	2.60	1.417	1.417	90.00	9.10	0	0	SM	3.418	1.139
C-10	2.70	1.423	1.423	89.40	9.60	0	0	SM	3.415	1.138
PROMEDIO	2.63	1.42	1.42	89.90	9.12	0.00	0.00	SM	3.48	1.16

Fuente: Elaboración propia

Nota:

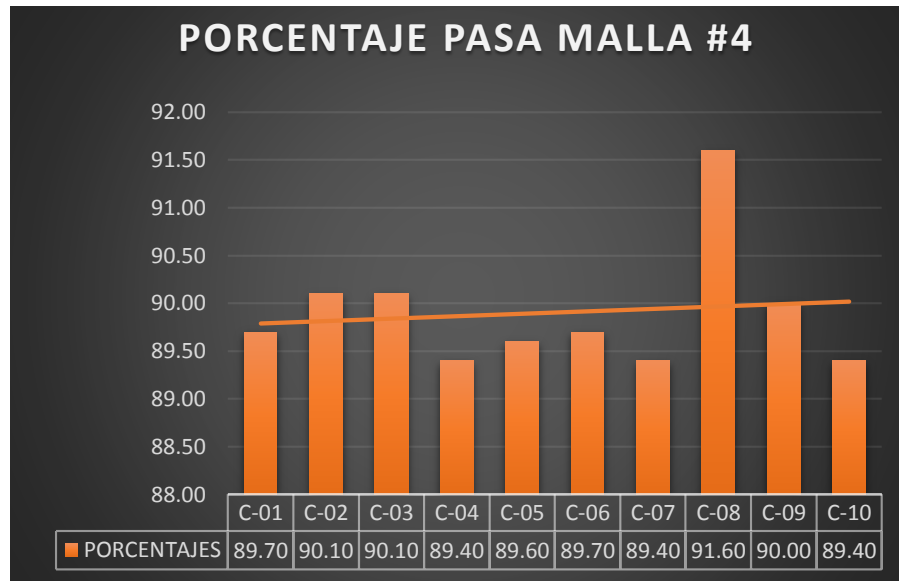
Los resultados obtenidos son de los ensayos de laboratorio, los valores de cero de la columna de limite líquido y limite plástico, puesto que por ser un material areno-limoso según (SM) la clasificación SUS no es necesario desarrollar los ensayos de plasticidad y compresibilidad ya que estos materiales son no plásticos.

Figura 12: Resumen de curvas granulométricas



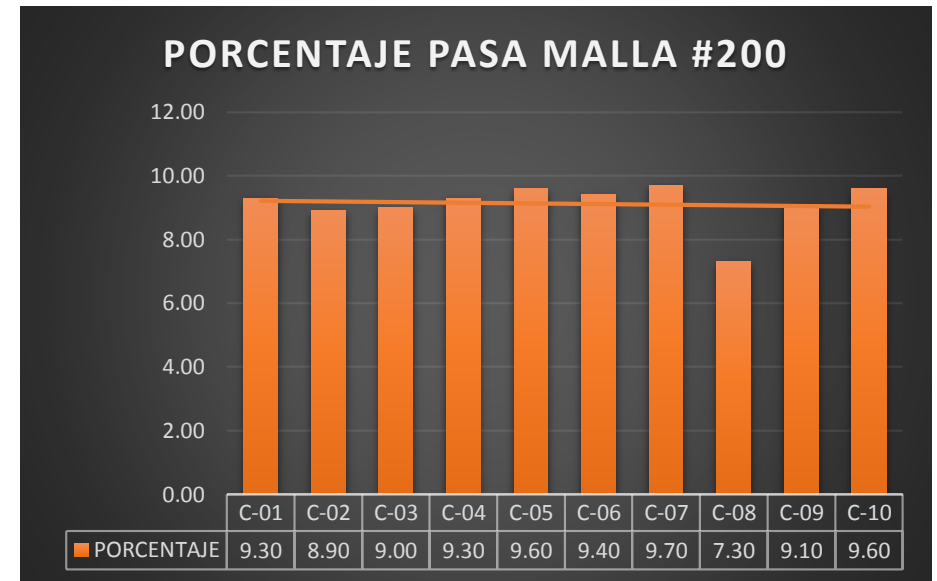
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Constructora y Consultora Jonelta SAC

Figura 13: Porcentaje de material que pasa la Malla #4



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Porcentaje de material que pasa la Malla #200

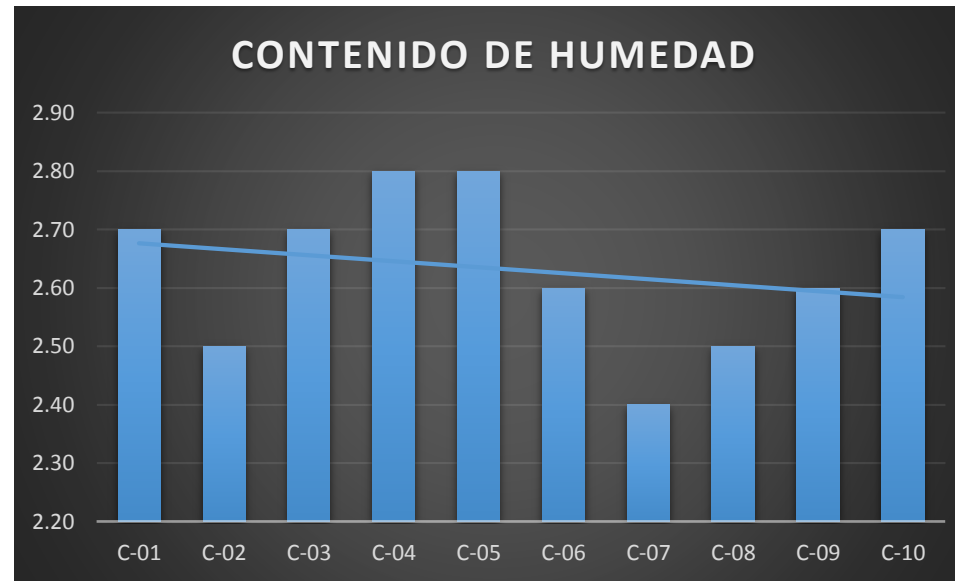


Fuente: Elaboración propia

Nota:

De las muestras del análisis granulométrico se toma en cuenta que la mayoría de material pasa la malla #4 que en promedio es el **89.90%** de material de las muestras, entonces teniendo en cuenta las bases teóricas que si el material pasas más del 50% la malla #4 está en el rango de ser un material tipo S (Arena) y para el porcentaje que pasa la maya #200 es el **9.12%** que nos indica que poco ha sido el contenido retenido en esa malla.

Figura 15: Grafico de Contenido de Humedad

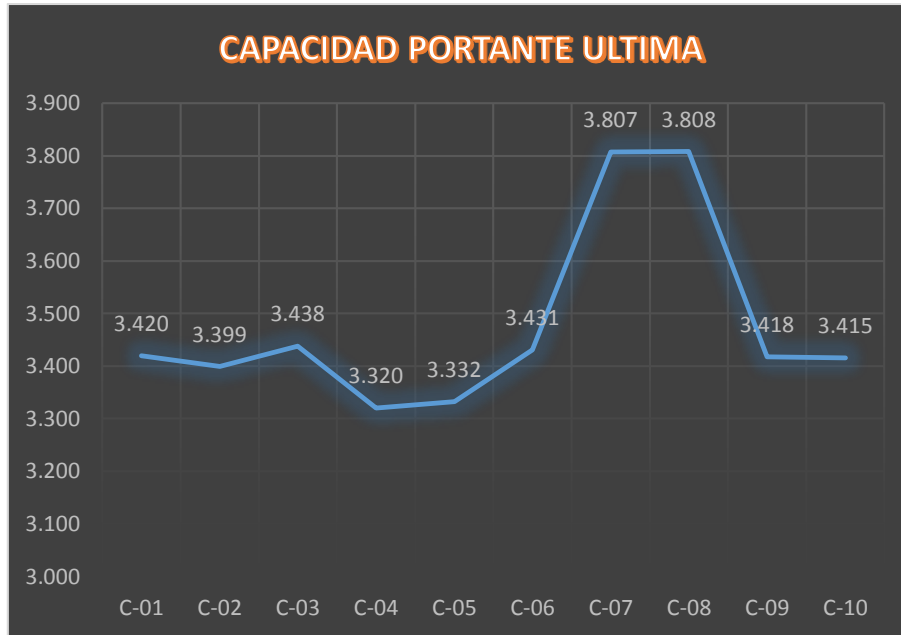


Fuente: Elaboración propia

Nota:

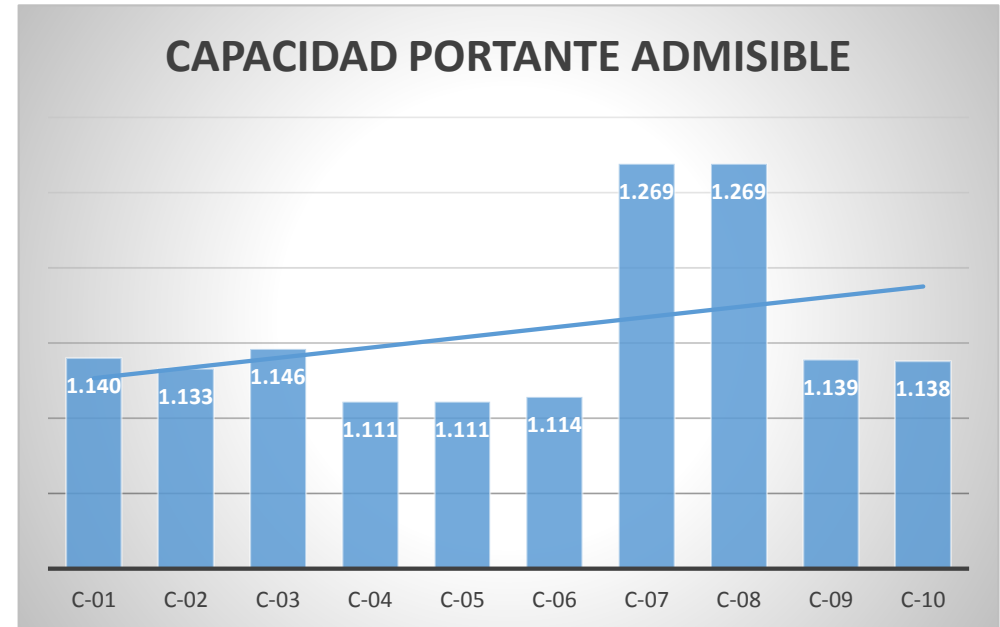
De las muestras según se ve el contenido de humedad es en promedio de **2.63 %** se esto nos dice que el material extraído de las calicatas tiene un bajo contenido de humedad, que es característico de los suelos granulares de arenas como los SM (Arenas – Limosas) y SP (Arenas mal graduadas).

Figura 16: Capacidad Portante Última



Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Capacidad Portante Admisible



Fuente: Elaboración propia

Nota:

De las muestras según se ve que aplicando la fórmula de Terzaghi para el cálculo de la capacidad portante ultima teniendo en promedio un valor de **3.48 kg/cm²** para zapatas rectangulares de profundidad (Df) igual 1.50 metros pero al aplicarle un factor de seguridad de 3 conseguimos nuestra capacidad portante de diseño que en promedio es **1.16 kg/cm²** teniendo así una capacidad portante media.

Tabla 7: Resumen de Zonificación según la Capacidad Portante

N° CALICATA (Df=1.50 m)	CLASIFICACION (SUCS)	(∅) ANG. FRIC. (°)	(C) COHESION (Kg/(cm2))	CAPACIDAD PORTANTE Df=1.50 m q'c (kg/cm2)	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DE DISEÑO q'c/3.0= (kg/cm2)	ZONAS
CALICATA - 01	SM	23.11	0	3.420	1.140	ZONA 1
CALICATA - 02	SM	23.10	0	3.399	1.133	ZONA 1
CALICATA - 03	SM	23.10	0	3.438	1.146	ZONA 1
CALICATA - 04	SM	23.12	0	3.320	1.111	ZONA 1
CALICATA - 05	SM	22.95	0	3.332	1.111	ZONA 1
CALICATA - 06	SM	23.08	0	3.431	1.114	ZONA 1
CALICATA - 07	SP	24.02	0	3.807	1.269	ZONA 1
CALICATA - 08	SP	24.09	0	3.808	1.269	ZONA 1
CALICATA - 09	SM	23.15	0	3.418	1.139	ZONA 1
CALICATA - 10	SM	23.11	0	3.415	1.138	ZONA 1

Nota:

La zonificación realizada se está colocando en Zona 1 para un rango de **1 – 1.5 kg/cm2** según su capacidad portante admisible que nos brinda cada calicata y clasificando esta zona mediante el sistema unificado de clasificación de suelos como **SM - SP**

4.2 Contrastación de hipótesis

PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS GENERAL

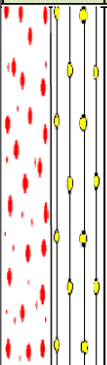
H₀: Las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante son favorables para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

H₁: Las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante son desfavorables para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Del resultado se tiene la siguiente tabla clasificación SUCS según la información de las calicatas

Tabla 8: Tipo de Suelo de Ciudad Satélite - Huacho 2019

Símbolo Gráfico	Descripción Visual del Suelo	Clasificación		Granulometría				Constantes Físicas			W. Natural
		AASHTO	Sucs.	>3"	3" - N°4	N°4 - N°200	< N°200	L.L.	L.P	IP	
	Arena pobremente graduada, color beige, no plástico con baja humedad, con poco % material granular.	A-3 (0)	SP-SM	0	1.0	89.9	9.1	0.0	NP	NP	2.7

Fuente. Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

La clasificación SUCS nos arroja que el tipo de suelo es SP (Arena mal graduada) y SM (Arena Limosa), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, en Ciudad Satélite del distrito de Huacho es desfavorable el tipo de suelo que es arena-limosa y arena mal graduado que este tipo de suelo no es apto para la construcción que puede producir fallas estructurales a la cimentación debido a que este material no es plástico, contiene bajo contenido de humedad y poco porcentaje de material granular y a la vez por su baja capacidad portante que esta misma tiene según los ensayos de mecánica de suelos realizados.

PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS ESPECÍFICA 1

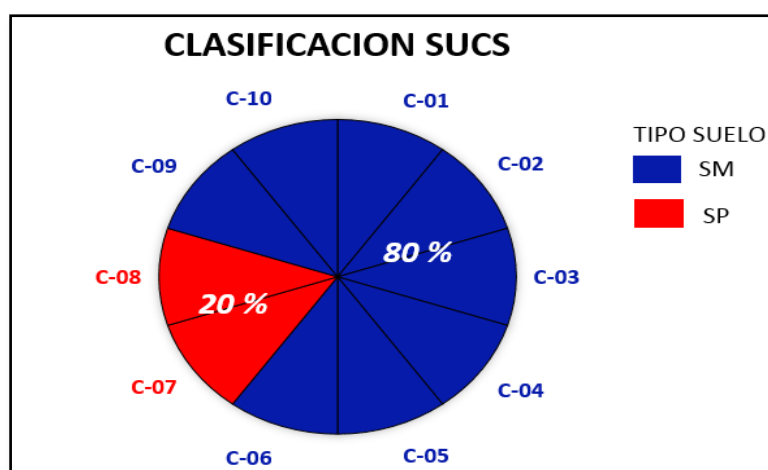
H₀: El suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos no será en su totalidad de tipo SP en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

H₁: El suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos será en su totalidad de tipo SP en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Del resultado se tiene la siguiente grafico pastel de porcentajes de la clasificación SUCS según la información de las calicatas

Figura 18: Tipo de Suelo según la Clasificación SUCS



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Como se observa en la figura 18 es de un 80% en suelo de tipo SM (Arena limosa) y un 20% tipo SP (Arena mal graduada), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, en Ciudad Satélite del distrito de Huacho la predominancia es mayormente un suelo de tipo areno-limoso, según los resultados que nos arroja los ensayos de mecánica de suelos

PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS ESPECÍFICA 2

H₀: El análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos no está entre los rangos permisibles en la Ciudad Satélite – Huacho 2019.

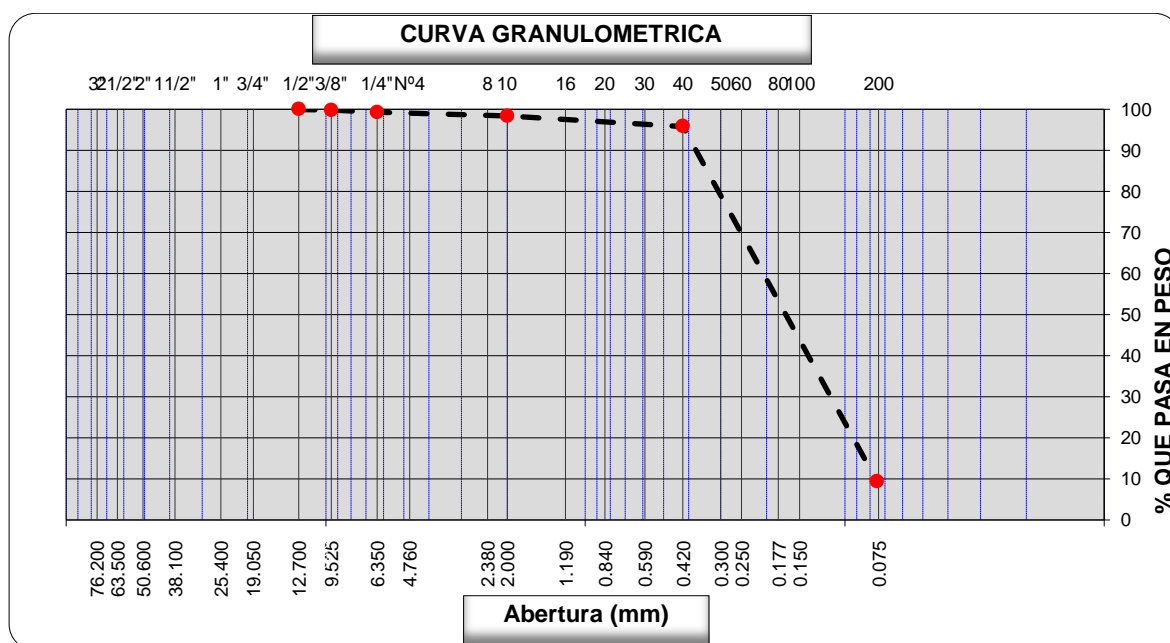
H₁: El análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos está entre los rangos permisibles en la Ciudad Satélite – Huacho 2019

DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Utilizamos el siguiente criterio:

El grafico ya presentado en los resultados presenta de la Figura 2 se tiene:

Figura 19: Resumen de curvas granulométricas



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Como se observa está dentro del rango permisible la curva granulométrica, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, el análisis de la curva granulométrica está dentro de los parámetros cuando se realizó el tamizado los valores se iban colocando en el formato y la curva nos explica que casi todo el material pasa por las mallas y nos permitió realizar la clasificación SUCS.

PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS ESPECÍFICA 3

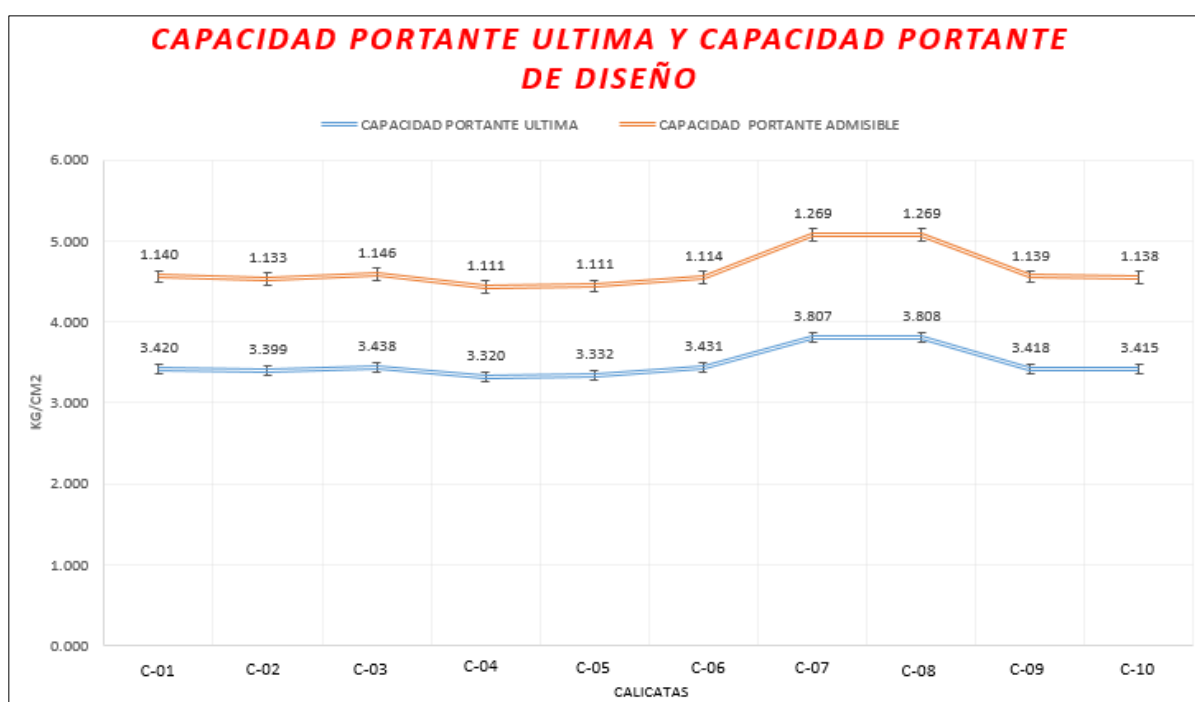
H₀: Los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares son desfavorables en la Ciudad Satélite – Huacho 2019.

H₁: Los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares son favorables en la Ciudad Satélite – Huacho 2019.

DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El grafico de capacidad portante que se muestra a continuación

Figura 20: Capacidad portante ultima y capacidad portante de diseño



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Como se observa en la figura 20 la capacidad portante admisible tiene valores desde su mínimo que es 1.111 hasta un máximo que es 1.269 teniendo en cuenta esto valores con los rangos con un facto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, la capacidad portante es media que es de 1 a 1.5 kg/cm² para el diseño de cimentaciones con una profundidad de 1.50 m y dimensiones de 1.80 x 2.00 es favorable según el cálculo de capacidad portante efectuado.

CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

En esta investigación se realizó una comparación de los resultados con otras investigaciones similares, distinguiendo las variables consideradas o su respectiva relación, destacando aspectos de compatibilidad o discrepancia con los antecedentes y fuentes teóricas citadas en esta investigación.

- De la hipótesis general, se establece, que las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante son desfavorables para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019. Este resultado es compatible por lo presentado por Tavera (2014) en su informe “Zonificación sísmica – geotécnica de la ciudad de Huacho, provincia de Huaura – departamento de lima (comportamiento dinámico del suelo)”. Logro determinar que el tipo de suelo en Ciudad Satélite es de tipo SM (Arena Limosa) y no es buena para la construcción.
- En esta investigación se establece que los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares son favorables en la Ciudad Satélite – Huacho 2019. Este resultado es compatible con lo señalado por un estudio realizado por la Dirección Nacional de Construcción del Ministerio de vivienda y construcción y Saneamiento en su trabajo “Peculiaridades del suelo en huacho normatividad específica”. El resultado obtenido por ellos es de una capacidad portante de 1.01 kg/cm² con similitud al realizado en el estudio de mecánica de suelos con un valor promedio de 1.16 kg/cm² para el diseño de cimentaciones.

5.2 Conclusiones

De los ensayos y gráficos realizados puedo afirmar que:

- Las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante son desfavorables para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019. Porque según la clasificación SUCS son suelos de tipo SM Y SP que son malos para cimentación debido a su bajo contenido de humedad y poco material granular que presenta haciendo dificultoso construir cimentaciones para viviendas ya que son arenas, y a la vez se encontró que estos contiene sulfatos que atacarían a la cimentación
- El suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos no será en su totalidad de tipo SP en la Ciudad satélite – Huacho 2019. Porque según el estudio de mecánica de suelos el 80% del terreno de este sector es SM (Arena Limosa), que mayormente esta distribuidos por casi todo el terreno y con un 20% SP (Arena mal graduada) que está en la parte suroeste
- Los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares son favorables en la Ciudad Satélite – Huacho 2019. Porque se tiene una capacidad portante media de 1.16 kg/cm² pero teniendo en cuenta que se deben realizar según el diseño de zapata que es de 2x1.80x1.50 con esta dimensiones es favorable cimentar sin inconvenientes al asentamiento diferencial y/o falla en la estructura del suelo por el tipo de suelo que esta presenta.

5.3 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, recomiendo a los pobladores y profesionales de Ciudad Satélite del distrito de Huacho:

- Se recomienda cimentar con dimensiones de 1.80 x 2.00 a una profundidad de cimentación de 1.50 según la capacidad portante obtenida en el estudio de mecánica de suelos.
- Se recomienda usar cemento tipo V, para el diseño de mezcla de las cimentaciones por que el suelo presenta sulfatos que atacarían a la estructura causando fallas estructurales.
- Se recomienda a los ciudadanos no expandir o intentar construir sus viviendas cerca al litoral por el gran contenido de sulfatos y los asentamientos diferenciales.
- Se recomienda al profesional a cargo de la construcción de las viviendas tener en cuenta que se va a trabajar sobre suelos arenosos-limosos al momentos de realizar las excavaciones y construcción de la cimentación, tener cuidado con el desprendimiento o colapso en la excavación.

CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1 Fuentes Bibliográficas

Referencias

- Acuña, P. (2006). La Zonificación y el uso del suelo. *Hatun Llaqta Urbano Peru*, 1-11.
- Aviles, L. (2013). *Caracterización Geológica-Geotécnica del sur de la ciudad de Quito*. Quito.
- Braja, D. (1999). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico: Thomson Editores.
- Briones Maria, & Irigoien, 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 Lumacucho Alto - Sector Lumacuchi, distrito de Cajamarca*. Tesis Doctoral, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Cajamarca.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Editorial Limusa.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D. F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.
- Juarez, E., & Rico, A. (1995). *Mecánica de Suelos Tomo I Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Mexico D. F.: LIMUSA S.A.
- Lambe, W., & Whitman, R. (2004). *Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa Noriega Editores.
- López, J., & López, J. (2004). El urbanismo de ladera: Un reto ambiental, tecnológico y del ordenamiento territorial. *Bitácora Urbano Territorial*, 10.
- Lopez, L., & Robayo, F. (2007). *Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, Santander*. Barrancabermeja.
- Muelas, A. (2015). *Manual de Mecánica de Suelos y Cimentaciones*.
- Tavera, H. (2012). *Zonificación Sísmica - Geotécnica del área urbana de Chosica (Comportamiento Dinámico del Suelo)*. Chosica.
- Tello, G. (Diciembre de 2012). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/ERaCC1/compactacion-de-suelos-15469536>

Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. New York Londres.

Vigil, R. (2017). *Zonificación de la capacidad portante del suelo en el asentamiento humano Satelite, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región de San Martín*. La Banda de Shilcayo.

ANEXOS

ANEXO 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ZONIFICACIÓN MEDIANTE EL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y CAPACIDAD PORTANTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD SATELITE- HUACHO 2019

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
PRINCIPAL	¿Cuáles son las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante en la Ciudad Satélite – Huacho 2019?	Determinar las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante en la Ciudad Satélite – Huacho 2019	Las características del sistema unificado de clasificación de suelos según su capacidad portante son desfavorables para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019	VARIABLE 1 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porcentaje de la fracción que pasa por el tamiz N° 200 ✓ Forma de la curva de distribución granulométrica ✓ Características de plasticidad y comprensibilidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enfoque de la Investigación: Cuantitativo 2. Tipo de Investigación: Aplicada 3. Diseño de Investigación No experimental
ESPECÍFICOS	¿Cuáles son los tipos de suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos en la ciudad satélite – Huacho 2019?	Identificar los tipos de suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos en la ciudad satélite – Huacho 2019	El suelo según la clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos será en su totalidad de tipo SP en la Ciudad satélite – Huacho 2019	VARIABLE 2 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Teoría de la capacidad ultima 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Nivel de Investigación Descriptiva 5. Población. Terreno C.S.
	¿Cómo es el análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos esta entre los rangos permisibles en la Ciudad Satélite – Huacho 2019?	Explicar el análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos en la Ciudad Satélite – Huacho 2019	El análisis de la curva granulométrica del suelo mediante el sistema unificado de clasificación de suelos está entre los rangos permisibles en la Ciudad Satélite – Huacho 2019			<ol style="list-style-type: none"> 6. Técnicas de recolección de datos: Ensayos de campo
	¿Cuáles son los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019?	Identificar los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares en la Ciudad Satélite – Huacho 2019	Los niveles de la capacidad portante del suelo para la construcción de viviendas unifamiliares son favorables en la Ciudad Satélite – Huacho 2019			<ol style="list-style-type: none"> 7. Estadístico de Prueba y validación Programa Excel

Ing.
ASESOR

Ing.
PRESIDENTE

Ing.
SECRETARIO

Ing.
VOCAL