



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017”

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORA:

Valerye Danae, Sánchez Sernaqué

ASESORA:

Mgtr. Jenisse Del Rocío, Fernández Mantilla

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Edificaciones Especiales

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

PAGINA DEL JURADO

Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo damos conformidad para la sustentación de la tesis titulada: "Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017", la misma que debe ser defendida por la tesista: Valerye Danae Sánchez Sernaqué, aspirante a obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.



Mgtr. Gonzalo Hugó Díaz García

PRESIDENTE



Mgtr. Jenisse Del Rocío Fernandez Mantilla

SECRETARIA



Bach. Edgar Gustavo Sparrow Alamo

VOCAL

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por darme la fortaleza día a día para lograr lo que me he propuesto.

De igual manera, dedico esta tesis a mi madre, por sus consejos y alientos constantes para no rendirme y cumplir con mis objetivos.

A mi padre, por el apoyo y consejos transmitidos en mi vida académica.

A mis abuelos Teresa y Augusto por su motivación, tiempo y amor que me brindaron.

A mi tía Jessica, por sus consejos y motivaciones a lo largo de mi carrera, asimismo a mi familia en general, por su apoyo incondicional, los amo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi gratitud está dirigida a Dios, por haberme dado la vida y la posibilidad de llegar a estas alturas de mi carrera profesional.

Agradezco también a mi madre, por estar presente en cada paso de mi vida, por sus enseñanzas, confianza y el amor que siempre me ha demostrado, corrigiendo mis errores y celebrando cada logro en mi vida.

Asimismo agradecer especialmente a toda mi familia; padre, abuelos, tías, quienes con su ayuda y amor han sido parte fundamental tanto en mi vida como en mi carrera profesional.

A mi asesora la Mgtr. Jenisse Fernández Mantilla quien con su paciencia, conocimientos y consejos me ha orientado para la realización de la presente investigación.

Al Mgtr. Gonzalo Díaz García ya que sin sus conocimientos, consejos e instrucciones no podría haber realizado esta investigación.

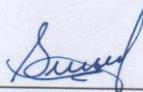
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAЕ con DNI N°72661249, a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en esta investigación de tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada; por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 30 de Noviembre del 2017



SÁNCHEZ SERNAQUÉ VALERYE DANAЕ

DNI N° 72661249

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCIÓN, 2017”, con el objetivo de determinar los efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas de la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña.

En el primer capítulo se desarrolla la Introducción que abarca la realidad problemática, los antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación y objetivos de la presente tesis de investigación.

En el segundo capítulo se describe la metodología de la investigación, es decir, el diseño de la investigación, variables y su operacionalización, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se empleó y su validez y confiabilidad realizada por tres jueces expertos en la materia.

En el tercer capítulo se expondrán los resultados obtenidos de la evaluación realizada en el Distrito de Nepeña, la propuesta de mejora dada por la tesista para dar solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se discutirán los resultados llegando a conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Con la convicción que se me otorga el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones, agradezco por anticipado las sugerencias y apreciaciones que se brinde a la presente investigación.

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad Problemática	10
1.2. Trabajos previos.....	11
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	13
1.4. Formulación del problema	20
1.5. Justificación del estudio	20
1.6. Hipótesis.....	20
1.7. Objetivo.....	20
II. MARCO METODOLÓGICO	21
2.1. Diseño de Investigación.....	21
2.2. Operacionalización de Variables	23
2.3. Población y muestra	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	25
2.5. Método de análisis de datos.....	27
2.6. Aspectos éticos	27
III. RESULTADOS.....	28
IV. DISCUSIÓN.....	40
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. PROPUESTA	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS.....	51

RESUMEN

La investigación realizada en la presente tesis se llevó a cabo en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña, en este estudio se realizó el método de la determinación de efectos, teniendo como tipo de investigación transversal – correlacional, puesto que fue necesario describir y analizar las relaciones entre 2 variables en término de causa – efecto, obteniendo datos sin modificaciones. La población que se consideró fueron las viviendas de albañilería aledañas a la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña y como muestra las viviendas determinadas según fórmula, dicha elección fue dada mediante el muestreo probabilístico. Para la recolección de datos se utilizó la Ficha Técnica para determinar los Efectos del Suelo Expansivo en las cimentaciones, asimismo se utilizaron Protocolos para conocer y analizar la expansión del suelo de la zona y para la propuesta de solución se realizaron los ensayos de granulometría (ASTM D422), contenido de humedad (ASTM D2216), límites de Atterberg (ASTM D 4318), proctor modificado (ASTM D 1557), corte directo (ASTM D 3080) y CBR (ASTM D 1883).

Concluyendo que los suelos expansivos si causan efectos en las cimentaciones y estructuras de las viviendas, siendo posible el mejoramiento de los suelos expansivos adicionándole cal.

Palabras claves: Suelo expansivo y cimentaciones, cal.

ABSTRACT

The research carried out in this thesis was carried out in the Urban Expansion of the District of Nepeña, in this study the method of the determination of effects was carried out, having as trans - correlational type of research, since it was necessary to describe and analyze the relations between 2 variables in term of cause and effect, obtaining data without modifications. The population considered to be the masonry housing adjacent to the Urban Expansion of the District of Nepeña and as shown the houses determined according to formula, this election was given by probabilistic sampling. For the data collection, the Technical Data Sheet was used to determine the Expansive Soil Effects in the foundations, Protocols were used to know and analyze the expansion of the soil of the zone and for the solution proposal the granulometric tests (ASTM) D422), moisture content (ASTM D2216), Atterberg limits (ASTM D4318), modified proctor (ASTM D 1557), direct cut (ASTM D3080) and CBR (ASTM D 1883). Concluding that the expansive soils cause effects in the foundations and structures of the houses, being possible the improvement of the expansive soils adding Cal.

Keywords: Expansive soil and foundations, lime.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el ámbito global, el interés en el tema de suelos expansivos ha llevado a diversas constituciones a impulsar estudios específicos en esta área, ya que varios son los daños que se han producido en obras de arquitectura e ingeniería civil, pues se sospecha que han sido ocasionados por problemas de expansión de suelos en los que se ejecutan dichas obras. Se estima que pérdidas anuales a nivel mundial por daños en las diversas construcciones sobre los suelos expansivos, siendo así de suma importancia el análisis de éste, previo a la ejecución de alguna construcción (Patrone y Prefumo, 2005, p.2).

En el Perú, son extensas las áreas que presentan suelos expansivos, los cuales deben ser estudiados detalladamente para utilizarlos como soportes en obras de ingeniería de mínima o suma importancia, debido a que presentan dificultades principalmente de deformación por el cambio de volumen del suelo, que casi siempre es por filtraciones de agua. Existe una gran cifra de componentes que intervienen en los diversos tipos de cimentación, tales como: normas ambientales, variaciones de clima, condiciones del suelo, el modo de vida presente en la zona, entre otros (Carrillo, 1978, p. 1).

Así mismo, en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña, la principal circunstancia viene a ser la el tipo de suelo con el que cuenta, ya que existe la presencia de arcillas, viéndose así las estructuras de algunas viviendas afectadas por agrietamientos y fisuras; recientemente se habilitó parcelas agrícolas para la construcción de viviendas para el cual se pretende dar una alternativa de solución al terreno, precisamente por la presencia de arcillas en la zona (Nepeña), que permita la construcción de estructuras evitando daños a futuro debido a los efectos del suelo y que permita la cimentación en cada caso.

1.2. Trabajos previos

A nivel Internacional

La investigación realizada por Raúl Beltrán Martínez (2009), en su tesis que lleva por título “Diseño geotécnico y estructural de una cimentación en arcilla expansiva” teniendo como objetivo principal de la investigación: Estimar los movimientos de una arcilla expansiva del Valle de Querétaro tomando como marco teórico el análisis de las deformaciones de un suelo parcialmente saturado, estudiando la influencia de los cambios de humedad en una arcilla expansiva proveniente del Valle de Querétaro en la época de estiaje, sometiéndola a pruebas de expansión en odómetros convencionales, obteniéndose los parámetros necesarios para calibrar un modelo matemático que permite estimar los movimientos producidos por el incremento de carga externa y a la absorción de agua en las partículas de arcilla; teniendo una metodología de tipo no experimental, debido a que el trabajo realizado es el resultado de una investigación donde se desarrollaron diversos análisis en laboratorio, teniendo como conclusiones que más se adecuan al presente proyecto de investigación:

- Para que un suelo sea expansivo, debe contener un mineral arcilloso que manifieste cambios de volumen al ser sometido a cambios en su contenido de humedad, y este debe estar en condiciones de secado. Por tanto, la profundidad máxima de fluctuación en el contenido de humedad del suelo (zona activa) define su zona potencial de expansión. El grave problema que se tiene en los análisis de expansión, es el de la dificultad para determinar el valor de esa profundidad para un sitio dado, debido a la cantidad de variables que intervienen en ella.
- Las deformaciones de una arcilla se deben a incrementos de esfuerzos ocasionados por la carga externa y a variaciones de la succión dentro del suelo. Generalmente las teorías para explicar la expansión de las arcillas se relacionan con el desbalance de carga en los minerales que contienen dichas arcillas.

A nivel Nacional

La investigación realizada por Jaime Antonio Carrasco Fernández (2013), en su tesis que lleva por título “Análisis de la Acción de Suelos Expansivos Sobre las Estructuras en Lima Metropolitana – Métodos de Estabilización y Soluciones constructivas”, teniendo como objetivo principal de la investigación: Identificar y describir las características y condiciones propias de los suelos expansivos en propiedades geotécnicas; teniendo una metodología de tipo descriptiva, debido a que se describen los hechos como fueron observados y se proponen alternativas; teniendo como conclusión:

La cimentación sobre arcillas es posible siempre y cuando se cuantifique con exactitud el grado de expansividad y se tomen las medidas adecuadas a cada situación. Es esencial para ello, la realización de un estudio geotécnico completo, previo a la realización del proyecto donde se determinen las características geológicas y geotécnicas del terreno. Por ésta razón, es determinante la importancia de la información a partir de los ensayos de laboratorio, que permiten cuantificar la expansión del suelo en cuestión.

A nivel Local

La investigación realizada por Jesús Noel Vergara Ramírez (2012), en su tesis que lleva por título “Estudio y Desarrollo de Metodologías para Desarrollar el Aislamiento de las Estructuras de Concreto Armado Cimentada en Suelos Arcillosos Expansivos”, teniendo como objetivo principal de la investigación: Estudiar y analizar las medidas, modos, técnicas y procedimientos para el aislamiento de las estructuras cimentadas en suelos arcillosos expansivos dentro de la Región Ancash; teniendo una metodología de tipo descriptiva, debido a que se describen los hechos como fueron observados y se proponen alternativas; teniendo como conclusiones:

El tratamiento de las arcillas expansivas constituye un problema complicado. Debe tener un estudio adecuado por los graves perjuicios económicos la de

previsión y se debe tener presente que en todo terreno expansivo se debe realizar el estudio previo a la ejecución del proyecto.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. SUELOS EXPANSIVOS

Para Crespo (2012), “se denominan arcillas expansivas aquellas que presentan un gran cambio en cuanto a su volumen debido a los cambios de humedad. Así, cuando se humedecen dichas arcillas, sufren fuerte expansión, y al secarse se contraen considerablemente” (p. 320).

Por otra parte, Das (2001) define que:

En la mecánica de suelos han sido denominados suelos problemáticos los suelos expansivos, debido a que no se presentan de forma uniforme los incrementos de volumen [...] Muchas arcillas plásticas se expanden considerablemente cuando existe presencia de agua, y luego se contraen con la pérdida de ésta misma. Las cimentaciones construidas sobre este tipo de suelo están sometidas a grandes fuerzas de levantamientos, asentamientos, agrietamientos y ruptura de la cimentación y de las losas en los terrenos de las viviendas (p. 339).

1.3.1.1. TIPOS DE SUELOS EXPANSIVOS

En la investigación realizada por Jorge García (2008) se define que existen dos tipos de suelos expansivos:

a. Arcillosos

Están constituidos principalmente por silicato de aluminio hidratado; estos suelos son muy impermeables debido a que no permiten el paso del aire y/o del agua, propiciando así que éstos sean suelos donde el agua se estanque con facilidad (p. 16).

b. Limos arcillosos

Estos suelos contienen una porción de limo elevada; es un suelo muy compacto, cabe decir que no lo son tanto como los arcillosos. Estos suelos resultan producidos por la sedimentación de materiales muy

finos, depositados por el aire o arrastrados por el agua (mayormente ocasionados por algunos fenómenos de la naturaleza) (p.17).

1.3.1.2. ENSAYOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UN SUELO EXPANSIVO

1.3.1.2.1. Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico de un suelo tiene como propósito determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño, los resultados son representados en una curva granulométrica, en el cual se determina el tipo de material que contiene el suelo (Sanz, 1975, p. 29).

1.3.1.2.2. Índice de plasticidad

El Índice de Plasticidad I_p es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico (conocidos como los Límites de Atterberg), y muestra el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico, definido por los ensayos; cuanto mayor es el Índice de Plasticidad de un suelo, menos es su permeabilidad (Crespo, 2013, p. 78).

El I_p depende totalmente de la cantidad de arcilla que contiene el suelo.

1.3.1.2.3. Ensayo de Límites de Atterberg

Para Jiménez y De Justo (1975) se define que:

Estos ensayos son una de las determinaciones que con más profusión se practican en los laboratorios de Mecánica de Suelos. Se trata de determinaciones prácticas y rápidas, permitiendo una pronta identificación de los suelos [...] Perteneciente al tipo de ensayos de identificación (p. 71).

Para la realización de este ensayo se requieren dos límites que serán definidos a continuación:

a. Límite líquido

Para Crespo (2012):

El límite líquido (W_L) se detalla como el contenido de humedad expresado en porciento con relación al peso seco de la muestra, por

el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, definida, y según Atterberg viene a ser de 25 g/cm² (p. 70).

b. Límite plástico

Para Crespo (2012):

El límite plástico (W_P) se especifica como el contenido de humedad expresado en porcentaje con relación al peso seco de la muestra pero, ésta vez, secada al horno, para el cual los suelos que presentan cohesión van de un estado semisólido a un estado plástico [...] (pp. 76-77).

1.3.1.2.4. CBR

Es un ensayo práctico y rápido que tiene por objetivo, apreciar la susceptibilidad de un suelo al hinchamiento, permitiendo obtener el grado de expansión, la máxima densidad seca y deformación. Es un ensayo que no reemplaza a los ensayos que son realizados con muestras compactadas o inalteradas en las mismas circunstancias que en obra (Jiménez y De Justo, 1975, p. 75).

1.3.1.2.5. Proctor Modificado

Es un ensayo cuyo objetivo es determinar la humedad óptima para que el suelo alcance la densidad máxima seca y la curva de saturación, la cual va variando al modificar la humedad (Lambe y Whitman, 2002, p. 342).

1.3.1.2.6. Ensayo de Corte directo

Consiste en colocar la muestra del suelo dentro de un anillo metálico con dos piedras porosas, una en la parte superior de la muestra y otra en el fondo. La carga se aplica sobre la muestra mediante un brazo de palanca y la compresión se mide por medio de un micrómetro calibrado, determinando así la consolidación, asentamiento y expansión del terreno (Das, 1999, p. 204).

Para Das (1991) Karl Terzaghi presenta en su teoría para establecer la capacidad de carga última en cimentaciones superficiales, la cual expone que una cimentación es superficial si la profundidad D_f de la cimentación es igual a tres o cuatro veces del ancho de la cimentación (p. 393).

$$q_c = 1.3c. N + \gamma. D_f. N'q + 0.4\gamma. B. N'\gamma$$

q_c = capacidad última de carga

q_{ad} = capacidad de carga admisible

F_c = Factor de Seguridad

γ = Peso específico total

B = Ancho de Zapata en m

D_f = Profundidad de cimentación en m

C = cohesión

ϕ = Angulo de fricción interna

1.3.2. CIMENTACIÓN

Se define como cimentación al grupo de elementos estructurales de una edificación cuyo objeto es proporcionar el medio para que las cargas de la estructura sean transmitidas directamente al terreno de la zona, ocasionando así en éste, un sistema de esfuerzos que con seguridad puedan ser de resistencia sin provocar asentamientos, o en el mayor de los casos, con asentamientos permisibles, ya sean uniformes o diferenciales. La firmeza, seguridad y estabilidad de la estructura de una edificación dependerá en gran parte del tipo de suelo sobre el que se asiente (Crespo, 2004, p. 261).

1.3.2.1. TIPOS DE CIMENTACIONES

En su libro Principio de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das (2001), menciona los siguientes tipos de cimentación:

a. Cimentaciones superficiales

“Son aquellas cimentaciones que descansan en la superficie del suelo, por medio de la ampliación de base, son capaces de resistir la carga que trasmite la construcción” (p. 215).

b. Cimentaciones ciclópeas

Los cimientos de concreto ciclópeo son utilizados mayormente en terreno cohesivos, ya que las zanjas pueden realizarse con parámetros verticales y sin desprendimientos de la tierra (p. 215).

c. Cimentaciones de concreto armado

“Este tipo de cimentaciones son utilizados en todos los terrenos, pese a que el concreto es un material pesado, tiene la ventaja de que se obtienen proporcionalmente, en su cálculo, secciones respectivamente pequeñas si es que se compara con las obtenidas en las cimentaciones de piedra” (p. 216).

d. Cimentaciones corridas

Esta cimentación puede ser de hormigón u hormigón armado, ya que se desarrolla linealmente a una profundidad y con un ancho que dependerá del tipo de suelo sobre el que se cimentará. Este tipo de cimentación es utilizada para transferir apropiadamente cargas proporcionadas por las estructuras de muros portantes. Para suelos muy blandos, estas cimentaciones no son recomendables (p. 217).

e. Cimentaciones por zapatas

Las cimentaciones por zapatas también pueden ser de hormigón armado ya sea con planta rectangular o planta cuadrada, así como también de cimentación de soportes verticales referentes a las estructuras de las edificaciones, sobre terrenos homogéneos de estratigrafía sensiblemente horizontal (p. 217).

Dentro de los tipos de zapatas tenemos: zapatas aisladas; zapatas descentradas; zapatas corridas.

f. Cimentaciones profundas

Encargadas de transmitir las cargas que se reciben de una construcción a mantos resistente más profundos bajo la superficie de la capa del suelo en el cual se ejecutará la edificación (p. 217).

g. Cimentaciones con pilotes

Los pilotes son miembros estructurales que son fabricados de acero, concreto y/o madera para la construcción de cimentaciones, cuando éstas son profundas y su precio es más elevado al de las cimentaciones superficiales, pero que garantiza la seguridad estructural (p. 218).

1.3.2.2. FALLAS PRINCIPALES EN CIMENTACIONES

Las cimentaciones que se construyen directamente en suelos expansivos, sin conocimiento o con el conocimiento debido, están sometidas a grandes fuerzas de levantamientos, causadas por la expansión del suelo, dichas fuerzas provocan levantamientos, asentamientos y fisuras en la cimentación, los cuales algunos de éstos como las fisuras (mayormente, se presentarán en las viviendas que tienen un tiempo de vida reciente, es decir, no cuenta con muchos años de antigüedad) y agrietamientos repercuten y se ven reflejados en los muros de las viviendas, a continuación se mencionará los diversos tipos de agrietamientos:

Grietas por asentamiento puntual (Apertura de base), normalmente se dan formando una “V” invertida, abriéndose desde la base; Grietas por asentamiento puntual por apertura superior en “V”; Grietas por asentamiento puntual por cortante, las cuales son presentadas de forma horizontal; Grietas por asiento continuo, éstas son presentadas en forma horizontalmente arqueada; y Grietas por empujes verticales, son las que provocan curvaturas fuera del plano con grietas horizontales o en el propio plano que se convierten en grietas verticales y aplastamientos, que provocan el levantamiento en la parte superior de

grietas presentadas verticalmente y fisuras presentadas a modo de ondas horizontalmente (Das, p. 226).

1.3.3. MECÁNICA DE SUELOS

Para Crespo (2004), la Mecánica de Suelos se define como:

Parte de la ciencia física que trata de la acción de las fuerzas sobre los cuerpos; la Mecánica de Suelos está dedicada a estudiar las fuerzas y/o cargas que son establecidas sobre la superficie terrestre [...] La ingeniería civil se desarrolla en el ámbito, donde el comportamiento de las construcciones estarán determinadas por el material aplicado. El intentar iniciar alguna construcción sin realizar antes un estudio previo del suelo es, tal vez, uno de los peores riesgos a los que se puede enfrentar en el campo de la ingeniería civil. Es imposible la proyección de una cimentación apropiada para una edificación sin conocimientos previos sobre las características del suelo que se encuentra bajo ella, ya que, en resumen, es el suelo el que soportará la carga.

Para el Dr. Kal Terzagui, la Mecánica de Suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los conflictos presentados en la Ingeniería Civil, que tratan con sedimentaciones y otras acumulaciones de partículas sólidas no consolidadas, originadas por la desintegración mecánica y química de las rocas. A la terminología de los suelos se le integraron las acepciones “Ingeniería Geotécnica” y “Geotecnia”, que suele aplicarse como evidencia de que en ellos se está considerando la aplicación y los principios tanto de la Mecánica de suelos, Geología y la Mecánica de Rocas (p. 17).

1.3.4. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Al hablarse de Estudio Geotécnico se refiere al grupo de acciones y/o actividades que nos permiten conseguir la información geotécnica y geológica del terreno de la zona (suelo), necesaria para la ejecución de un proyecto de construcción; el Estudio Geotécnico viene a ser la aplicación de la teoría expuesta en los principios de la Mecánica de Suelos; dicho estudio se efectúa previo a la realización del proyecto de una edificación en general, fundamentales para definir el tipo y condiciones de cimentación (Jiménez, De Justo y Serrano, p.15).

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas de la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación se enfoca específicamente en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña, por tener como principal problema la presencia de un suelo arcilloso (expansivo), observándose el déficit constructivo empezando principalmente desde las cimentaciones, sin tener en cuenta el tipo de suelo sobre el que se asentará la estructura de la edificación, teniendo así viviendas vulnerables ante algún fenómeno de la naturaleza, debido a la habilitación de terrenos agrícolas para diversas construcciones.

Basándonos en la realidad observada de la población, es que se realizará una propuesta de solución para las futuras construcciones a ejecutar, tratándose del mejoramiento del suelo previo a la realización de alguna construcción en la zona determinada; en las cuales se tendrá el asesoramiento de profesionales especializados en el tema (suelos), evitando o disminuyendo la ejecución de construcciones informales sin conocimientos previos a la problemática de la zona, esperando así, que la propuesta sea tomada en cuenta por la población, para evitar daños en las estructuras.

1.6. HIPÓTESIS

El suelo expansivo causa efectos negativos en las cimentaciones de las viviendas de la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña.

1.7. OBJETIVO

Determinar los efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas de la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña.

Objetivos específicos

- Determinar los efectos del suelo expansivo.
- Determinar las características del suelo y el índice de plasticidad.
- Determinar la expansión del suelo.
- Determinar la capacidad portante del suelo.
- Realizar una propuesta de solución teniendo en cuenta los análisis obtenidos en la zona.

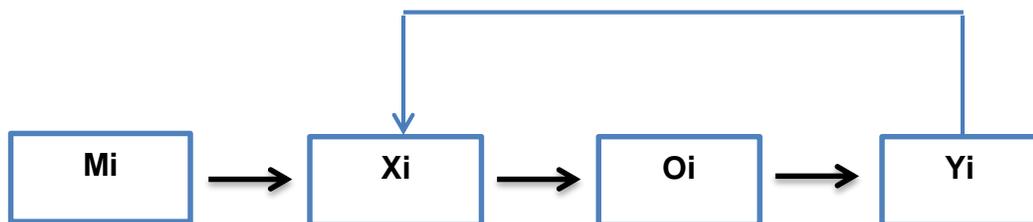
II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de Investigación

2.1.1. Diseño de Investigación

Correlacional.- “Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos variables, categorías” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 93).

El presente proyecto es de tipo correlacional, la cual se muestra a continuación y se interpreta en función a la variable independiente:



DONDE:

Mi: Muestra

- Viviendas aledañas a la Expansión Urbana en el Distrito de Nepeña

Xi: Variable dependiente

- Efectos en las cimentaciones

Oi: Resultados

Yi: Variable Independiente

- Suelos expansivos

2.1.2. Tipo de Investigación

No experimental – cuantitativa.- Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “Es la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos” (p. 152).

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variables

- **Variable dependiente:** Efectos en las cimentaciones
- **Variable independiente:** Suelos expansivos

2.2.2. Operacionalización de Variables

VARIABLE	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Dependiente Efectos en las Cimentaciones	Efecto: Es aquello que sigue por virtud de una causa. Fuente: RAE	Para determinar los efectos en las cimentaciones se recogerá información de las viviendas de la Expansión Urbana a evaluar, mediante el uso de una ficha técnica, obteniendo así datos reales para su determinación.	Agrietamientos por expansión de suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas por asentamiento puntual (Apertura de base). - Grietas por asentamiento puntual (Apertura superior en V). - Grietas por asentamiento puntual por cortante. - Grietas por asentamiento continuo. - Grietas por empujes verticales. 	Nominal
	Cimentación: Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una edificación cuyo objeto es proporcionar el medio para que las cargas de la estructura, se transmitan al terreno. Fuente: Juárez E. Mecánica de suelos I.				

VARIABLE	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<p align="center">Variable Independiente</p> <p align="center">Suelos expansivos</p>	<p>Son aquellas que presentan un cambio de volumen con los cambios de humedad, ya que dichos suelos al humedecerse sufren fuerte expansión, y cuando se secan se contrae considerablemente</p> <p>Fuente: Crespo C. Mecánica de suelos y cimentaciones.</p>	<p>Se tomará una muestra in situ para determinar las características del suelo e identificarlo, a evaluar en el proyecto.</p>	<p>Identificación y estimación de un suelo como expansivo</p>	<p>Análisis granulométrico</p> <p>Límites de Atterberg</p> <p>Contenido de Humedad</p> <p>Proctor Modificado</p> <p>Ensayo de Corte Directo.</p> <p>Ensayo de CBR.</p>	<p align="center">Nominal</p>

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

En la presente investigación la población vienen a ser las viviendas de albañilería aledañas a la Expansión Urbana de Nepeña, en este caso 117 viviendas.

2.3.2. Muestra

Teniendo como población a 117 viviendas, la muestra no probabilística determinada mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 P (1 - P) N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P (1 - P)}$$

Dónde:

Z= 1.96

P= 0.5

N= 117

E= 0.05

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 (1 - 0.5) 117}{0.05^2 (117 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 (1 - 0.5)}$$

$$n = 89.86$$

Tamaño de la muestra: **90 viviendas.**

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

La técnica utilizada fue la observación, debido a que esta técnica nos permite obtener datos reales sobre los efectos del suelo expansivo en la zona a estudiar.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha Técnica:

Se apuntarán los datos obtenidos mediante la aplicación de la ficha técnica en la zona a trabajar.

Protocolos:

Para la obtención de resultados de las propiedades y caracterización del suelo se utilizaron los siguientes ensayos con sus respectivas Normas Técnicas:

- Análisis Granulométrico (ASTM D 422).
- Contenido de humedad (ASTM D 2216).
- Límites de Atterberg (ASTM D 4318).
- Proctor Modificado (ASTM D 1557).
- CBR (ASTM D 1883).
- Corte Directo (ASTM D 3080).

Basándonos en la Norma E – 050 de Suelos y Cimentaciones.

Técnica	Instrumentos	Tipo de investigación
Observación	Protocolo	Correlacional
	Ficha técnica	

Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Validez

Para la determinación de la validez del contenido del instrumento de recolección de datos se sometió la Ficha Técnica al juicio de tres expertos especializado en el tema a tratar, mientras que los protocolos no requieren de validación de juicio de expertos, ya que son Normas Técnicas estandarizadas.

2.4.4. Confiabilidad

Para la confiabilidad del presente Proyecto de Investigación se presentarán resultados inalterados, proporcionando la veracidad del caso.

2.5. Método de análisis de datos

Para proporcionar un análisis de datos más asertivo, en la presente investigación se creó una base de datos en Microsoft Excel, para poder procesar la información obtenida en campo, tanto para la ficha técnica como para los protocolos; posteriormente se pasó a realizar el cálculo para plasmarlo en gráficos y tablas en los resultados, la base de datos del Microsoft Excel fue utilizada para los siguientes protocolos:

- Análisis Granulométrico (ASTM D 422): Se refiere a la separación de partículas de un suelo de acuerdo a su dimensión.
- Contenido de humedad (ASTM D 2216): Trata de secar muestras del suelo en el horno para obtener el porcentaje de humedad del éste.
- Límites de Atterberg (ASTM D 4318): Consiste en obtener el límite líquido y plástico del suelo.
- Proctor Modificado (ASTM D 1557): Mediante este ensayo se logra obtener la densidad máxima seca y la humedad óptima del suelo.
- CBR (ASTM D 1883): Consiste en obtener la densidad máxima seca, la humedad óptima y la expansión del suelo.
- Corte Directo (ASTM D 3080): Se basa en determinar la cohesión, ángulo de fricción y con los datos obtenidos poder determinar la capacidad portante del suelo.

2.6. Aspectos éticos

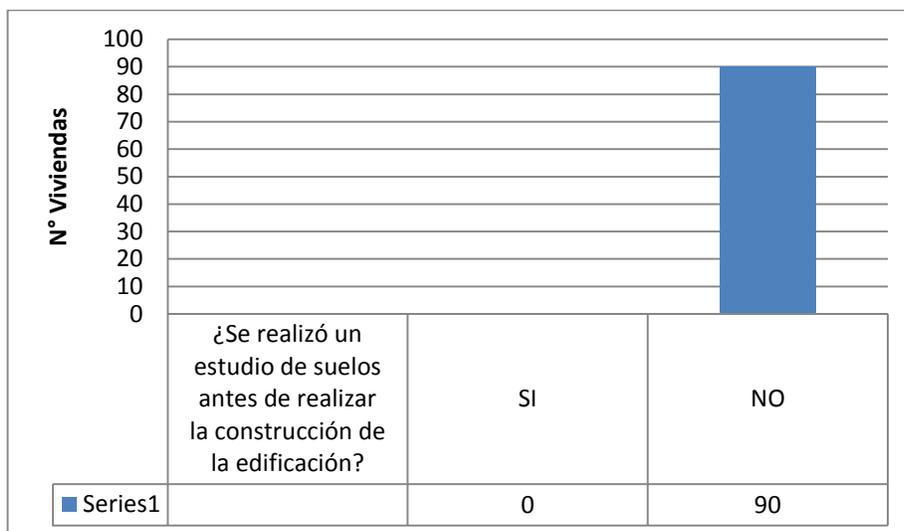
- La información proporcionada en el presente proyecto de investigación se obtuvo de fuentes confiables, respetando la propiedad intelectual de los autores, realizando el citado de cada información.
- Compromiso a respetar y ser responsable con la veracidad de los resultados obtenidos.
- El proyecto de investigación se realiza de manera responsable preservando y cuidando el medio ambiente.
- Responsabilidad social.

III. RESULTADOS

Los siguientes resultados responden al primer objetivo específico: Determinar los efectos del suelo expansivo, las cuales mediante la recolección de datos obtenidos a través de la aplicación de la Ficha Técnica para Determinar los Efectos del Suelo Expansivo en la Expansión Urbana de Nepeña, se obtuvo los siguientes resultados, teniendo en cuenta que la muestra es de 90 viviendas.

Donde se logró obtener información que de la muestra establecida, ninguna realizó un EMS antes de realizar la construcción de sus viviendas, además más del 50% de la muestra son viviendas que presentan fisuras (menores a 5mm) mientras que el 15.56% de las viviendas presentan grietas significativas (mayores a 5mm) las cuales son más notorias por la antigüedad de la edificación; comprobándose mediante la aplicación de la ficha técnica y la realización de ensayos en laboratorio, que los efectos en las viviendas tanto fisuras como grietas son ocasionados por el tipo de suelo con el que cuenta la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña, los gráficos de barras nos muestra las diversas respuestas obtenidas de la ficha técnica aplicada en la zona:

Gráfico N° 01: Estudio de suelos

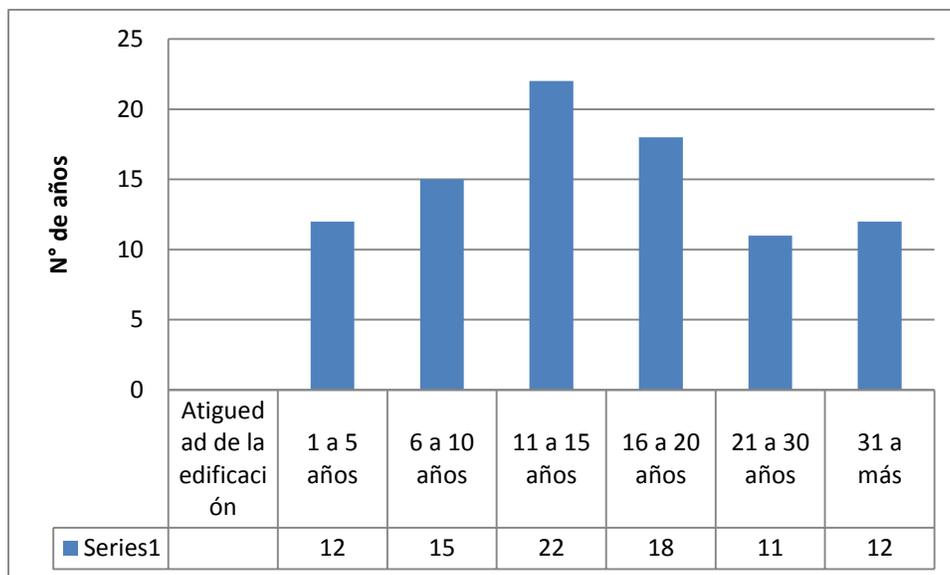


Fuente: Ficha técnica

Descripción: Del gráfico N° 01 se observa que el 100% de la población determinada no realizó un estudio de suelos previo a la construcción de sus viviendas.

Interpretación: Del 100% de la muestra no tuvo en cuenta el tipo de suelo sobre el cual cimentaron sus viviendas.

Gráfico N° 02: Antigüedad de la Edificación

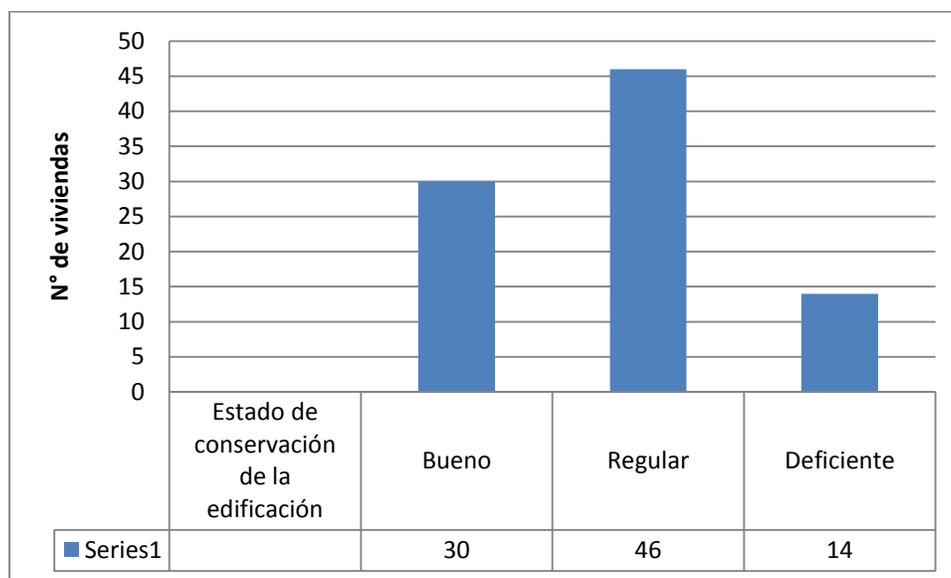


Fuente: Ficha técnica

Descripción: Del gráfico N° 02 se muestra la antigüedad de las edificaciones en 8 grupos, en los cuales la mayor cantidad de viviendas que fueron 22, son las que tienen una antigüedad de 11 a 15 años.

Interpretación: Se tiene 12 viviendas construidas de albañilería con una antigüedad de 31 años a más en las cuales se obtuvo los efectos más significantes de la investigación, mientras que las viviendas de menor antigüedad presentan efectos menos significativos.

Gráfico N° 03: Estado de conservación de la edificación

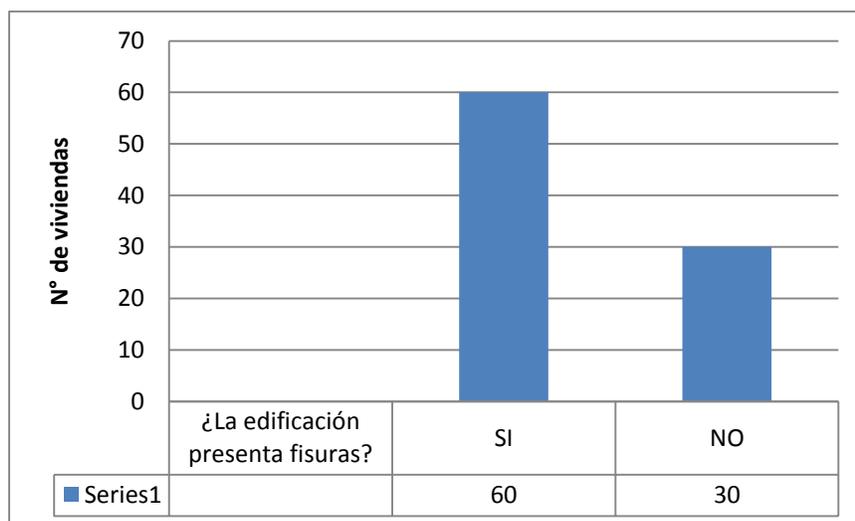


Fuente: Ficha técnica

Descripción: Del gráfico N° 03 se puede apreciar que el 33.33 % del total de las viviendas se encuentra en buen estado, el 51.11% presentan un estado regular, y un 15.56 % se encuentran en estado deficiente.

Interpretación: De acuerdo al estado de conservación de la edificación se puede observar que un total de 14 viviendas se encuentran en estado deficiente, es decir presentan grietas de mayor espesor de 5mm, las 46 viviendas en estado regular son las que presentan fisuras de espesor no mayor a 5 mm, mientras que 30 viviendas se encuentran en buen estado sin presencia de grietas y fisuras.

Gráfico N° 04: Edificaciones fisuradas

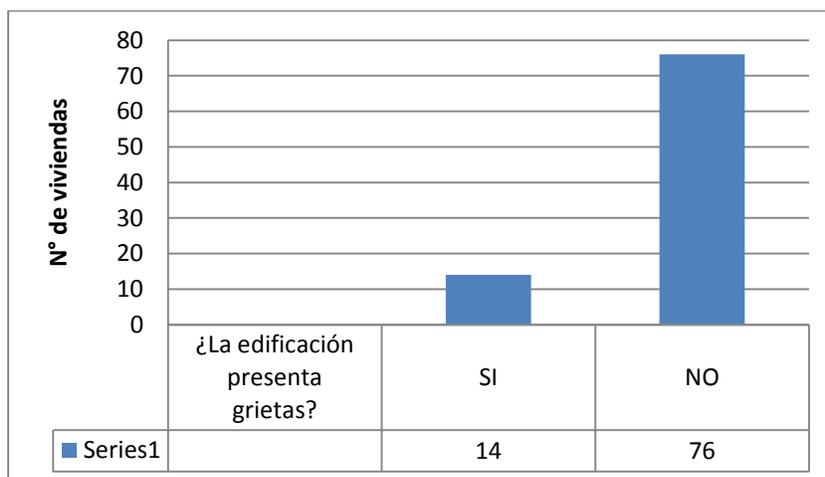


Fuente: Ficha técnica

Descripción: Del gráfico N° 04 se puede apreciar que el 66.67 % del total de la población (viviendas) presentan fisuras, mientras que el 33.33 % no presentan, encontrándose en buen estado, lo cual nos dice que de acuerdo a la antigüedad de las viviendas es que se aprecia los efectos.

Interpretación: 60 viviendas de la muestra presentan fisuras dentro de las cuales se encuentran las viviendas agrietadas.

Gráfico N° 05: Edificaciones agrietadas

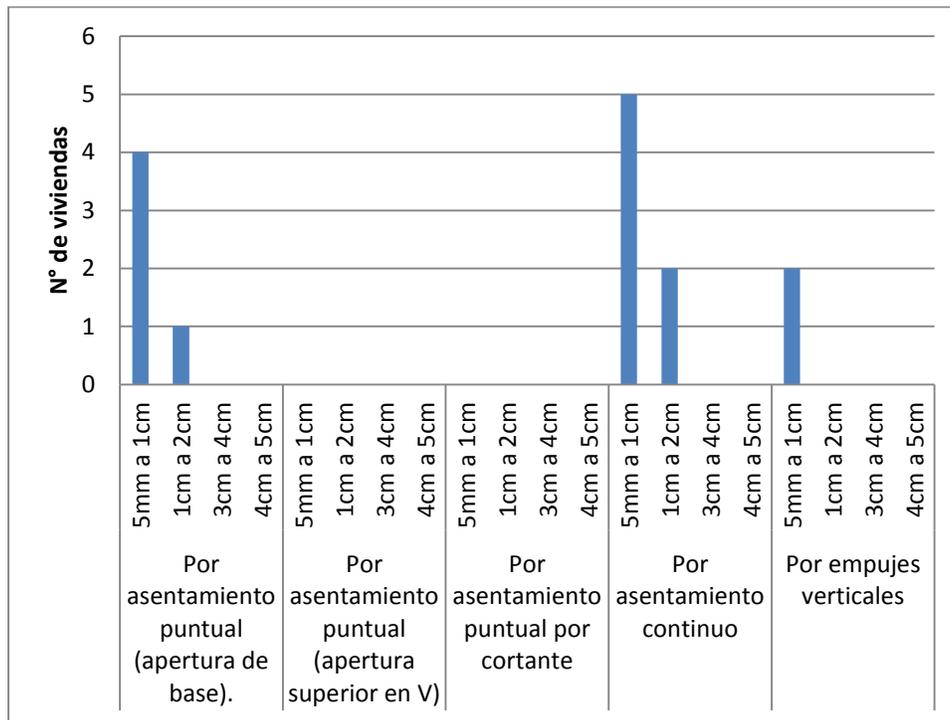


Fuente: Ficha técnica

Descripción: Del gráfico N° 05 se puede observar que el 15.56 % del total de la población (viviendas) presentan grietas, mientras que el 84.44 % no presenta (omitiendo las viviendas que presentan fisuras).

Interpretación: Se observa que 14 viviendas presentan grietas (dimensiones mayores a 5mm), las cuales además también presentan fisuras, encontrándose las viviendas en estado deficiente.

Gráfico N° 06: Tipo y dimensión de grietas de las edificaciones



Fuente: Ficha técnica

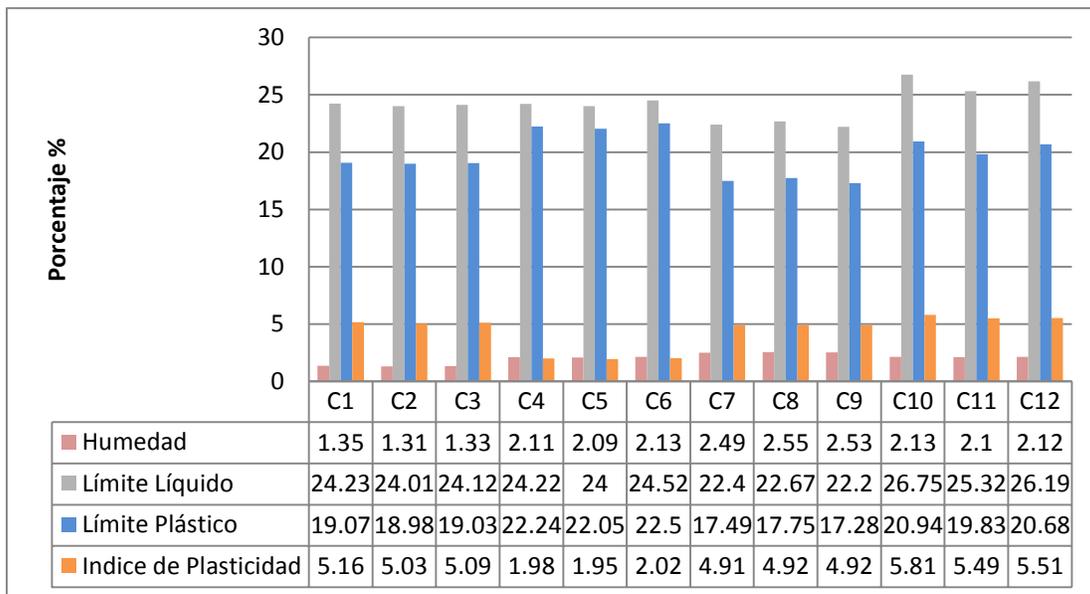
Descripción: En el gráfico N° 06 se puede observar que 14 viviendas presentan grietas significativas (mayores a 5mm), además de fisuras, siendo más alto el agrietamiento por asentamiento continuo con 7 viviendas.

Interpretación: de los resultados obtenidos podemos destacar como el punto más alto los asentamientos continuos, con 7 viviendas, con respecto al punto más bajo como grietas por empujes verticales, con 2 viviendas.

Los siguientes resultados responden al segundo objetivo específico: Determinar las características del suelo y el índice de plasticidad, el cuál fue realizado mediante el análisis granulométrico y los límites de Atterberg.

Al realizarse el Análisis Granulométrico se obtuvo que según la clasificación de suelos (SUCS) el suelo de la zona es de tipo (SP) arena mal graduada con grava, (SP-SM) arena mal graduada con limo, (SP) y (SC-SM) arena arcillosa – limosa, que determina que no cuenta con las propiedades adecuadas para cimentar, según la Norma E – 50 son suelos con baja expansividad de acuerdo al índice de plasticidad, lo que nos dice que si producen efectos dentro de un determinado tiempo.

Gráfico N° 07: Resultados granulométricos



Fuente: Base de Datos

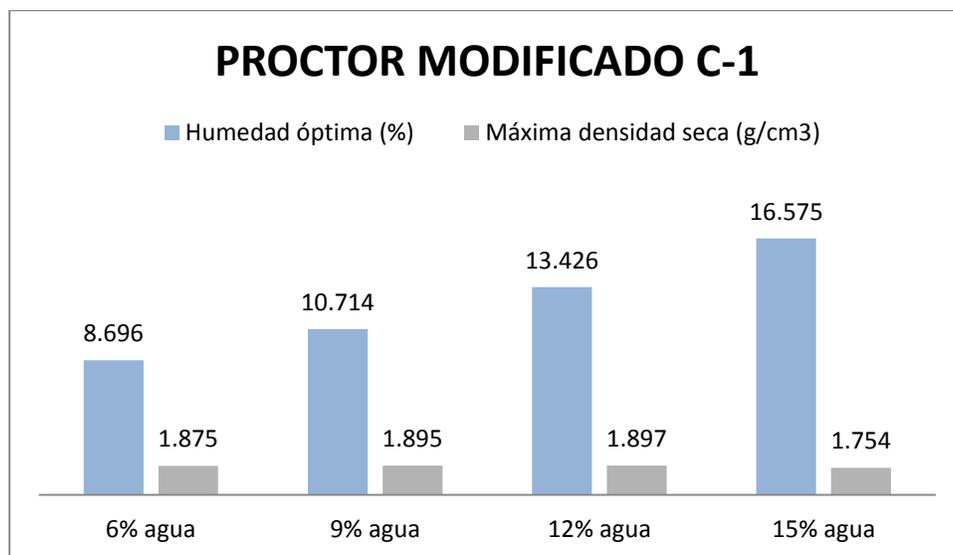
Descripción: se determinaron las características del suelo como se muestra en el gráfico N° 07, donde nos muestra el contenido de humedad más alto en la calicata ocho con 2.55%, mientras que el punto más bajo es la calicata 2 con un valor total de 1.31%, en cuanto al límite líquido se tiene el punto más alto en la calicata diez con un valor total de 26.75% con respecto al punto más bajo de la calicata nueve obteniendo 22.2%, en cuanto al límite plástico

se tiene el punto más alto en la calicata cuatro con un valor total de 22.24% con respecto al punto más bajo de la calicata nueve obteniendo 17.28%, por último se tiene la calicata diez como punto más alto de índice de plasticidad con 5.81% con respecto al punto más bajo de la calicata 5 obteniendo 1.95% de índice de plasticidad.

Interpretación: se observa el mayor índice de plasticidad en la calicata 10, lo cual determina que la parcela 4 puede ser más afectada de acuerdo a su plasticidad, presentando variaciones en el volumen del suelo ante la presencia de humedad, en cuanto al punto más bajo se tiene a la calicata 5 con 1.95% de IP; con respecto al contenido de humedad se tiene el punto más alto en la calicata 8 con 2.55%, mientras que el punto más bajo el cual fue la calicata 2 con 1.31%.

Los siguientes resultados responden al tercer objetivo específico: Determinar la expansión del suelo para el cual se necesitó realizar el ensayo de Proctor Modificado para obtener el contenido óptimo de humedad y ser aplicado al ensayo de CBR mostrados a continuación:

Gráfico N° 08: Proctor Modificado de la calicata C-1

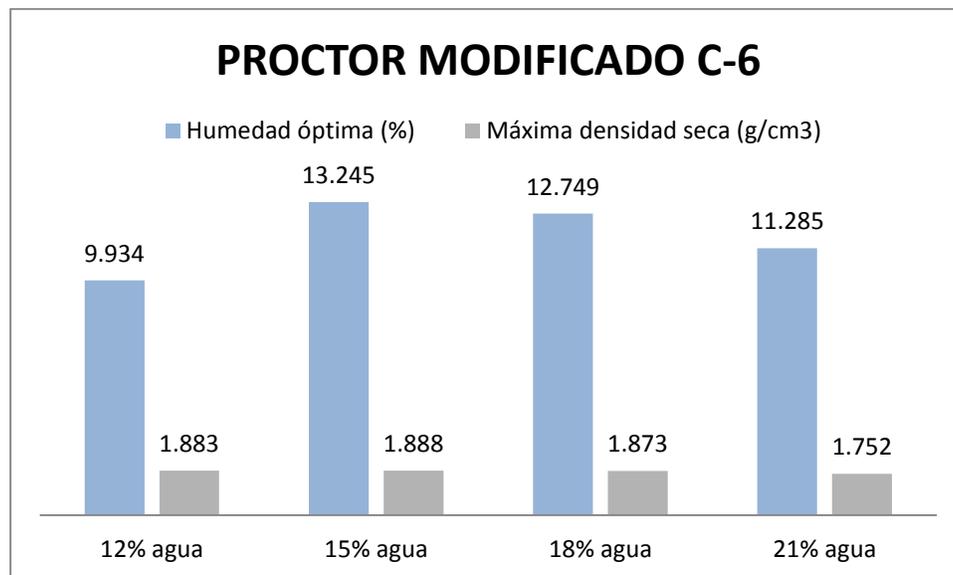


Fuente: Base de Datos

Descripción: En el ensayo de Proctor Modificado de la calicata C1 se tomó como referencia añadiéndole el 6% de agua de la muestra a ensayar, obteniendo como máxima densidad seca 1.875 g/cm³ y una humedad óptima de 8.696%. Sucesivamente al añadirle el 9% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.895 g/cm³ y una humedad óptima de 10.714%. Seguida por la adición del 12% de agua, obteniendo como máxima densidad seca 1.897 g/cm³ y una humedad óptima de 13.426%. Por último con la adición del 15% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.754 g/cm³ y una humedad óptima de 16.575%.

Interpretación: Se destaca la adición del 12% de agua ya que es el punto donde se obtiene la curvatura máxima, obteniendo un balance óptimo de humedad para una mejor compactación, mostrando como máxima densidad seca 1.897 g/cm³ y una humedad óptima de 13.426%.

Gráfico N° 09: Proctor Modificado C-6



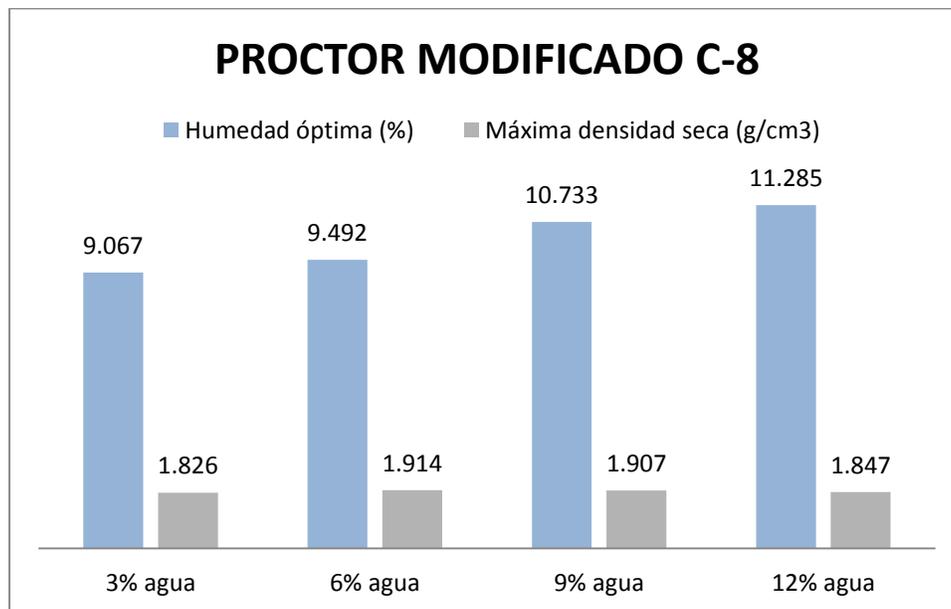
Fuente: Base de Datos

Descripción: En el ensayo de Proctor Modificado de la calicata C6 se tomó como referencia añadiéndole el 12% de agua de la muestra a ensayar, obteniendo como máxima densidad seca 1.883 g/cm³ y una

humedad óptima de 9.934%. Sucesivamente al añadirle el 15% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.888 g/cm³ y una humedad óptima de 13.245%. Seguida por la adición del 18% de agua, obteniendo como máxima densidad seca 1.873 g/cm³ y una humedad óptima de 12.749%. Por último con la adición del 21% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.752 g/cm³ y una humedad óptima de 11.285%.

Interpretación: Se destaca la adición del 15% de agua ya que es el punto donde se obtiene la curvatura máxima, obteniendo un balance óptimo de humedad para una mejor compactación, mostrando como máxima densidad seca 1.888 g/cm³ y una humedad óptima de 13.245%.

Gráfico N° 10: Proctor Modificado C-8



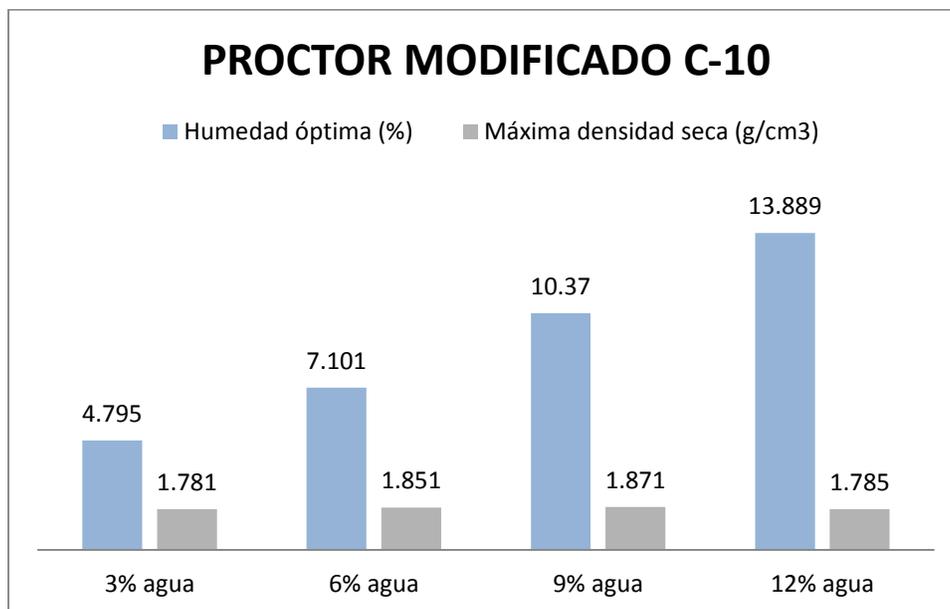
Fuente: Base de Datos

Descripción: En el ensayo de Proctor Modificado de la calicata C8 se tomó como referencia añadiéndole el 3% de agua de la muestra a ensayar, obteniendo como máxima densidad seca 1.826 g/cm³ y una humedad óptima de 9.067%. Sucesivamente al añadirle el 6% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.914 g/cm³ y una humedad óptima de 9.492%. Seguida por la adición del 9% de agua, obteniendo como

máxima densidad seca 1.907 g/cm³ y una humedad óptima de 10.733%. Por último con la adición del 12% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.847 g/cm³ y una humedad óptima de 11.285%.

Interpretación: Se destaca la adición del 6% de agua ya que es el punto donde se obtiene la curvatura máxima, obteniendo un balance óptimo de humedad para una mejor compactación, mostrando como máxima densidad seca 1.914 g/cm³ y una humedad óptima de 9.492%.

Gráfico N° 11: Proctor Modificado C-10



Fuente: Base de Datos

Descripción: En el ensayo de Proctor Modificado de la calicata C10 se tomó como referencia añadiéndole el 3% de agua de la muestra a ensayar, obteniendo como máxima densidad seca 1.781 g/cm³ y una humedad óptima de 4.795%. Sucesivamente al añadirle el 6% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.851 g/cm³ y una humedad óptima de 7.101%. Seguida por la adición del 9% de agua, obteniendo como máxima densidad seca 1.871 g/cm³ y una humedad óptima de 10.37%. Por último con la adición del 12% de agua se obtuvo como máxima densidad seca 1.785 g/cm³ y una humedad óptima de 13.889%.

Interpretación: Se destaca la adición del 9% de agua ya que es el punto donde se obtiene la curvatura máxima, obteniendo un balance óptimo de humedad para una mejor compactación, mostrando como máxima densidad seca 1.871 g/cm³ y una humedad óptima de 10.37%.

Cuadro N° 01: Ensayo de CBR

CBR	
PARCELA N° 04 (C10)	
Horas	Expansión
24	0.018
48	0.022
72	0.026
96	0.030

Fuente: Base de Datos

Descripción: Obteniendo el suelo más problemático en la Parcela 04, se realizó el ensayo de CBR en el cuál se obtuvo como expansión un valor de 0.018 a las 24 horas, 0.022 a las 48 horas, 0.026 a las 72 horas y 0.30 mm a las 96 horas.

Interpretación: Al ser sumergidas las muestra del suelo por 4 días se presentaron variaciones de expansión las cuales fueron promediadas del día a día para obtener la expansión final, obteniendo como suelo más crítico C10 debido a que previo a la realización del ensayo de CBR se efectuó un ensayo de consolidación, donde el suelo presentó mayor deformación que los demás, obteniendo finalmente una expansión de 0.030.

Los siguientes resultados responden al cuarto objetivo específico: Determinar la capacidad portante del suelo el cual se realizó mediante el ensayo de corte directo brindándonos los datos de cohesión y ángulo de fricción, los cuales serán reemplazados en la fórmula de Terzaghi para hallar la capacidad portante del suelo.

Cuadro N° 02: Ensayo de corte directo

CORTE DIRECTO	
Parcela N° 04 (C-10)	
Ángulo de fricción	18°
Cohesión	0.01 Kg/m ²
Capacidad Portante	0.55 Kg/m ²

Fuente: Base de Datos

Descripción: En el ensayo de corte directo para la calicata C10 se obtuvo como valor una cohesión de 0.01 kg/m² y para el ángulo de fricción un valor de 18° de la muestra utilizada en el ensayo de corte directo, el suelo presentó una capacidad portante de 0.55 Kg/m².

Interpretación: Se obtuvieron los datos del corte directo los cuales fueron reemplazados para determinar la capacidad portante del suelo en las fórmulas de Terzaghi el cual nos arrojó 0.55 kg/m². En la calicata diez el ángulo de fricción tiene un valor de 18° y como cohesión un valor de 0.01 kg/m² como patrón natural.

IV. DISCUSIÓN

1. En la investigación realizada por Raúl Beltrán Martínez (2009) en el cual buscó estimar los movimientos de una arcilla donde se determinó que para que un suelo sea expansivo, debe contener un mineral arcilloso que manifieste cambios de volumen al ser sometido a cambios en su contenido de humedad, y este debe estar en condiciones de secado. El grave problema que se tiene en los análisis de expansión, es el de la dificultad para determinar el valor de esa profundidad para un sitio dado. Las deformaciones de una arcilla se deben a incrementos de esfuerzos ocasionados por la carga externa y a variaciones de la succión dentro del suelo. Generalmente las teorías para explicar la expansión de las arcillas se relacionan con el desbalance de carga en los minerales que contienen dichas arcillas, la investigación se realizó en un suelo arcilloso inorgánico de alta plasticidad (CH), donde el autor obtuvo 76% de límite líquido, 29% de límite plástico y 47% de plasticidad, siendo un suelo que presenta expansión alta; por lo tanto se corrobora lo afirmado en la tesis de Raúl Beltrán, debido a que la deformación de una arcilla se debe a cargas externas aplicadas, en este caso las viviendas, las cuales fueron cimentadas aledañamente a la parcela 4, presentando fisuras y agrietamientos debido a los cambios de humedad del suelo ocurridos hace unos meses por el fenómeno del niño. El suelo más problemático sobre el que se trabajó fue arena arcillosa – limosa (SC – SM), donde se obtuvo 26.75% de límite líquido, 20.94% de límite plástico y 5.81% de plasticidad, siendo un suelo que presenta expansión baja, siendo perjudicial también con el transcurso del tiempo.
2. En la investigación realizada por Jaime Antonio Carrasco Fernández (2013) en el cual buscó identificar y describir las características y condiciones propias de los suelos expansivos en propiedades geotécnicas donde se determinó que la cimentación sobre arcillas es posible siempre y cuando se cuantifique con exactitud el grado de expansividad y se tomen las medidas

adecuadas a cada situación. Es esencial para ello, la realización de un estudio geotécnico completo, previo a la realización del proyecto donde se determinen las características geológicas y geotécnicas del terreno. Por ésta razón, es determinante la importancia de la información a partir de los ensayos de laboratorio, que permiten cuantificar la expansión del suelo en cuestión, por lo tanto en la presente investigación se afirma lo concluido por el tesista, debido a que se realizaron ensayos para determinar las características del suelo, incluso la expansión de éste y tomar medidas del caso previo a la cimentación de alguna construcción en la zona evitando efectos en las construcciones a futuro, en este caso se determinó que el grado de expansión es de potencial baja debido a que se obtuvo un Índice de Plasticidad de 5.81% y 0.030% de expansión obtenida mediante el ensayo de CBR, siendo perjudicial en un tiempo determinado después de realizada la construcción.

3. En la investigación que realizó Jesús Noel Vergara Ramírez (2012) concluye que el tratamiento de las arcillas expansivas constituye un problema complicado. Debe tener un estudio adecuado por los graves perjuicios económicos la de previsión y se debe tener presente que en todo terreno expansivo se debe realizar el estudio previo a la ejecución del proyecto; por lo tanto se demuestra la teoría que trabajar sobre suelos expansivos es complicado sin realizar un estudio previo al terreno y evitar daños estructurales y económicos, para lo cual se debe tomar las medidas del caso y realizar un cambio de suelo o mejoramiento el cual debe incrementar su capacidad portante como en la presente investigación que se obtuvo 0.55 kg/m^2 de capacidad portante para el patrón natural, y con adición del 6% de cal presentó una capacidad portante de 1.28 kg/m^2 .

V. CONCLUSIONES

- Los efectos del suelo expansivo más reiterativos encontrados en la zona de acuerdo a la población determinada fueron las fisuras y agrietamientos, siendo así las viviendas más antiguas (de 30 años a más) las más afectadas por diversos tipos de agrietamientos como: asentamiento puntual, asentamiento continuo y asentamiento por empuje vertical, debido a que el potencial de expansión es baja (0.030%). Las viviendas en su mayoría presentan más cantidad de fisuras debido al último acontecimiento ocurrido por parte de la naturaleza (fenómeno del niño).
- Se concluye que la Expansión Urbana presenta 3 tipos de suelo arena mal graduada con grava (SP), arena mal graduada con limo (SP-SM) y arena arcillosa – limosa (SC-SM), siendo el suelo que presenta mayor expansión la Parcela 4, incluyendo las viviendas aledañas a dicha Parcela, donde se obtuvo según los análisis de las características del suelo: 26.75% de límite líquido, 20.94% de límite plástico y 5.81% de plasticidad, datos con los cuales posteriormente se pudo hallar el grado de humedad del suelo.
- Se obtuvo en la Parcela 4 un ángulo de fricción de 18° y 0.01 kg/m^2 de cohesión, datos que fueron reemplazados en la fórmula de Terzagui en la cual se obtuvo una capacidad portante de 0.55 kg/cm^2 para una zapata cuadrada de 1.00m de altura, 1.00m de ancho y una profundidad de 1.50m.
- Se concluye que el suelo de la Parcela 4 tiene una Densidad Máxima seca (1.871 g/cm^3) y el Óptimo Contenido de Humedad (10.37%) realizados en el ensayo de Proctor Modificado, se pudo realizar el ensayo de CBR obteniendo un grado de expansión de 0.030%.
- Se concluye que para la propuesta de solución se debe realizar la estabilización del suelo mediante la adición del 6% de Cal, realizando la remoción de ambos; asimismo se afirma la hipótesis planteada que el suelo expansivo causa efectos negativos en las cimentaciones de las viviendas de la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la Municipalidad Distrital de Nepeña que realice una zonificación por clasificación del tipo de suelo de las futuras hectáreas que sean habilitadas para construcciones de diversas edificaciones, manteniendo a la población prevenida evitando daños humanos y económicos.
- Se recomienda a la población de la Expansión Urbana de Nepeña que al detectar la presencia de un suelo problemático (expansivo), se tomen medidas y se realice la estabilización del suelo ya sea adicionándole algún componente o haciendo un reemplazo del suelo. La estabilización de suelos con cal resulta favorable debido a que es un material impermeable al agua, es recomendable una adición del 6% de cal para un suelo arcilloso - limoso, para mejorar la capacidad portante del terreno natural que en la presente investigación es de 0.55 kg/cm^2 .
- Se recomienda a las futuras investigaciones utilizar como antecedente la presente investigación para la realización de estabilización de suelos mediante la adición de cal en porcentajes donde la capacidad portante incremente y la expansión reduzca, el porcentaje adecuado para una arena arcillosa – limosa (SC – SM) es 6% de cal, el cual debe mezclarse con el terreno natural.
- Se recomienda a las futuras investigaciones realizar estudios detallados de mecánica de suelos para obtener datos precisos que permitan determinar el grado de expansión de un suelo y proporcionar soluciones viables que permitan la seguridad a futuras construcciones cimentadas sobre suelos expansivos. Asimismo se debe realizar una búsqueda previa a la realización de una investigación y tener en cuenta los ensayos necesarios que nos ayuden a determinar las características del suelo.

VII. PROPUESTA

Realizar una propuesta de solución teniendo en cuenta los análisis obtenidos en la zona.

7.1. Generalidades

Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL SUELO EXPANSIVO PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 PISOS EN LA PARCELA 04 DE LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – SANTA - ANCASH".

Como en la mayoría de las viviendas del Distrito de Nepeña, el problema por el tipo de suelo en ciertas zonas del Distrito, que agravan la situación con el paso de los años debido a que ciertas zonas presentan un suelo arcilloso limoso, provocando asentamientos, fisuras y agrietamientos en las estructuras de las viviendas.

Ante esta situación, es importante específicamente en donde se presenta este tipo de suelo, plantear un mejoramiento de éste, cuya finalidad es optimizar las construcciones en la zona, para lo cual se proyectará el mejoramiento para una vivienda unifamiliar de 3 pisos con dimensiones de 7.00 m x 21.00 m con adición de cal en porcentaje del 6% por capas de 0.20m a una altura de 0.60m, por debajo de la profundidad de cimentación (1.50m).

El servicio de seguridad de los pobladores se verá favorecido en la medida que sus viviendas no tendrán efectos severos con el paso del tiempo.

7.1.1. Características de la zona

▪ Ubicación:

El presente proyecto se ubica en la Expansión Urbana del distrito de Nepeña, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, el cual presenta una altitud media de 144 m.s.n.m.

Departamento: Ancash

Provincia : Santa

Distrito : Nepeña

▪ **Vías de Acceso:**

La obra proyectada se encuentra en el mismo en el mismo Distrito de Nepeña a 1 hora de la Plaza de Armas de Chimbote.

La vía de acceso al Sector donde se ubica el proyecto cuenta con acceso vehicular y peatonal la misma que recorre el siguiente orden o ruta:

Ruta: Panamericana Norte - Acceso a Nepeña 1 - Acceso a Nepeña 2

▪ **Tipo de Suelo:**

El suelo en la zona donde se desarrollará el presente proyecto está conformado por arcillas y limos, suelta a medianamente compacta, de color beige a su vez no se presenta nivel freático alto.

▪ **Clima:**

El clima es templado, de precipitaciones casi nulas. La temperatura varía desde los 29°C en verano hasta los 15°C en invierno.

Los vientos son constantes todo el año, predominando con dirección Sur- Oeste a una velocidad de 30 a 40 km/h.

7.2. Objetivos

- Mejorar el suelo arcilloso limoso con adición de cal para una vivienda unifamiliar de 7.00 m x 21.00 m de la Parcela 04 para lograr su estabilización.
- Proporcionar las partidas con el presupuesto del proyecto.
- Generar una opción eficaz para los pobladores de la zona.

7.3. Metafísica

- Realizar la limpieza del terreno natural en 147.00 m².
- Realizar excavación en 308.70 m³ con maquinaria a una profundidad de 2.10 m.
- Eliminar 264.60 m³ de material excedente con maquinaria.
- Mejorar 88.20 m³ del terreno natural por capas de E = 0.20m, H = 0.60, con adición de cal del 6%.

7.4. SITUACION ACTUAL

Actualmente el área de emplazamiento del proyecto cuenta con una superficie libre de construcciones, con leve presencia de escombros y ciertas pendientes sin consideración.

▪ Ubicación específica

Por el norte : Parcela Agrícola
Por el sur : Calle Daniel Alcides Carrión
Por el este : Parcela Agrícola
Por el oeste : Calle Túpac Amaru

7.5. Análisis de laboratorio

Ensayos:

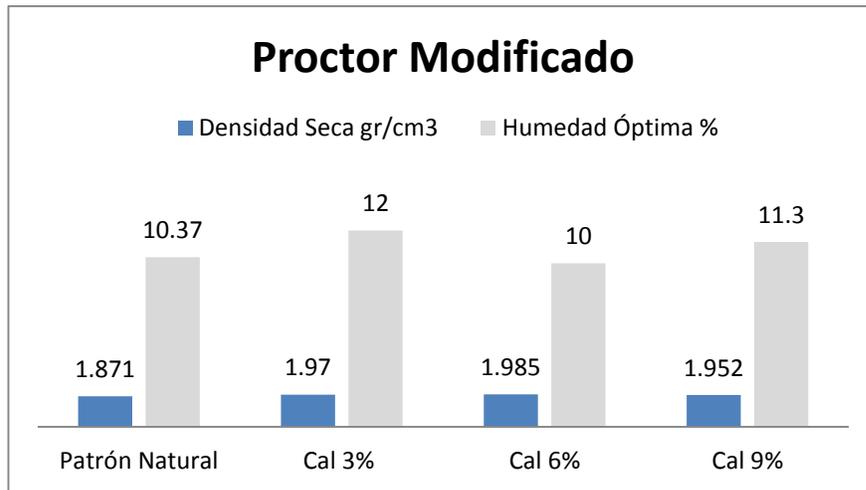
De los ensayos realizados al suelo de la Parcela 4 (10,000 m²) con la adición del 6% de cal se obtuvo:

- Del Proctor Modificado:
Una máxima densidad seca de 1.985 g/cm³ y un valor de 10% para la humedad óptima. (Ver Gráfico N° 11)
- Del CBR:
Una expansión de 0.017%, disminuyendo un 0.013% de la expansión del patrón natural (0.030%). (Ver Cuadro N° 03)

- Del Corte Directo:

Incrementó el ángulo de fricción de 18° (patrón natural) a 25° (+6% de cal), la cohesión de 0.01 kg/m² a 0.02 kg/m² y la capacidad portante de 0.55 kg/m² aumentó a 1.28 kg/m², la cual fue determinada para una zapata cuadrada de 1.00 m de ancho por 1.00 m de altura y 1.50 de profundidad. (Ver Cuadro N° 04)

Gráfico N° 11: Proctor Modificado C-10 adición de cal



Fuente: Base de Datos

Cuadro N° 03: Ensayo de CBR adición de cal

CBR (%)		
C10 Parcela 04		
Horas de sumersión	Patrón Natural	6% de cal
24	0.018	0.008
48	0.022	0.011
72	0.026	0.015
96	0.03	0.017

Fuente: Base de Datos

Cuadro N° 04: Ensayo de Corte Directo adición de cal

CORTE DIRECTO			
Suelo	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (kg/m²)	Capacidad portante (kg/m²)
Patrón Natural	18°	0.01	0.55
3% de cal	24°	0.02	1.13
6% de cal	25°	0.02	1.28
9% de cal	23°	0.02	1.01

Fuente: Base de Datos

7.6. Valor referencial

El monto del presupuesto será de S/. 27,240.75 (Son: VEINTISIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y 75/100 NUEVOS SOLES), el mismo que ha sido elaborado teniendo en cuenta los Metrados y los Análisis de Precios Unitarios calculados a precios referenciales del mes de Noviembre – 2017, incluyendo Gastos Generales (8%), Utilidad (7%) e IGV (18%).

PRESUPUESTO		
ITEM	DESCRIPCION	MONTO
01	Mejoramiento del suelo expansivo	S/. 20,074.24
COSTO DIRECTO		S/. 19,239.73
	GASTOS GENERALES (8%)	S/. 1,605.94
	UTILIDAD (7%)	S/. 1,405.20
SUB TOTAL		S/. 23,085.38
	IGV (18%)	S/. 4,155.37
COSTO DE INVERSIÓN		S/. 27,240.75

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRÁN, Raúl. Diseño geotécnico y estructural de una cimentación en arcilla expansiva. Tesis para optar el Grado de Maestría. Área de Geotecnia. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2009. 190 pp.

- BERRY, Peter y REID, David. Mecánica de Suelos. Colombia: Nomos S.A, 1993. 427 pp.

ISBN: 958-600-172-5

- CARRASCO, Jaime. Análisis de la Acción de Suelos Expansivos Sobre las Estructuras en Lima Metropolitana – Métodos de Estabilización y Soluciones constructivas. Tesis para optar el Título de Ingeniería Civil. Área de Obras Civiles. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2013. 131 pp.

- CRESPO, Carlos. 6 a ed. Mecánica de Suelos y Cimentaciones I. México: Limusa S.A, 2013. 644 pp.

ISBN: 978-968-18-6963-2

- DAS, Braja. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México: Thomson Editores, 2001. 367 pp.

ISBN: 970-686-061-4

- DAS, Braja. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. México: Thomson Editores, 2006. 385 pp.

ISBN: 970-686-481-4

- DAS, Braja. 4 a ed. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. México: Thomson Editores, 1999. 402 pp.

ISBN: 970-686-035-5

- JIMENEZ, José. y DE JUSTO, José. Geotecnia y Cimientos I Propiedades de los Cimientos y Las Rocas. España: Rueda, 1975. 493 pp.

ISBN: 84-7207-008-5

- JIMENEZ, José, DE JUSTO, José y SERRANO, Alcibíades. Geotecnia y Cimientos II Mecánica de Suelos y Las Rocas. España: Rueda, 1981. 494 pp.

ISBN: 84-7207-021-2

- JIMENEZ, José. 2 a ed. Geotecnia y Cimientos III Cimentaciones, Excavaciones y Aplicaciones de la Geotecnia. España: Rueda, 1981. 481 pp.

ISBN: 84-7207-017-4

- JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. 2 a ed. Mecánica de Suelos. México: Limusa S.A, 2001. 644 pp.

ISBN: 968-18-0128-8

- LAMBE, William y WHITMAN, Robert. Mecánica de Suelos. México: Limusa S.A, 2002. 415 pp.

ISBN: 968-18-1894-6

- MEZA OCHOA, Victoria Elena. Influencia de la succión matricial en el comportamiento deformacional de dos suelos expansivos. Tesis para optar el Grado de Maestría en Ingeniería, Área de Geotecnia. Medellín: Universidad de minas, Facultad de ingeniería, 2005. 113 pp.

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). MTC, Manual de ensayos de materiales, Lima: INN, 2016. 1268 pp.

- Reglamento Nacional de construcciones (Perú). RNE, E – 0.50 Reglamento Nacional de Edificaciones, suelo y cimentaciones. Lima: INN, 2006. 400 pp.

- SANZ, Juan. Mecánica de Suelos. España: Editores Técnicos Asociados, 1975. 226 pp.

ISBN: 84-7146-165-X

ANEXOS TESIS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

EFFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2017

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

EDIFICACIONES ESPECIALES

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

En la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña, la principal circunstancia viene a ser la el tipo de suelo con el que cuenta, ya que existe la presencia de arcillas, viéndose así las estructuras de algunas viviendas afectadas por agrietamientos y fisuras; recientemente se habilitó parcelas agrícolas para la construcción de viviendas para el cual se pretende dar una alternativa de solución al terreno, precisamente por la presencia de arcillas en la zona (Nepeña), que permita la construcción de estructuras evitando daños a futuro debido a los efectos del suelo y que permita la cimentación en cada caso.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	INDICADORES
<p>¿Cuáles son los efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña?</p>	<p>General: Determinar los efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas del Asentamiento Humano Solidex Alto, Centro Poblado San Jacinto – Distrito de Nepeña.</p>	<p>General: El suelo expansivo causa efectos negativos en las cimentaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis granulométrico. ▪ Límites de Atterberg ▪ Contenido de humedad ▪ Proctor modificado ▪ Ensayo de Corte directo. ▪ Ensayo de CBR
	<p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar los efectos del suelo expansivo. - Determinar las características del suelo y el índice de plasticidad. - Determinar la expansión del suelo. - Determinar la capacidad portante del suelo. - Realizar una propuesta de solución teniendo en cuenta los análisis obtenidos en la zona. 	<p>de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grietas por asentamiento puntual (apertura de base). ▪ Grietas por asentamiento puntual (apertura superior en V). ▪ Grietas por asentamiento puntual por cortante. ▪ Grietas por asentamiento continuo. Grietas por empujes verticales.

ANEXO N° 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE INSTRUMENTOS

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO	ESCALA VALORATIVA
V.1 SUELOS EXPANSIVOS	Identificación y expansión de un suelo como expansivo	Análisis Granulométrico	$\%R \text{ parcial} = \frac{Pr \text{ en tamiz}}{P \text{ mt}} \times 100$ Donde: %R = Porcentaje retenido. Pr en = Peso retenido. P = Peso. mt = Muestra total.	(ASTM D 422)	%
		Contenido de Humedad	$w = \left(\frac{W_w}{W_s} \right) * 100$ Dónde: w = Contenido de humedad expresado en %. W _w = Peso del agua existente en la masa del suelo. W _s = Peso de las partículas sólidas.	(ASTM D 2216)	%
		Índice de Plasticidad	$I_p = W_L - W_P$ Dónde: I _p = Índice de plasticidad W _L = Límite líquido W _P = Límite plástico	(ASTM D 4318)	und

		Proctor Modificado	$Pd = \frac{Pm}{1 + \frac{w}{100}}$ <p>Dónde: Pd = Densidad seca del espécimen compactado. Pm = Densidad Húmeda del espécimen compactado w = contenido de agua.</p>	(ASTM D 1557)	Mg/m3
		Corte Directo	$q_c = 1.3c \cdot N + y \cdot D_f \cdot N'q + 0.4y \cdot B \cdot N'y$ <p>Dónde: q_c= capacidad ultima de carga q_{ad}= capacidad de carga admisible F_c= Factor de Seguridad y= Peso específico total B= Ancho de Zapata en m D_f= Profundad de cimentación en m. C = cohesión O = Angulo de fricción interna</p>	(ASTM D 3080)	Kg/cm ²

			<p>Para calcular la densidad inicial de la muestra (γ_i) antes de ser sumergida:</p> $\gamma_i = (W_1 - M_m) / V_m$ <p>Dónde: W1 = peso del molde más el suelo compactado. Mm = peso del molde Vm = capacidad volumétrica del molde.</p>		(gr./cc)
		Ensayo CBR	<p>Para calcular la densidad saturada de la muestra (γ_s) luego de ser sumergida:</p> $\gamma_s = (W_2 - M_m) / V_m$ <p>Dónde: W 2 = peso del molde y el suelo compactado y saturado.</p>	(ASTM D 1883)	(gr./cc)
			<p>Para calcular la expansión de la muestra, como porcentaje de la altura inicial (%E), mediante la siguiente expresión:</p> $\% E = L_2 - L_1 / L_1 * 100$ <p>Dónde: L1= Lectura inicial en mm. L2= Lectura final en mm.</p>		(%)

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO	ESCALA VALORATIVA
V.2 EFECTOS EN LAS CIMENTACIONES	Agrietamientos por expansión de suelos	-Grietas por asentamiento puntual (Apertura de base).	¿Qué tipo y dimensión de grietas presenta la edificación?	FICHA TÉCNICA	a. 5mm a 1cm b. 1cm a 2 cm c. 3cm a 4cm d. 4cm a 5cm
		-Grietas por asentamiento puntual (Apertura superior en V).			a. 5mm a 1cm b. 1cm a 2 cm c. 3cm a 4cm d. 4cm a 5cm
		Grietas por asentamiento puntual por cortante.			a. 5mm a 1cm b. 1cm a 2 cm c. 3cm a 4cm d. 4cm a 5cm
		Grietas por asentamiento continuo.			a. 5mm a 1cm b. 1cm a 2 cm c. 3cm a 4cm d. 4cm a 5cm
		Grietas por empujes verticales.			a. 5mm a 1cm b. 1cm a 2 cm c. 3cm a 4cm d. 4cm a 5cm

ANEXO N° 03: INSTRUMENTOS

“FICHA TÉCNICA PARA DETERMINAR LOS EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO”

DATOS GENERALES

Propietario:

Sexo: M F

Dirección:

1. Aspectos Físicos

- 1.1. ¿Se realizó un estudio de suelos antes de realizar la construcción de la edificación?

Si	
No	

- 1.2. ¿Cuántos años de antigüedad tiene la construcción de la edificación?

1 a 5 años	
6 a 10 años	
11 a 15 años	
16 a 20 años	
21 a 30 años	
31 a 40 años	
41 a 50 años	
51 años a más	

- 1.3. Estado de Conservación de la Edificación.

Bueno: En los elementos estructurales de la edificación no se visualizan grietas ni fisuras.	
Regular: Los elementos estructurales de la edificación presentan fisuras poco significantes, de un espesor no mayor a 5mm (poco considerables).	
Deficiente: Los elementos estructurales de la edificación presentan grietas y fisuras considerables, de un espesor mayor a 5mm.	

1.4. ¿La edificación presenta fisuras?

Si	
No	

1.5. ¿La edificación presenta grietas?

Si	
No	

1.6. ¿Qué tipo y dimensión de grietas presenta la edificación?

Tipos	Dimensión	
Por asentamiento puntual (apertura de base).	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por asentamiento puntual (apertura superior en V).	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por asentamiento puntual por cortante.	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por asentamiento continuo.	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por empujes verticales.	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	

**“FICHA TÉCNICA PARA DETERMINAR LOS EFECTOS DEL SUELO
EXPANSIVO”**

DATOS GENERALES

Propietario: *Gabina Ramírez Norabona*

Sexo: M F

Dirección: *Calle Hipólito Unzué Mz B Lt 17*

1. Aspectos Físicos

1.1. ¿Se realizó un estudio de suelos antes de realizar la construcción de la edificación?

Si	
No	X

1.2. ¿Cuántos años de antigüedad tiene la construcción de la edificación?

1 a 5 años	
6 a 10 años	
11 a 15 años	
16 a 20 años	
21 a 30 años	
31 a 40 años	X
41 a 50 años	
51 años a más	

1.3. Estado de Conservación de la Edificación.

Bueno: En los elementos estructurales de la edificación no se visualizan grietas ni fisuras.	
Regular: Los elementos estructurales de la edificación presentan fisuras poco significantes, de un espesor no mayor a 5mm (poco considerables).	
Deficiente: Los elementos estructurales de la edificación presentan grietas y fisuras considerables, de un espesor mayor a 5mm.	X

1.4. ¿La edificación presenta fisuras?

Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

1.5. ¿La edificación presenta grietas?

Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

1.6. ¿Qué tipo y dimensión de grietas presenta la edificación?

Tipos	Dimensión	
Por asentamiento puntual (apertura de base).	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por asentamiento puntual (apertura superior en V).	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por asentamiento puntual por cortante.	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por asentamiento continuo.	5mm a 1cm	X
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	
Por empujes verticales.	5mm a 1cm	
	1cm a 2 cm	
	3cm a 4cm	
	4cm a 5cm	

ANEXO N° 04: VALIDACIONES

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ÍTEM		
1	¿Se realizó un estudio de suelos antes de realizar la construcción de la edificación?	B	
2	¿Cuántos años de antigüedad tiene la construcción de la edificación?	B	
3	Estado de conservación de la edificación.	B	
4	¿La edificación presenta fisuras?	B	
5	¿La edificación presenta grietas?	B	
6	¿Qué tipo y dimensión de grietas presenta la edificación?	B	

Evaluado por:

Nombre y Apellido: Manuel Antonio Cardoza Jernopul

DNI: 02855165

Firma: 

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Manuel Antonio Cardoza Jernapol, titular del
 DNI N° 02855165, de profesión Docente, ejerciendo
 actualmente como Jefe de Oficina de Fondo Editorial, en la institución
Universidad César Vallejo - Chimbote.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al personal que estudia en: _____

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de septiembre del 2017



[Firma]
 Firma

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

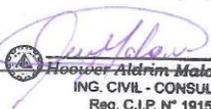
Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ÍTEM		
1	¿Se realizó un estudio de suelos antes de realizar la construcción de la edificación?	B	
2	¿Cuántos años de antigüedad tiene la construcción de la edificación?	B	
3	Estado de conservación de la edificación.	B	
4	¿La edificación presenta fisuras?	B	
5	¿La edificación presenta grietas?	B	
6	¿Qué tipo y dimensión de grietas presenta la edificación?	B	

Evaluated by:

Nombre y Apellido: HOOPER ALDRIN MALO ALVARO

DNI: 46392048

Firma: 
 **Hooper Aldrin Malo Alvaro**
ING. CIVIL - CONSULTOR
Reg. C.I.P. N° 191501
Reg. Consultor C-93464

CONSTANCIA DE VALIDACION

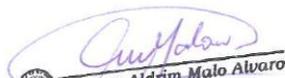
Yo, HOOPER ALDRIM MALO ALVARO, titular del
DNI N° 46392048, de profesión INGENIERO CIVIL,
ejerciendo
actualmente como PROYECTISTA, en la Institución
MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE NUEVO CHIMBOTE.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del
Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al personal que estudia en: _____
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes
apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de SEPTIEMBRE del 2017



Hooper Aldrim Malo Alvaro
ING. CIVIL - CONSULTOR
Reg. C.I.P. N° 191501
Reg. Consultor C-83484
Firma

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

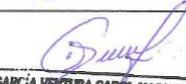
Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
Nº	ÍTEM		
1	¿Se realizó un estudio de suelos antes de realizar la construcción de la edificación?	B	
2	¿Cuántos años de antigüedad tiene la construcción de la edificación?	B	
3	Estado de conservación de la edificación.	B	
4	¿La edificación presenta fisuras?	B	
5	¿La edificación presenta grietas?	B	
6	¿Qué tipo y dimensión de grietas presenta la edificación?	B	

Evaluado por:

Nombre y Apellido: CAROL MASSIEL GARCIA VENTURA

DNI: 47198779

Firma: 
GARCÍA VENTURA CAROL MASSIEL
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CP Nº 164304

CONSTANCIA DE VALIDACION

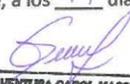
Yo, CAROL MASSIEL GARCIA VENTURA, titular del
DNI N° 47198779, de profesión INGENIERO CIVIL,
ejerciendo
actualmente como PROYECTISTA EN MDNCH, en la Institución
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVO CHIMBOTE

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del
Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al personal que estudia en: _____
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes
apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems		X		
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems		X		
Claridad y precisión		X		
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de SEPTIEMBRE del 2017


GARCIA VENTURA CAROL MASSIEL
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CP N° 164884

Firma

ANEXO N° 05: ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

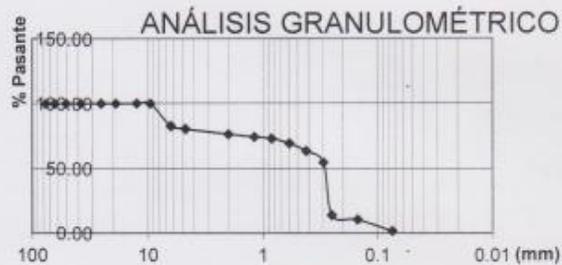
ASUNTO : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C - 01

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	0.00	0.00
1/4	346.20	17.31
Nº 4	42.5	2.13
Nº 10	79.2	3.96
Nº 16	44.2	2.21
Nº 20	24.1	1.21
Nº 30	74.9	3.75
Nº 40	117.2	5.86
Nº 50	176.8	8.84
Nº 60	816.3	40.82
Nº 100	66.4	3.32
Nº 200	177.7	8.89
P Nº 200	34.5	1.73



Grava (%)	17.31
Arena (%)	72.07
Finos (%)	10.62
Límite Líquido	24.23
Límite Plástico	19.07
Índice Plasticidad	5.16
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A2 - 4
Contenido de Humedad	1.35

Nota:

SUCS: Arena mal graduada con grava

AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H.LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mp. Víctor Rolando Rojas Silva
Directo de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO



ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

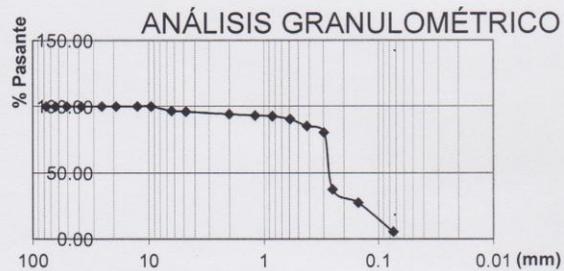
(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE
ASUNTO : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA
UNIDAD : MUESTRA C – 06

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	0.00	0.00
1/4	66.90	3.35
Nº 4	10.6	0.53
Nº 10	38.5	1.93
Nº 16	19.6	0.98
Nº 20	11.5	0.58
Nº 30	44.5	2.23
Nº 40	104	5.20
Nº 50	95	4.75
Nº 60	860.5	43.03
Nº 100	201.6	10.08
Nº 200	436.8	21.84
P Nº 200	110.5	5.53



Grava (%)	3.35
Arena (%)	69.28
Finos (%)	27.37
Límite Líquido	24.52
Límite Plástico	22.50
Índice Plasticidad	2.02
Clasif. SUCS	SP - SM
Clasif. AASHTO	A2 - 4
Contenido de Humedad	1.35

Nota:

SUCS: Arena mal graduada con limo

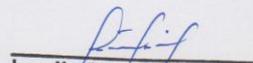
AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

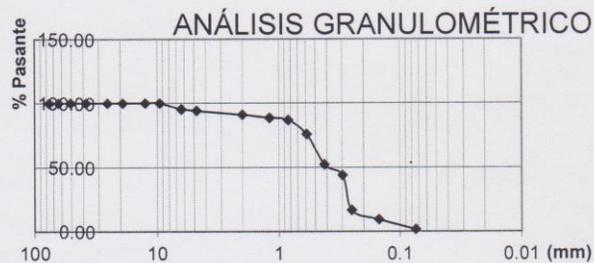
ASUNTO : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 08

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	0.00	0.00
1/4	91.60	4.58
Nº 4	25.8	1.29
Nº 10	63.2	3.16
Nº 16	46.2	2.31
Nº 20	35.4	1.77
Nº 30	220	11.00
Nº 40	472	23.60
Nº 50	164.7	8.24
Nº 60	545.1	27.26
Nº 100	145.4	7.27
Nº 200	151.1	7.56
P N° 200	39.5	1.98



Grava (%)	4.58
Arena (%)	85.88
Finos (%)	9.54
Límite Líquido	22.67
Límite Plástico	17.75
Índice Plasticidad	4.92
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A2 - 4
Contenido de Humedad	2.55

Nota:

SUCS: Arena mal graduada

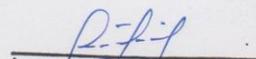
AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

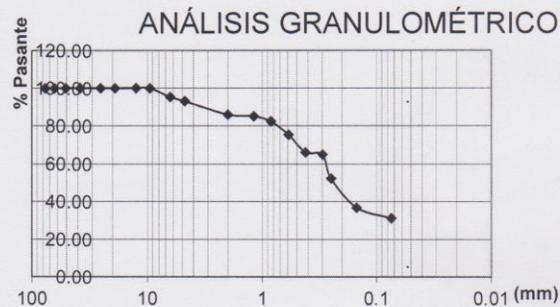
ASUNTO : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 10

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
3/4	0.00	0.00
1/2	0.00	0.00
3/8	0.00	0.00
1/4	93.70	4.69
Nº 4	44.3	2.22
Nº 10	142.9	7.15
Nº 16	16.8	0.84
Nº 20	55.2	2.76
Nº 30	138.8	6.94
Nº 40	186.3	9.32
Nº 50	23.3	1.17
Nº 60	250.9	12.55
Nº 100	310.1	15.51
Nº 200	111.3	5.57



Grava (%)	4.69
Arena (%)	74.23
Finos (%)	21.08
Límite Líquido	26.75
Límite Plástico	20.94
Índice Plasticidad	5.81
Clasif. SUCS	SC - SM
Clasif. AASHTO	A2 - 4
Contenido de Humedad	2.13

Nota:

SUCS: Arena arcilloso - limosa

AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANA E

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 01

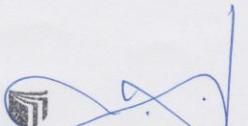
TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	5972.00		6028.60		6079.70		5978.50	
Peso del Molde (g)	4051.30		4051.30		4051.30		4051.30	
Peso Suelo Húmedo (g)	1920.70		1977.30		2028.40		1927.20	
Volumen del molde (cc)	942.48		942.48		942.48		942.48	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.038		2.098		2.152		2.045	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	6%		9.0%		12%		15.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	55.40	55.40	46.50	46.50	61.70	61.70	59.60	59.60
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	54.00	54.00	45.00	45.00	58.80	58.80	56.60	56.60
Peso Tarro (g)	37.90	37.90	31.00	31.00	37.20	37.20	38.50	38.50
Peso del agua	1.40	1.40	1.50	1.50	2.90	2.90	3.00	3.00
Peso de suelo seco	16.10	16.10	14.00	14.00	21.60	21.60	18.10	18.10
Humedad (%)	8.7	8.7	10.7	10.7	13.4	13.4	16.6	16.6
Humedad promedio (%)	8.696		10.714		13.426		16.575	
Densidad Seca (g/cc)	1.875		1.895		1.897		1.754	

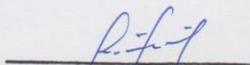
Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil



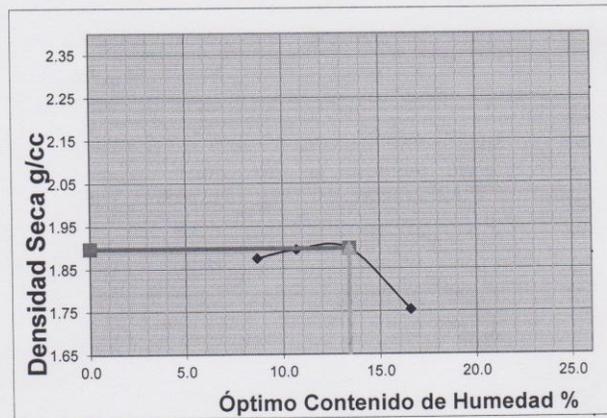
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

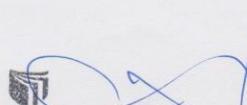
PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE
ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA
UNIDAD : MUESTRA C – 01

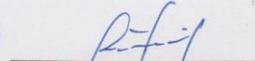


Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 06

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	6002.60		6066.60		6041.00		5888.70	
Peso del Molde (g)	4051.10		4051.10		4051.10		4051.10	
Peso Suelo Húmedo (g)	1951.50		2015.50		1989.90		1837.60	
Volumen del molde (cc)	942.48		942.48		942.48		942.48	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.071		2.139		2.111		1.950	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	12%		15.0%		18%		21.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	47.40	47.40	54.30	54.30	66.70	66.70	73.50	73.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	45.90	45.90	52.30	52.30	63.50	63.50	69.90	69.90
Peso Tarro (g)	30.80	30.80	37.20	37.20	38.40	38.40	38.00	38.00
Peso del agua	1.50	1.50	2.00	2.00	3.20	3.20	3.60	3.60
Peso de suelo seco	15.10	15.10	15.10	15.10	25.10	25.10	31.90	31.90
Humedad (%)	9.9	9.9	13.2	13.2	12.7	12.7	11.3	11.3
Humedad promedio (%)	9.934		13.245		12.749		11.285	
Densidad Seca (g/cc)	1.883		1.888		1.873		1.752	

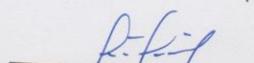
Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil



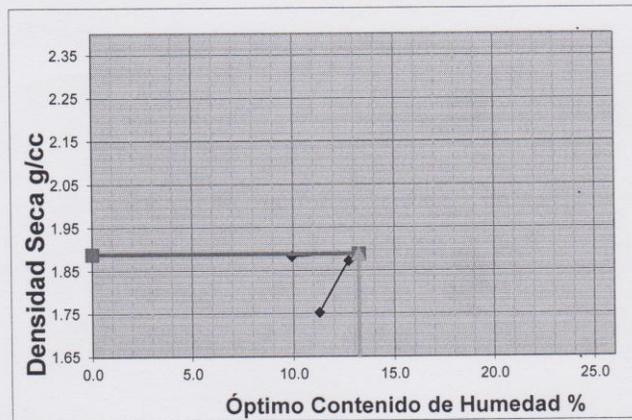
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE
ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA
UNIDAD : MUESTRA C – 06

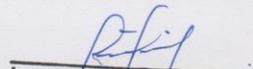


Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 08

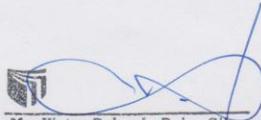
TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	5928.60		6026.60		6041.00		5988.70	
Peso del Molde (g)	4051.10		4051.10		4051.10		4051.10	
Peso Suelo Húmedo (g)	1877.50		1975.50		1989.90		1937.60	
Volúmen del molde (cc)	942.48		942.48		942.48		942.48	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.992		2.096		2.111		2.056	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	3%		6.0%		9%		12.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	47.40	47.40	54.30	54.30	66.70	66.70	73.50	73.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	45.90	45.90	52.90	52.90	64.20	63.50	69.90	69.90
Peso Tarro (g)	29.00	29.70	38.15	38.15	37.25	37.25	38.00	38.00
Peso del agua	1.50	1.50	1.40	1.40	2.50	3.20	3.60	3.60
Peso de suelo seco	16.90	16.20	14.75	14.75	26.95	26.25	31.90	31.90
Humedad (%)	8.9	9.3	9.5	9.5	9.3	12.2	11.3	11.3
Humedad promedio (%)	9.067		9.492		10.733		11.285	
Densidad Seca (g/cc)	1.826		1.914		1.907		1.847	

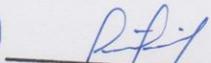
Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela De Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

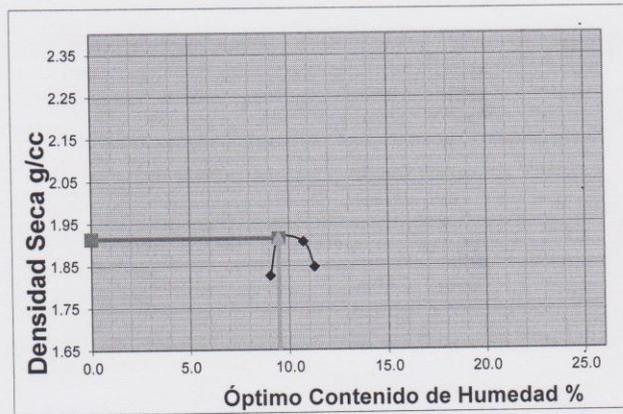
PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANA E

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 08

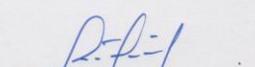


Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 10

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

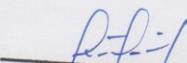
Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	5873.90		5985.30		6063.90		6033.50	
Peso del Molde (g)	4089.30		4089.30		4089.30		4089.30	
Peso Suelo Húmedo (g)	1784.60		1896.00		1974.60		1944.20	
Volúmen del molde (cc)	956.37		956.37		956.37		956.37	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.866		1.982		2.065		2.033	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	3%		6.0%		9%		12.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	31.50	31.50	34.30	34.30	26.60	26.60	32.10	32.10
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	30.80	30.80	33.10	33.10	25.20	25.20	29.60	29.60
Peso Tarro (g)	16.20	16.20	16.20	16.20	11.70	11.70	11.60	11.60
Peso del agua	0.70	0.70	1.20	1.20	1.40	1.40	2.50	2.50
Peso de suelo seco	14.60	14.60	16.90	16.90	13.50	13.50	18.00	18.00
Humedad (%)	4.8	4.8	7.1	7.1	10.4	10.4	13.9	13.9
Humedad promedio (%)	4.795		7.101		10.370		13.889	
Densidad Seca (g/cc)	1.781		1.851		1.871		1.785	

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

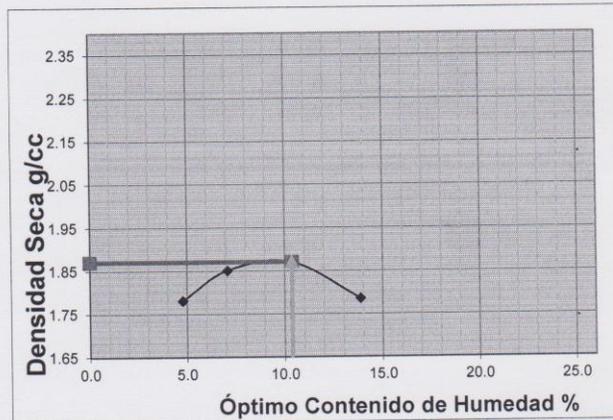
PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANA E

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 10



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO : EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA-PROPESTA DE SOLUCIÓN - 2017"

UBICACIÓN : EXPANSIÓN URBANA DE NEPEÑA

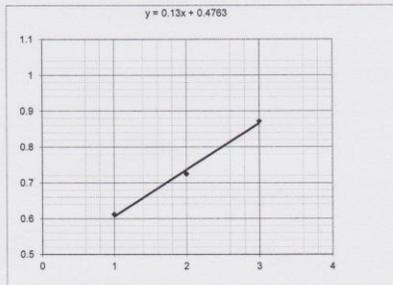
SOLICITA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANA E

MUESTRA : Corte Directo del Patron Natural C - 4

PERFORACIÓN : 1.50

CAJA DE CORTE N° 62-64-61 LONG 6 cm
 ANCHO 6 cm ALTURA 4 cm
 AREA 36 cm² VOLUMEN 144 cm³
 G_s 1.7 %W 14 %
 VELOCIDAD 1 mm/min FACTOR DE CALIBRACION 4.559
 W_m 280 gr

T	D.H	Lc	Area Corregida	L.D (un)	F.C.	T	L.D (un)	F.C.	T	L.D (un)	F.C.	T	σ	T
mm	cm		Ac=π*Lc (cm ²)		kg	(kg/cm ²)		kg	(kg/cm ²)		kg	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.812
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2	0.728
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.872
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
1.00	0.100	5.900	35.400	1.000	4.959	0.129	1.500	6.838	0.193	2.000	8.118	0.258		
1.50	0.150	5.850	35.100	2.000	8.118	0.260	2.500	11.398	0.305	2.500	11.398	0.305		
2.00	0.200	5.800	34.800	2.500	10.200	0.293	2.900	13.221	0.380	3.000	13.677	0.383		
2.50	0.250	5.750	34.500	3.000	11.200	0.325	3.200	14.588	0.423	3.500	15.957	0.483		
3.00	0.300	5.700	34.200	3.300	12.500	0.365	3.500	15.957	0.467	4.000	18.236	0.533		
3.50	0.350	5.650	33.900	3.600	14.200	0.418	3.800	17.324	0.511	4.500	20.514	0.505		
4.00	0.400	5.600	33.600	4.200	16.200	0.482	4.100	18.692	0.566	5.000	22.796	0.678		
4.50	0.450	5.550	33.300	5.000	17.800	0.538	4.800	21.883	0.657	5.500	25.075	0.753		
5.00	0.500	5.500	33.000	5.500	20.200	0.612	5.000	22.796	0.691	6.000	28.442	0.801		
5.50	0.550	5.450	32.700	6.000	19.800	0.606	5.200	23.707	0.725	6.000	27.354	0.837		
6.00	0.600	5.400	32.400	4.500	20.916	0.635	5.000	22.796	0.704	6.200	28.268	0.872		
6.50	0.650	5.350	32.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.900	28.898	0.838		
7.00	0.700	5.300	31.800											
7.50	0.750	5.250	31.500											
8.00	0.800	5.200	31.200											
8.50	0.850	5.150	30.900											
9.00	0.900	5.100	30.600											

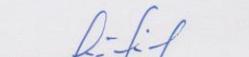


ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL SUELO (φ) 17
 COHESION APARENTE DEL SUELO (kg/m²) 0.97

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela De Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO





CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña - Propuesta de Solución - 2017

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Sernaqué Valerye Danae

MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) Patrón Natural

FECHA : Prof. [m]: 1.80

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

qc = Capacidad ultima de carga
 qad = Capacidad admisible de carga
 Fc = Factor de seguridad
 γ = Peso especifico Total
 B = Ancho de Zapata en m.
 Df = Profundidad de Cimentacion en m.
 C = Cohesion
 φ = Angulo de friccion Interna



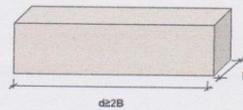
Si :
 γ = 1.65 kg/cm³
 φ = 18 °
 Nq = 6.0
 Nc = 15.1
 Ny = 2.2
 C = 0.01
 Fc = 3.00

qad = Capacidad Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.	
"DF" 0.5 m.	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	
"DF" 1.0 m.	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.41	0.41	
"DF" 1.5 m.	0.54	0.55	0.55	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

qc = Capacidad ultima de carga
 qad = Capacidad admisible de carga
 Fc = Factor de seguridad
 γ = Peso especifico Total
 B = Ancho de Zapata en m.
 Df = Profundidad de Cimentacion en m.
 C = Cohesion
 φ = Angulo de friccion Interna



Si :
 γ = 1.65 kg/cm³
 φ = 18 °
 Nq = 5.5
 Nc = 15.1
 Ny = 2.2
 C = 0.01
 Fc = 3.00

qad = Capacidad Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE CIMENTO								
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.	
"DF" 0.5 m.	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24	0.24	
"DF" 1.0 m.	0.35	0.36	0.36	0.37	0.37	0.38	0.39	0.39	
"DF" 1.5 m.	0.50	0.51	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.54	

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela De Ingenieria Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO





CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO : "Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017"

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Sernaqué Valerye Danae

MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) Patrón Natural

FECHA :

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.

qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²

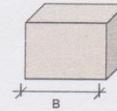
E = Modulo de elasticidad

μ = Modulo de Poisson

B = Ancho de Zapata en m.

lw = factor de Influencia

df = Profundidad



Si :

μ = 0.30

E = 1050 Ton/m²

lw = 112 cm/m

Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41
Asentamiento	0.293 cm.	0.334 cm.	0.375 cm.	0.416 cm.	0.462 cm.	0.506 cm.	0.552 cm.	0.598 cm.	

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES (Cimientos Corridos)

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.

qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²

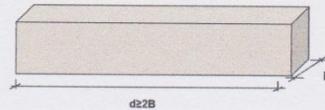
E = Modulo de elasticidad

μ = Modulo de Poisson

B = Ancho de Zapata en m.

lw = factor de Influencia

df = Profundidad



Si :

μ = 0.30

E = 1050 Ton/m²

lw = 112 cm/m

Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	0.35	0.36	0.38	0.37	0.37	0.38	0.39	0.39	0.39
Asentamiento	0.272 cm.	0.311 cm.	0.352 cm.	0.393 cm.	0.436 cm.	0.480 cm.	0.525 cm.	0.571 cm.	

CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permisible **2.50 cm.**

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

[Signature]
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO



ANEXO N° 06: PERFIL ESTATIGRÁFICO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE		EXCAVACION : C - 4	NIVEL FREATICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION	F/ EMISION
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
1.10	SP-PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.65	SP-SM		2.11 ARENA LIMOSA: MEZCLA DE ARENA CON LIMO, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S / M NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Ralando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingenieria Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANA E		EXCAVACION : C - 02	NIVEL FREATICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION	F/ EMISION
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.			
0.90	SP-PT		
SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS.			
S / M			
1.60	SP		1.31
ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR GRIS NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA.			
M-01			
1.80	SP		
ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA.			
S / M			
NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA			
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE		EXCAVACION : C - 01	NIVEL FREATICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION	F/ EMISION
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
1.00	SP -PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.60	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA CON PRESENCIA DE GRAVA, DE COLOR GRIS CON PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S/M NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE		EXCAVACION : C - 11	NIVEL FREATICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION	F/ EMISION
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
1.20	SP-PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.65	PT		2.10 TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS: MEZCLA DE ARENA CON MATERIA ORGANICA MUY FINA, DE COLOR MARRON OSCURO NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S / M NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil

Lener Hamilton Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANA E		EXCAVACION : C - 10	NIVEL FREÁTICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION	F/ EMISION
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
1.30	SP-PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.70	PT		2.13 TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS: MEZCLA DE ARENA CON MATERIA ORGANICA MUY FINA, DE COLOR MARRON OSGURO NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S / M NO SE ENCONTRO NAPA FREÁTICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE		EXCAVACION : C - 9	NIVEL FREATICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION :	F/ EMISION :
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
0.95	SP-PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.50	SC		2.53 ARENA ARCILLOSA: MEZCLA DE ARENA CON ARCILLA, DE COLOR BEIGE OSCURO NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S / M NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE		EXCAVACION : C - 8	NIVEL FREATICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION :	F/ EMISION :
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
1.05	SP-PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.65	SC		ARENA ARCILLOSA: MEZCLA DE ARENA CON ARCILLA, DE COLOR BEIGE OSCURO NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S / M NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingenieria Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE		EXCAVACION : C - 7	NIVEL FREÁTICO : No se encuentra
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2017"		UBICACIÓN : Nepeña	
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCIÓN :	F/EMISIÓN :
MÉTODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACIÓN		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLOS	GRÁFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACIÓN, FORMA DE LAS PARTÍCULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA, ETC.
1.10	SP-PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGÁNICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.60	SC		2.49 ARENA ARCILLOSA: MEZCLA DE ARENA CON ARCILLA, DE COLOR BEIGE OSCURO NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S / M NO SE ENCONTRO NAPA FREÁTICA
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AREA DE MECANICA DE SUELOS		ESTRATIGRAFIA	
SOLICITANTE: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE		EXCAVACION : C - 6	NIVEL FREATICO : No se encuentra
		UBICACIÓN : Nepeña	
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"			
UBICACIÓN : NEPEÑA - PROV. SANTA - ANCASH		F/RECEPCION	F/ EMISION
METODO DE EXCAV.: Manual		REGISTRADO POR L.H.V.V.	
CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD (%)
			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
1.10	SP-PT		SUELO ARENOSO, SECO, DE COLOR GRIS CLARO, SEMI COMPACTO, CON PRESENCIA DE RESIDUOS ORGANICOS (RAICES, GRASS, PIEDRAS, PALOS), POR SER ACUMULACIONES DE AVENIDAS. S / M
1.60	SP-SM		2.13 ARENA LIMOSA: MEZCLA DE ARENA CON LIMO, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. M-01
1.80	SP		ARENA MAL GRADUADA: MEZCLA DE ARENA MAL GRADADA, DE COLOR BEIGE NINGUNA PRESENCIA DE GRAVA, HUMEDA, COMPACTA. S / M NO SE ENCONTRO NAPA FREATICA
IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
S/M: Sin muestra			
M-1: Muestra alterada N°1			

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingenieria Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ANEXO N° 07: PANEL FOTOGRÁFICO

ZONA DE ESTUDIO

Gráfico N° 01: Aplicación de la ficha técnica



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 02 y 03: Vivienda resanada anteriormente por fisuras que aparecieron nuevamente.



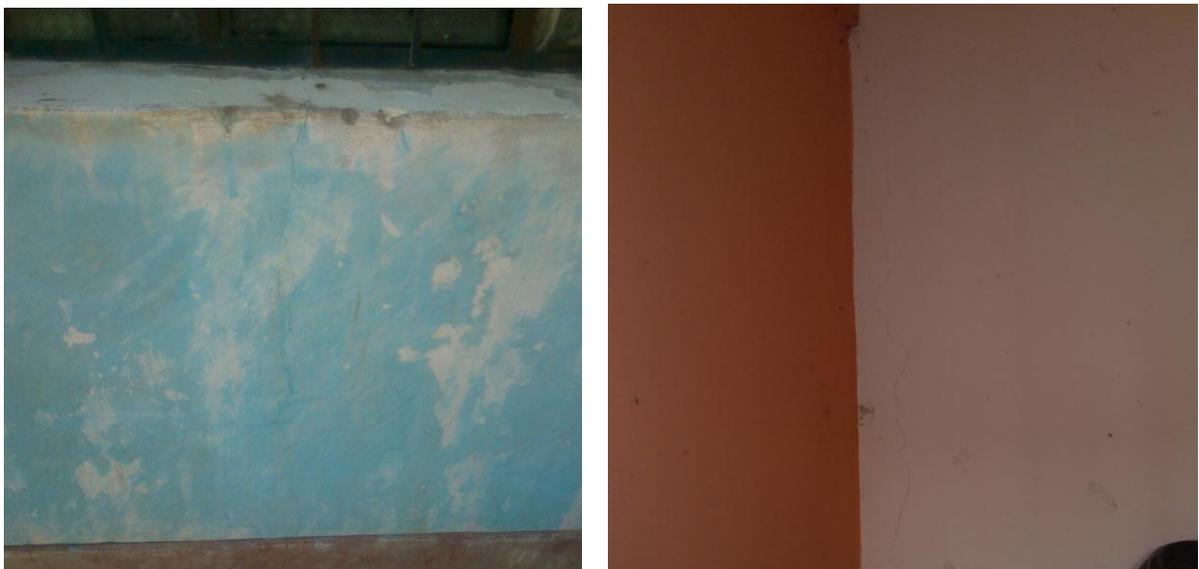
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 04 y 05: Vivienda resanada y tarrajada anteriormente por grietas de asentamiento continuo que aparecieron nuevamente.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 06 y 07: Viviendas fisuradas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 08 y 09: Viviendas agrietada desde la cimentación de concreto, que repercute en el muro de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 10: Viviendas agrietada que originó el colapso del tarrajeo.



Fuente: Elaboración propia

ENSAYOS REALIZADOS

Gráfico N° 11 y 12: Obtención de muestras de suelo para la realización de los ensayos.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 13 y 14: Análisis granulométrico, para el cual se pesó 2kg de todas las muestras para el tamizado.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 15 y 16: Límite líquido, se humedeció la muestra para ser colocada en la copa y hacer una ranura para posteriormente realizar golpes hasta que el espacio se juntara.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 17 y 18: Límite plástico, se tomó una porción de la muestra humedecida para moldearla en forma cilíndrica de 3mm aproximadamente y se vio la deformación del suelo



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 19 y 20: Proctor modificado, se le agregó un porcentaje de agua a la muestra con respecto a su peso y se colocó en el molde en 5 capas, compactadas mediante un pisón manual por 25 golpes cada capa, posteriormente se enrasó el material para ser pesado.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 21 y 22: Corte directo, se tamizó la muestra por la malla N° 40 y se colocó en el molde para ser pesado posteriormente y colocado en la máquina de corte.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 23 y 24: CBR, se le agrego el porcentaje de agua obtenido del contenido óptimo de humedad del ensayo de Proctor Modificado y por el método B se realiza los golpes y capas establecidas, posteriormente se coloca el papel filtro, la carga y el disco para ser sumergido en el agua por 96 horas con el trípode respectivo, luego se coloca a la máquina de CBR para ser penetrada.



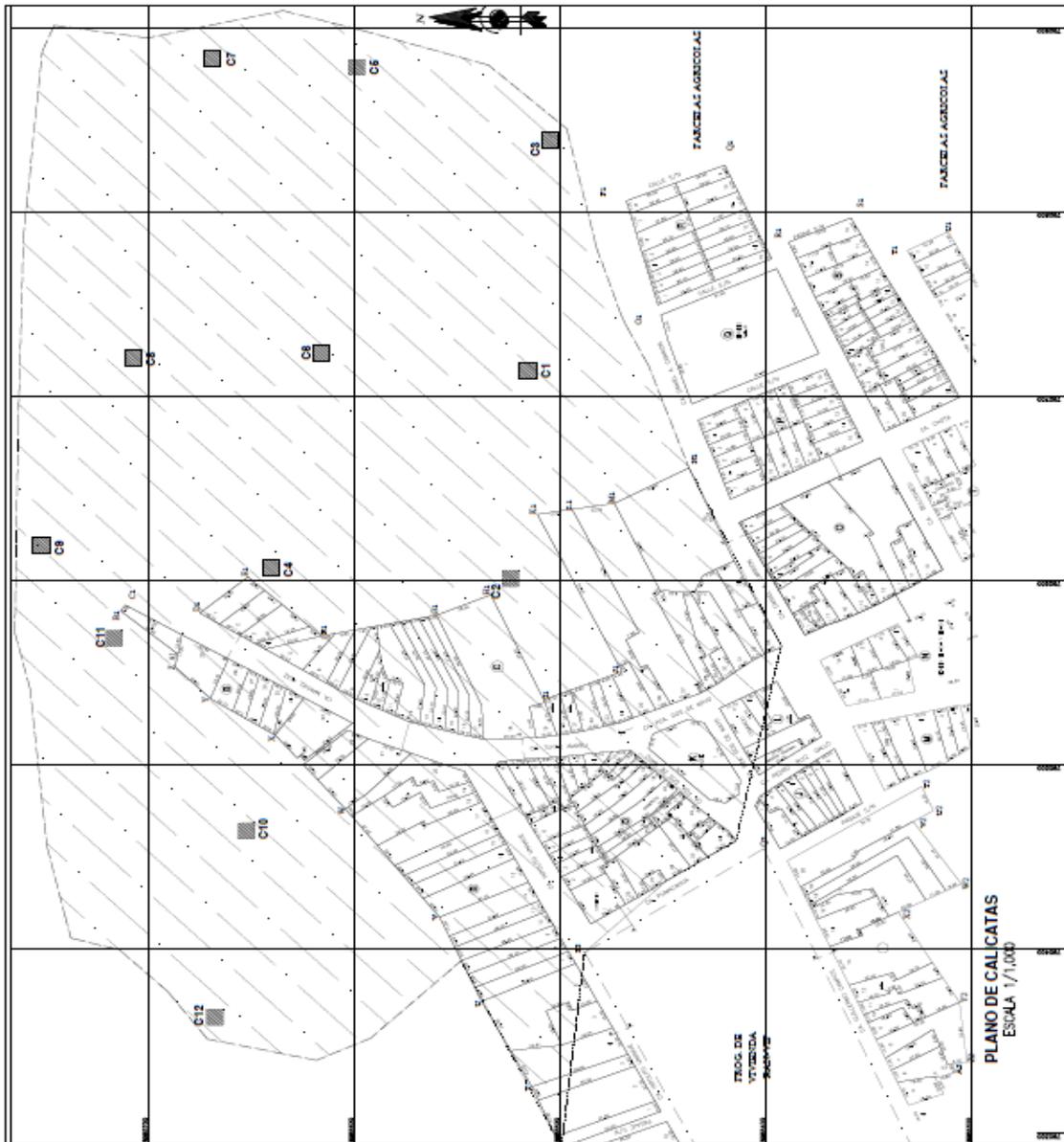
Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 08: PLANOS



LEYENDA

 CERCENAS



<p>UNIVERSIDAD CAROLINA DE GUAYAMA</p>	<p>RECTORIA DE LA UNIVERSIDAD CAROLINA DE GUAYAMA</p> <p>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL</p> <p>PROYECTO DE CALICATAS</p>	<p>Nº de Libro</p> <p>C-01</p>
	<p>PROYECTO DE CALICATAS</p> <p>PROYECTO DE CALICATAS</p>	<p>Fecha</p> <p>15/12/2017</p>
<p>PROYECTO DE CALICATAS</p> <p>PROYECTO DE CALICATAS</p>	<p>PROYECTO DE CALICATAS</p> <p>PROYECTO DE CALICATAS</p>	<p>Fecha</p> <p>15/12/2017</p>

ANEXO N° 09: NORMAS TÉCNICAS

El Peruano

DIARIO OFICIAL

Director: Gerardo Barraza Soto

Lima, jueves 8 de junio de 2006



Ministerio de Vivienda

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

SEPARATA ESPECIAL

Junta de dilatación- Sellado del cristal por el perímetro exterior a través de un perfil de acordeón de silicona para fijar el vidrio a la pared.

d) Puertas y ventanas con vidrios primarios

Son aquellos sistemas cuya constitución, necesariamente consideran marcos en los cuatro bordes del vidrio (Ver Capítulo 6)

e) Puertas y ventanas con vidrios procesados

Son aquellos sistemas cuya constitución, necesariamente considera marcos en dos bordes paralelos horizontales (Ver Capítulo 6)

Artículo 25.- DIMENSIONES MÁXIMAS RECOMENDADAS PARA LA APLICACIÓN DE UN VIDRIO FLOTADO

Para determinar las dimensiones máximas de aplicación de un paño de vidrio flotado, se recomienda utilizar el procedimiento establecido en el capítulo presente.

Sin embargo se presentan a continuación algunas tablas que contienen dimensiones máximas recomendadas de aplicación de vidrios según sus características físicas.

Para los Vidrios Primarios comprendidas en los Artículos 4 (4.1a), Artículo 4 (4.1b), Artículo 4 (4.1c) y Artículo 4 (4.1d), según **Tabla N° 6**

Tabla N° 6	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas (mm de semiperímetro)
2,0	1 500
3,0	2 250
4,0	3 000
5,0	3 750
6,0	4 500

Para los Vidrios Templados comprendidos en el Artículo 5 (5.1), según **Tabla N° 7**

Tabla N° 7	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas Recomendadas(mm)
4	1 100 x 700
5	1 200 x 900
6	1 900 x 1 400
8	2 750 x 1 800
10	3 160 x 2 040
12	3 160 x 2 100
15	3 600 x 2 180
19	4 500 x 2 180

Para los Vidrios Laminados comprendidos en el Artículo 5 (5.2), según **Tabla N° 8**

Tabla N° 8	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas Recomendadas(mm)
4	1 000 x 600
5	1 200 x 800
6	1 600 x 1 400
8	3 000 x 1 800
10	3 500 x 1 950
12	3 500 x 1 950
15	3 100 x 1 950

Para los vidrios blindados (antibalas), según **Tabla N° 9**

Tabla N° 9	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas (mm)
25	2000 x 1 800
31	2 000 x 1 500
39	2 000 x 1 200
46	2 000 x 1 000
51	2 000 x 900
52	2 000 x 900

**CAPÍTULO 6
INSTALACION**

Artículo 26.- INSTALACIÓN DE VIDRIOS PRIMARIOS

Todo vidrio primario deberá ser instalado necesariamente sobre marcos que lo contengan en todo su perímetro. No se deberán instalar vidrios primarios con entalles o muescas ya que aumentan aún más el riesgo de rotura del mismo

Artículo 27.- INSTALACIÓN DE VIDRIOS SECUNDARIOS (PROCESADOS)

La instalación para los vidrios catalogados como procesados, se realizará de acuerdo a sus características y propiedades físicas y mecánicas.

27.1. Vidrio templado

Para este tipo de vidrio deberá considerarse los siguientes sistemas de sujeción:

a) Se instalarán con placas o accesorios en sus cuatro aristas o con perfiles corridos en dos de sus lados paralelos, procurando que cada elemento del conjunto actúe independientemente, a fin de que en caso de rotura de un componente del sistema, se mantenga la estabilidad del mismo.

b) Con perfiles, canales y/o bruñas en dos bordes paralelos.

c) Con tira fones, pernos de sujeción y/o elementos tipo «arañas» en los vértices del mismo.

d) Con carpinterías convencionales de aluminio, madera, fierro y/o PVC.

e) En fachadas Flotantes con sujeción mecánica ó con silicona estructural a dos ó cuatro lados.

f) En fachadas Flotantes con cables, rótulas y tensores.

27.2. Laminados

Para este tipo de vidrio deberá considerarse los siguientes sistemas de sujeción:

a) Se instalara apoyados como mínimo en dos de sus lados paralelos horizontales, mediante el uso de elementos corridos de fijación para evitar deflexiones. En el caso que el cristal laminado esté conformado por dos cristales templados en su fabricación, se considerara las pautas de instalación para el cristal templado. En ningún caso se debe efectuar una perforación de un vidrio laminado.

b) Con perfiles y canales en dos bordes paralelos.

c) En fachadas flotantes con sujeción mecánica ó con silicona estructural a dos y cuatro lados. Es importante la utilización de apoyos en los extremos inferiores del cristal para evitar el desplazamiento del cristal por el peso del mismo.

NORMA E.050

SUELOS Y CIMENTACIONES

**CAPÍTULO 1
GENERALIDADES**

Artículo 1.- OBJETIVO

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

* Ver Glosario

Artículo 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional.

Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas.

La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

Artículo 3.- OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS

3.1. Casos donde existe obligatoriedad

Es obligatorio efectuar el EMS en los siguientes casos:

- a) Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- b) Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m² de área techada en planta.
- c) Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d) Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- e) Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- f) Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- g) Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

En los casos en que es obligatorio efectuar un EMS, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, el informe del EMS correspondiente deberá ser firmado por un Profesional Responsable (PR).

En estos mismos casos deberá incluirse en los planos de cimentación una transcripción literal del «Resumen de las Condiciones de Cimentación» del EMS (Ver Artículo 12 (12.1a)).

* Ver Glosario

3.2. Casos donde no existe obligatoriedad

Sólo en caso de lugares con condiciones de cimentación conocida, debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales, con áreas techadas en planta menores que 500 m² y altura menor de cuatro pisos, podrán asumirse valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, las mismas que deberán figurar en un recuadro en el plano de cimentación con la firma del PR que efectuó la estimación, quedando bajo su responsabilidad la información proporcionada. La estimación efectuada deberá basarse en no menos de 3 puntos de investigación hasta la profundidad mínima «p» indicada en el Artículo 11 (11.2c).

El PR no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad. En caso que la estimación indique la necesidad de usar cimentación especial, profunda o por platea, se deberá efectuar un EMS.

Artículo 4.- ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)

Son aquellos que cumplen con la presente Norma, que están basados en el metrado de cargas estimado para la estructura y que cumplen los requisitos para el Programa de Investigación descrito en el Artículo 11.

Artículo 5.- ALCANCE DEL EMS

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe.

Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

Artículo 6.- RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL EMS

Todo EMS deberá ser firmado por el PR, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informe. El PR no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

Artículo 7.- RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA

Las entidades encargadas de otorgar la ejecución de las obras y la Licencia de Construcción son las responsa-

bles de hacer cumplir esta Norma. Dichas entidades no autorizarán la ejecución de las obras, si el proyecto no cuenta con un EMS, para el área y tipo de obra específico.

Artículo 8.- RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE*

Proporcionar la información indicada en el Artículo 9 y garantizar el libre acceso al terreno para efectuar la investigación del campo.

* Ver Glosario

CAPÍTULO 2 ESTUDIOS

Artículo 9.- INFORMACIÓN PREVIA

Es la que se requiere para ejecutar el EMS. Los datos indicados en los Artículos 9 (9.1, 9.2a, 9.2b y 9.3) serán proporcionados por quien solicita el EMS (El Solicitante) al PR antes de ejecutarlo. Los datos indicados en las Secciones restantes serán obtenidos por el PR.

9.1. Del terreno a investigar

- a) Plano de ubicación y accesos
- b) Plano topográfico con curvas de nivel. Si la pendiente promedio del terreno fuera inferior al 5%, bastará un levantamiento planimétrico. En todos los casos se harán indicaciones de linderos, usos del terreno, obras anteriores, obras existentes, situación y disposición de acequias y drenajes. En el plano deberá indicarse también, la ubicación prevista para las obras. De no ser así, el programa de Investigación (Artículo 11), cubrirá toda el área del terreno.
- c) La situación legal del terreno.

9.2. De la obra a cimentar

- a) Características generales acerca del uso que se le dará, número de pisos, niveles de piso terminado, área aproximada, tipo de estructura, número de sótanos, luces y cargas estimadas.
- b) En el caso de edificaciones especiales (que transmitan cargas concentradas importantes, que presenten luces grandes, alberguen maquinaria pesada o que vibren, que generen calor o frío o que usen cantidades importantes de agua), deberá contarse con la indicación de la magnitud de las cargas a transmitirse a la cimentación y niveles de piso terminado, o los parámetros dinámicos de la máquina, las tolerancias de las estructuras a movimientos totales o diferenciales y sus condiciones límite de servicio y las eventuales vibraciones o efectos térmicos generados en la utilización de la estructura.
- c) Los movimientos de tierras ejecutados y los previstos en el proyecto.
- d) Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM) del EMS (Artículo 11 (11.2)), las edificaciones serán calificadas, según la Tabla N° 1, donde A, B y C designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el A más exigente que el B y éste que el C.

TABLA N° 1 TIPO DE EDIFICACIÓN					
CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	B	A	—	—
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	—	—	—
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	≤ 9 m de altura	> 9 m de altura			
		B	A		

* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.

* Ver Artículo 11 (11.2)

9.3. Datos generales de la zona

El **PR** recibirá del Solicitante los datos disponibles del terreno sobre:

- Usos anteriores (terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, relleno sanitario, etc.).
- Construcciones antiguas, restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al **EMS**.

9.4. De los terrenos colindantes

Datos disponibles sobre **EMS** efectuados

9.5. De las edificaciones adyacentes

Números de pisos incluidos sótanos, tipo y estado de las estructuras. De ser posible tipo y nivel de cimentación.

9.6. Otra información

Cuando el **PR** lo considere necesario, deberá incluir cualquier otra información de carácter técnico, relacionada con el **EMS**, que pueda afectar la capacidad portante, deformabilidad y/o la estabilidad del terreno.

Artículo 10.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**10.1. Técnicas de Investigación de Campo**

Las Técnicas de Investigación de Campo aplicables en los **EMS** son las indicadas en la Tabla N° 2.

TABLA N° 2

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo de penetración estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad in-situ mediante el método del cono de arena **	NTP 339.143 (ASTM D1556)
Densidad in-situ mediante métodos nucleares (profundidad superficial)	NTP 339.144 (ASTM D2922)
Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción	NTP 339.148 (ASTM D 3441)
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual - manual)	NTP 339.150 (ASTM D 2488)

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153 (ASTM D 1194)
Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos	NTP 339.155 (ASTM D 2573)
Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrometro dinámico ligero de punta cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN4094)
Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)
Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168 (ASTM D 4648)
Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca y muestreo de roca para investigación del sitio.	NTP 339.173 (ASTM D 2113)
Densidad in-situ mediante el método del reemplazo con agua en un pozo de exploración **	NTP 339.253 (ASTM D5030)
Densidad in-situ mediante el método del balón de jebes **	ASTM D2167
Cono Dinámico Superpesado (DPSH)	UNE 103-801:1994
Cono Dinámico Tipo Peck	UNE 103-801:1994***

* En todos los casos se utilizará la última versión de la Norma.

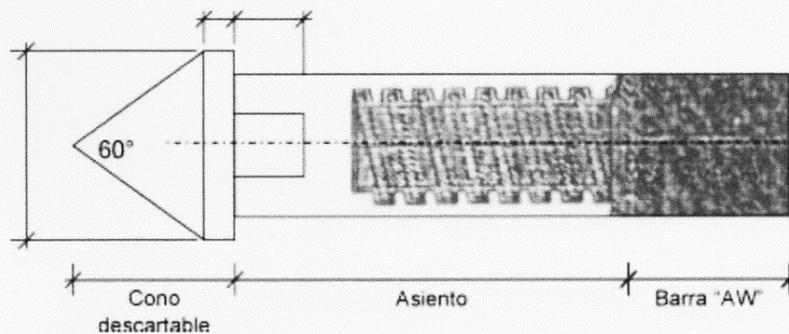
** Estos ensayos solo se emplearán para el control de la compactación de rellenos Controlados o de Ingeniería.

*** Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 103-801:1994* (peso del martillo, altura de caída, método de ensayo, etc.) con excepción de lo siguiente: Las Barras serán reemplazadas por las «AW», que son las usadas en el ensayo SPT, NTP339.133 (ASTM D1586) y la punta cónica se reemplazará por un cono de 6,35 cm (2.5 pulgadas) de diámetro y 60° de ángulo en la punta según se muestra en la Figura 1. El número de golpes se registrará cada 0,15 m y se graficará cada 0,30 m. C_n es la suma de golpes por cada 0,30 m

• Ver Anexo II

NOTA: Los ensayos de densidad de campo, no podrán emplearse para determinar la densidad relativa y la presión admisible de un suelo arenoso.

FIGURA N° 1



10.2. Aplicación de las Técnicas de Investigación

La investigación de campo se realizará de acuerdo a lo indicado en el presente Capítulo, respetando las cantidades, valores mínimos y limitaciones que se indican en esta Norma y adicionalmente, en todo aquello que no se contradiga, se aplicará la «Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción» NTP 339.162 (ASTM D 420).

a) Pozos o Calicatas y Trincheras

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas y trincheras serán realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). El PR deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

b) Perforaciones Manuales y Mecánicas

Son sondeos que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos in situ.

La profundidad recomendable es hasta 10 metros en perforación manual, sin limitación en perforación mecánica.

Las perforaciones manuales o mecánicas tendrán las siguientes limitaciones:

b-1) Perforaciones mediante Espiral Mecánico

Los espirales mecánicos que no dispongan de un dispositivo para introducir herramientas de muestreo en el eje, no deben usarse en terrenos donde sea necesario conocer con precisión la cota de los estratos, o donde el espesor de los mismos sea menor de 0,30 m.

b-2) Perforaciones por Lavado con Agua.

Se recomiendan para diámetros menores a 0,100 m. Las muestras procedentes del agua del lavado no deberán emplearse para ningún ensayo de laboratorio.

c) Método de Ensayo de Penetración Estándar (SPT) NTP 339.133 (ASTM D 1586)

Los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) son aplicables, según se indica en la Tabla N° 3. No se recomienda ejecutar ensayos SPT en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

d) Ensayo de Penetración Cuasi-Estática Profunda de Suelos con Cono y Cono de Fricción (CPT) NTP339.148 (ASTM D 3441)

Este método se conoce también como el cono Holandés. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

e) Cono Dinámico Superpesado (DPSH) UNE 103-801:1994

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requie-

ren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos DPSH en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

f) Cono Dinámico Tipo Peck UNE 103-801:1994 ver tabla (2)

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos Tipo Peck en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

g) Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL) NTP339.159 (DIN 4094)

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutarse ensayos DPL en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

h) Método Normalizado para Ensayo de Corte con Veleta de Campo en Suelos Cohesivos NTP 339.155 (ASTM D 2573)

Este ensayo es aplicable únicamente cuando se trata de suelos cohesivos saturados desprovistos de arena o grava, como complemento de la información obtenida mediante calicatas o perforaciones. Su aplicación se indica en la Tabla N° 3.

i) Método de Ensayo Normalizado para la Capacidad Portante del Suelo por Carga Estática y para Cimientos Aislados NTP 339.153 (ASTM D 1194)

Las pruebas de carga deben ser precedidas por un EMS y se recomienda su uso únicamente cuando el suelo a ensayar es tridimensionalmente homogéneo, comprende la profundidad activa de la cimentación y es semejante al ubicado bajo el plato de carga. Las aplicaciones y limitaciones de estos ensayos, se indican en la Tabla N° 3.

**TABLA N° 3
APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS**

Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo ⁽¹⁾	Parámetro a obtener ⁽²⁾	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo ⁽¹⁾	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo ⁽¹⁾
SPT	NTP339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM, SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	N ₂₀	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994 ⁽⁴⁾	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	C _n	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148(ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	q _c , f _c	Auscultación	—	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	n	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo ⁽³⁾	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH	C _u , St	—	—	—	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	—	Suelos granulares y rocas blandas	Asentamiento vs. Presión	—	—	—	—

(1) Según Clasificación **SUCS**, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda:

C_n = Cohesión en condiciones no drenadas.

N = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración en el

ensayo estándar de penetración.

N₂₀ = Número de golpes por cada 0,20 m de penetración mediante auscultación con DPSH

C_n = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración mediante auscultación con Cono Tipo Peck.

n = Número de golpes por cada 0,10 m de penetración mediante auscultación con DPL.

q_c = Resistencia de punta del cono en unidades de presión.

f_r = Fricción en el manguito.

S_t = Sensitividad.

(3) Sólo para suelos finos saturados, sin arenas ni gravas.

(4) Ver Tabla 3.

Nota. Ver títulos de las Normas en la Tabla 2.

10.3. Correlación entre ensayos y propiedades de los suelos

En base a los parámetros obtenidos en los ensayos «in situ» y mediante correlaciones debidamente comprobadas, el **PR** puede obtener valores de resistencia al corte no drenado, ángulo de fricción interna, relación de pre-consolidación, relación entre asentamientos y carga, coeficiente de balasto, módulo de elasticidad, entre otros.

10.4. Tipos de Muestras

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla N° 4, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

10.5. Ensayos de Laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla N° 5

TABLA N° 5
ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

10.6. Compatibilización de perfiles estratigráficos

En el laboratorio se seleccionarán muestras típicas para ejecutar con ellas ensayos de clasificación. Como resultado de estos ensayos, las muestras se clasificarán, en todos los casos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487) y los resultados de esta clasificación serán comparados con la descripción visual – manual NTP 339.150 (ASTM D 2488) obtenida para el perfil estratigráfico de campo, procediéndose a compatibilizar las diferencias existentes a fin de obtener el perfil estratigráfico definitivo, que se incluirá en el informe final.

Artículo 11.- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

11.1. Generalidades

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante:

- Condiciones de frontera.
- Número n de puntos a investigar.
- Profundidad p a alcanzar en cada punto.
- Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- Número y tipo de muestras a extraer.
- Ensayos a realizar «In situ» y en el laboratorio.

Un **EMS** puede plantearse inicialmente con un **PIM** (Programa de Investigación Mínimo), debiendo aumentarse los alcances del programa en cualquiera de sus partes si las condiciones encontradas así lo exigieran.

11.2. Programa de Investigación Mínimo - PIM

El Programa de Investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un **EMS**, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a).

De no cumplirse las condiciones indicadas, el **PR** deberá ampliar el programa de la manera más adecuada para lograr los objetivos del **EMS**.

a) Condiciones de Frontera

Tienen como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a-1) No existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramientos rocosos, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, rellenos o cavidades.

a-2) No existen edificaciones situadas a menos de 100 metros del terreno a edificar que presenten anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación.

a-3) El tipo de edificación (Tabla N° 1) a cimentar es de la misma o de menor exigencia que las edificaciones situadas a menos de 100 metros.

a-4) El número de plantas del edificio a cimentar (incluidos los sótanos), la modulación media entre apoyos y las cargas en éstos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 100 metros.

a-5) Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 100 metros y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial.

a-6) La cimentación prevista para el edificio en estudio no profundiza respecto de las contiguas más de 1,5 metros.

b) Número «n» de puntos de Investigación

El número de puntos de investigación se determina en la Tabla N° 6 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por éste.

Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²

Urbanizaciones para Viviendas 3 por cada Ha. de terreno habilitado Unifamiliares de hasta 3 pisos

(n) nunca será menor de 3, excepto en los casos indicados en el Artículo 3 (3.2).

c) Profundidad «p» mínima a alcanzar en cada punto de Investigación

c-1) Cimentación Superficial

Se determina de la siguiente manera:

EDIFICACIÓN SIN SÓTANO:

$$p = D_f + z$$

EDIFICACIÓN CON SÓTANO:

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

D_f = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación.

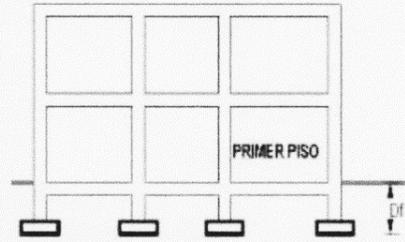
h = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z = 1,5 B$; siendo B el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

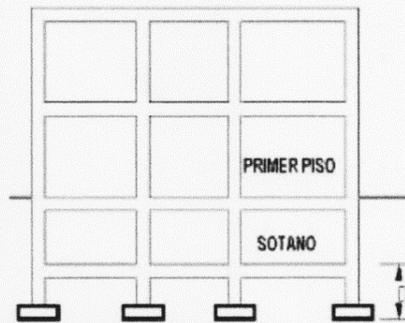
En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del PR, se podrá adoptar una profundidad z menor a $1,5 B$. En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1 m.

En ningún caso p será menor de 3 m, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad p , en cuyo caso el PR deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

FIGURA N° 2 (C1)

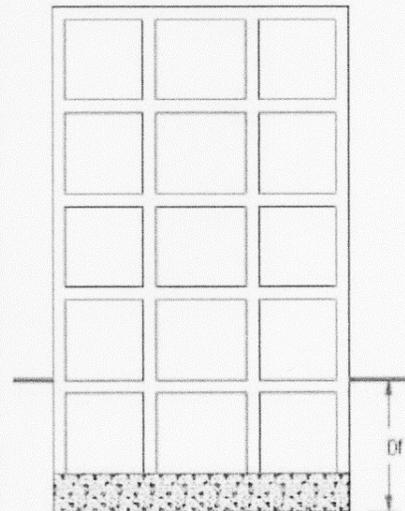


PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D_f) EN ZAPATAS SUPERFICIALES



PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D_f) EN ZAPATAS BAJO SÓTANOS

PLATEAS O SOLADOS



PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D_f) EN PLATEAS O SOLADOS

c-2) Cimentación Profunda

La profundidad mínima de investigación, corresponderá a la longitud del elemento que transmite la carga a mayores profundidades (pilote, pilar, etc.), más la profundidad z .

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

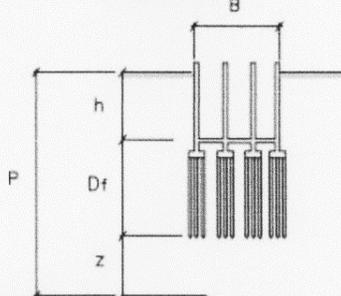
D_f = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el extremo de la cimentación profunda (pilote, pilares, etc.). En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el extremo de la cimentación profunda.

h = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

z = 6,00 metros, en el 80 % de los sondeos.
= 1,5 B , en el 20 % de los sondeos, siendo B el ancho de la cimentación, delimitada por los puntos de todos los pilotes o las bases de todos los pilares.

En el caso de ser conocida la existencia de un estrato de suelo resistente que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación en la zona, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar para p , la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación, la cual en el caso de cimentaciones profundas no deberá ser menor de 5 m. Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad p , el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad, por un método adecuado, en una longitud mínima de 3 m.

Figura N° 3 (c-2)

**d) Distribución de los puntos de investigación**

Se distribuirán adecuadamente, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno así como la ubicación de las estructuras previstas cuando éstas estén definidas.

e) Número y tipo de muestras a extraer

Cuando el plano de apoyo de la cimentación prevista no sea roca, se tomará en cada sondeo una muestra tipo **Mab*** por estrato, o al menos una cada 2 metros de profundidad hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista D_f y a partir de éste una muestra tipo **Mib** o **Mit** cada metro, hasta alcanzar la profundidad p , tomándose la primera muestra en el propio plano de la cimentación.

Cuando no sea posible obtener una muestra tipo **Mib** o **Mit**, ésta se sustituirá por un ensayo «in situ» y una muestra tipo **Mab**.

* Ver Tabla 4

f) Ensayos a realizar «in situ» y en laboratorio

Se realizarán, sobre los estratos típicos y/o sobre las muestras extraídas según las Normas indicadas en las Tabla N° 3 y Tabla N° 5. Las determinaciones a realizar, así como lo mínimo de muestras a ensayar será determinado por el **PR**.

Artículo 12.- INFORME DEL EMS

El informe del **EMS** comprenderá:

- Memoria Descriptiva
- Planos de Ubicación de las Obras y de Distribución de los Puntos de Investigación.
- Perfiles de Suelos
- Resultados de los Ensayos «in situ» y de Laboratorio.

12.1. Memoria Descriptiva**a) Resumen de las Condiciones de Cimentación**

Descripción resumida de todos y cada uno de los tópicos principales del informe:

- Tipo de cimentación.
- Estrato de apoyo de la cimentación.
- Parámetros de diseño para la cimentación (Profundidad de la Cimentación, Presión Admisible, Factor de Seguridad por Corte y Asentamiento Diferencial o Total).
- Agresividad del suelo a la cimentación.
- Recomendaciones adicionales.

b) Información Previa

Descripción detallada de la información recibida de quien solicita el **EMS** y de la recolectada por el **PR** de acuerdo al Artículo 9.

c) Exploración de Campo

Descripción de los pozos, calicatas, trincheras, perforaciones y auscultaciones, así como de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

d) Ensayos de Laboratorio

Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

e) Perfil del Suelo

Descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno investigado indicando para cada uno de ellos: origen, nombre y símbolo del grupo del suelo, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, NTP 339.134 (ASTM D 2487), plasticidad de los finos, consistencia o densidad relativa, humedad, color, tamaño máximo y angularidad de las partículas, olor, cementación y otros comentarios (raíces, cavidades, etc.), de acuerdo a la NTP 339.150 (ASTM D 2488).

f) Nivel de la Napa Freática

Ubicación de la napa freática, indicando la fecha de medición y comentarios sobre su variación en el tiempo.

g) Análisis de la Cimentación

Descripción de las características físico - mecánicas de los suelos que controlan el diseño de la cimentación. Análisis y diseño de solución para cimentación. Se incluirá memorias de cálculo en cada caso, en la que deberán indicarse todos los parámetros utilizados y los resultados obtenidos. En esta Sección se incluirá como mínimo:

- Memoria de cálculo.
- Tipo de cimentación y otras soluciones si las hubiera.
- Profundidad de cimentación (D_f).
- Determinación de la carga de rotura al corte y factor de seguridad (**FS**).
- Estimación de los asentamientos que sufriría la estructura con la carga aplicada (diferenciales y/o totales).
- Presión admisible del terreno.
- Indicación de las precauciones especiales que deberá tomar el diseñador o el constructor de la obra, como consecuencia de las características particulares del terreno investigado (efecto de la napa freática, contenido de sales agresivas al concreto, etc.).
- Parámetros para el diseño de muros de contención y/o calzadura.
- Otros parámetros que se requieran para el diseño o construcción de las estructuras y cuyo valor dependa directamente del suelo.

h) Efecto del Sismo

En concordancia con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, el **EMS** proporcionará como mínimo lo siguiente:

- El Factor de Suelo (**S**) y
- El Período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo ($T_p(\mathbf{S})$).

Para una condición de suelo o estructura que lo amerite, el **PR** deberá recomendar la medición «in situ» del Período Fundamental del Suelo, a partir del cual se determinarán los parámetros indicados.

En el caso que se encuentren suelos granulares saturados sumergidos de los tipos: arenas, limos no plásticos o gravas contenidas en una matriz de estos materiales, el **EMS** deberá evaluar el potencial de licuefacción de suelos, de acuerdo al Artículo 32.

12.2. Planos y Perfiles de Suelos**a) Plano de Ubicación del Programa de Exploración**

Plano topográfico o planimétrico (ver el Artículo 9 (9.1)) del terreno, relacionado a una base de referencia y mostrando la ubicación física de la cota (o **BM**) de referencia

utilizada. En el plano de ubicación se empleará la nomenclatura indicada en la Tabla N° 7.

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Perforación	P - n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A - n	

n - número correlativo de sondaje.

b) Perfil Estratigráfico por Punto Investigado

Debe incluirse la información del Perfil del Suelo indicada en el Artículo 12 (12.1e), así como las muestras obtenidas y los resultados de los ensayos «in situ». Se sugiere incluir los símbolos gráficos indicados en la Figura N° 4.

12.3. Resultados de los Ensayos de Laboratorio

Se incluirán todos los gráficos y resultados obtenidos en el Laboratorio según la aplicación de las Normas de la Tabla N° 5.

FIGURA N° 4
Simbología de Suelos (Referencial)

DIVISIONES MAYORES	SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN		
		GRÁFICO			
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW	GRAVA BIEN GRADUADA		
		GP	GRAVA MAL GRADUADA		
		GM	GRAVA LIMOSA		
		GC	GRAVA ARCILLOSA		
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW	ARENA BIEN GRADUADA		
		SP	ARENA MAL GRADUADA		
		SM	ARENA LIMOSA		
		SC	ARENA ARCILLOSA		
		SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML	LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
				CL	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
OL	LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD				
LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD		
	CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD		
	OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PI	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.			

CAPÍTULO 3
ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Artículo 13.- CARGAS A UTILIZAR

Para la elaboración de las conclusiones del EMS, y en caso de contar con la información de las cargas de la edificación, se deberán considerar:

a) Para el cálculo del factor de seguridad de cimentaciones: se utilizarán como cargas aplicadas a la cimentación, las Cargas de Servicio que se utilizan para el diseño estructural de las columnas del nivel más bajo de la edificación.

b) Para el cálculo del asentamiento de cimentaciones apoyadas sobre suelos granulares: se deberá considerar la máxima carga vertical que actúe (Carga Muerta más Carga Viva más Sismo) utilizada para el diseño de las columnas del nivel más bajo de la edificación.

c) Para el cálculo de asentamientos en suelos cohesivos: se considerará la Carga Muerta más el 50% de la Carga Viva, sin considerar la reducción que permite la Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas.

d) Para el cálculo de asentamientos, en el caso de edificaciones con sótanos en las cuales se emplee plateas o losas de cimentación, se podrá descontar de la carga total de la estructura (carga muerta más sobrecarga más el peso de losa de cimentación) el peso del suelo excavado para la construcción de los sótanos.

Artículo 14.- ASENTAMIENTO TOLERABLE

En todo EMS se deberá indicar el asentamiento tolerable que se ha considerado para la edificación o estructura motivo del estudio. El Asentamiento Diferencial (Figura N° 5) no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la indicada en la Tabla N° 8.

En el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.

FIGURA N° 5
Asentamiento Diferencial

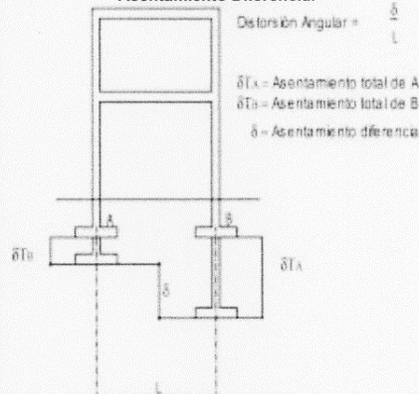


TABLA N° 8
DISTORSIÓN ANGULAR = α

α = d/L	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Artículo 15.- CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se empleará un ángulo de fricción interna (f) igual a cero.

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se empleará una cohesión (c) igual a cero.

Artículo 16.- FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- Para cargas estáticas: 3,0
- Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

Artículo 17.- PRESIÓN ADMISIBLE

La determinación de la Presión Admisible, se efectuará tomando en cuenta los siguientes factores:

- Profundidad de cimentación.
- Dimensión de los elementos de la cimentación.
- Características físico-mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
- Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la estructura.
- Probable modificación de las características físico-mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- Asentamiento tolerable de la estructura.

La presión admisible será la menor de la que se obtenga mediante:

- La aplicación de las ecuaciones de capacidad de carga por corte afectada por el factor de seguridad correspondiente (Ver el Artículo 16).
- La presión que cause el asentamiento admisible.

**CAPÍTULO 4
CIMENTACIONES SUPERFICIALES****Artículo 18.- DEFINICIÓN**

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho (D/B) es menor o igual a cinco (5), siendo D , la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

Artículo 19.- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos, es la distancia desde el nivel de la superficie del terreno a la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación estará referida al nivel del piso del sótano. En el caso de plateas o losas de cimentación la profundidad será la distancia del fondo de la losa a la superficie del terreno natural.

La profundidad de cimentación quedará definida por el PR y estará condicionada a cambios de volumen por humedecimiento-secado, hielo-deshielo o condiciones particulares de uso de la estructura, no debiendo ser menor de 0,80 m en el caso de zapatas y cimientos corridos.

Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado, con acero en dos direcciones y deberán llevar una viga perimetral de concreto armado cimentado a una profundidad mínima de 0,40 m, medida desde la superficie del terreno o desde el piso terminado, la que sea menor. El espesor de la losa y el peralte de la viga perimetral serán determinados por el Profesional Responsable de las estructuras, para garantizar la rigidez de la cimentación.

Si para una estructura se plantean varias profundidades de cimentación, deben determinarse la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada caso. Deben evitarse la interacción entre las zonas de influencia de los cimientos adyacentes, de lo contrario será necesario tenerla en cuenta en el dimensionamiento de los nuevos cimientos.

Cuando una cimentación quede por debajo de una cimentación vecina existente, el PR deberá analizar el requerimiento de calzar la cimentación vecina según lo indicado en los Artículos 33 (33.6).

No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitario o industrial, ni rellenos No Controlados. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales que cumplan con lo indicado en el Artículo 21 (21.1).

Artículo 20.- PRESIÓN ADMISIBLE

Se determina según lo indicado en el Capítulo 3.

Artículo 21.- CIMENTACIÓN SOBRE RELLENOS

Los rellenos son depósitos artificiales que se diferencian por su naturaleza y por las condiciones bajo las que son colocados.

Por su naturaleza pueden ser:

- Materiales seleccionados:** todo tipo de suelo compactable, con partículas no mayores de 7,5 (3"), con 30% o menos de material retenido en la malla $\frac{3}{4}$ " y sin elementos distintos de los suelos naturales.
- Materiales no seleccionados:** todo aquél que no cumpla con la condición anterior.

Por las condiciones bajo las que son colocados:

- Controlados.
- No controlados.

21.1.- Rellenos Controlados o de Ingeniería

Los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material.

El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

- Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m² con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m²) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor.

Cuando se requiera verificar la compactación de un Relleno Controlado ya construido, este trabajo deberá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- Un ensayo de Penetración Estándar NTP 339.133 (ASTM D 1586) por cada metro de espesor de Relleno Controlado. El resultado de este ensayo debe ser mayor a $N_{60} = 25$, golpes por cada 0,30m de penetración.
- Un ensayo con Cono de Arena, NTP 339.143 (ASTM D1556) ó por medio de métodos nucleares, NTP 339.144 (ASTM D2922), por cada 0,50 m de espesor. Los resultados deberán ser: mayores a 90% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado, si tiene más de 12% de finos; o mayores al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado si tiene igual o menos de 12% de finos.

21.2. Rellenos no Controlados

Los rellenos no controlados son aquellos que no cumplen con el Artículo 21.1. Las cimentaciones superficiales no se podrán construir sobre estos rellenos no controlados, los cuales deberán ser reemplazados en su totalidad por materiales seleccionados debidamente compactados, como se indica en el Artículo 21 (21.1), antes de iniciar la construcción de la cimentación.

Artículo 22.- CARGAS EXCÉNTRICAS

En el caso de cimentaciones superficiales que transmiten al terreno una carga vertical Q y dos momentos M_x y M_y que actúan simultáneamente según los ejes x e y

PILOTE.- Elemento de cimentación profunda en el cual la relación Profundidad/Ancho (D_f / B) es mayor o igual a 10.

PILOTES DE CARGA MIXTA.- Aquellos que transmiten la carga, parte por punta y parte por fricción.

PILOTES DE CARGA POR FRICCIÓN.- Aquellos que transmiten la carga a lo largo de su cuerpo por fricción con el suelo que los circunda.

PILOTES DE CARGA POR PUNTA.- Aquellos que transmiten la carga a un estrato resistente ubicado bajo la punta.

PILOTES DE DENSIFICACIÓN.- Aquellos que se instalan para densificar el suelo y mejorar las condiciones de cimentación.

PRESIÓN ADMISIBLE.- Máxima presión que la cimentación puede transmitir al terreno sin que ocurran asentamientos excesivos (mayores que el admisible) ni el factor de seguridad frente a una falla por corte sea menor que el valor indicado en el Artículo 17.

PRESIÓN ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO.- Presión que al ser aplicada por la cimentación adyacente a una estructura, ocasiona un asentamiento diferencial igual al asentamiento admisible. En este caso no es aplicable el concepto de factor de seguridad, ya que se trata de asentamientos.

PRESIÓN DE CONTACTO.- Carga transmitida por las estructuras al terreno en el nivel de cimentación incluyendo el peso propio del cimiento.

PRESIÓN DE TRABAJO.- Sinónimo de presión admisible.

PROFESIONAL RESPONSABLE.- Ingeniero Civil, registrado en el Colegio de Ingenieros del Perú.

PROFUNDIDAD ACTIVA.- Zona del suelo ubicada entre el nivel de cimentación y la isobara (línea de igual presión) correspondiente al 10% de la presión aplicada a la cimentación

TIPO DE SECCIÓN	CRITERIO
CUADRADA	2B
CONTINUA	6,4B

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.- Profundidad a la que se encuentra el plano o desplante de la cimentación de una estructura. Plano a través del cual se aplica la carga, referido al nivel del terreno de la obra terminada.

PROPIETARIO.- Persona natural o jurídica que ejerce o ejercerá derecho de propiedad sobre la edificación material del Estudio de Mecánica de Suelos.

RELLENO.- Depósitos artificiales descritos en el Artículo 21.

ROCA.- Material que a diferencia del suelo, no puede ser disgregado o excavado con herramientas manuales.

SOLICITANTE.- Persona natural o jurídica con quien el PR contrata el EMS.

SUELO COLAPSABLE.- Suelos que al ser humedecidos sufren un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

SUELO EXPANSIVO.- Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

SUELO ORGÁNICO.- Suelo de color oscuro que presenta una variación mayor al 25% entre los límites líquidos de la muestra secada al aire y la muestra secada al horno a una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 24 horas.

TIERRA DE CULTIVO.- Suelo sometido a labores de labranza para propósitos agrícolas.

ANEXO II
NORMA ESPAÑOLA – UNE 103-801-94

GEOTÉCNIA
PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA

1. OBJETIVO

Esta norma tiene por objeto describir el procedimiento para la realización de la denominada prueba de penetración dinámica superpesada. Con esta prueba se determina la resistencia del terreno a la penetración de un cono cuando es golpeado según el procedimiento establecido.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

La prueba de penetración dinámica está especialmente indicada para suelos granulares⁽¹⁾
Su utilización permite:

- Determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno.
- Evaluar la compacidad de un suelo granular. Cuando el suelo contenga partículas de tamaños tales⁽²⁾ que obstaculicen la penetración del cono en el terreno el resultado de la prueba puede no ser representativo.
- Investigar la homogeneidad o anomalías de una capa de suelo.
- Comprobar la situación en profundidad de una capa cuya existencia se conoce.

3. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

D.P.S.H. Abreviatura de la prueba de penetración dinámica en su procedimiento superpesado, que proviene de su denominación de inglés (DPSH).

N₆₀ = Número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20 cm de profundidad.

R = Anotación a incluir cuando el número de golpes requerido para una penetración de 20 cm es superior a 100 golpes.

4. APARATOS Y MATERIAL NECESARIO

4.1. Cono: Es una pieza de acero cilíndrica que termina en forma cónica con un ángulo de 90°. El cono podrá ser perdido o recuperable con las configuraciones respectivas que se reflejan en la figura 9.

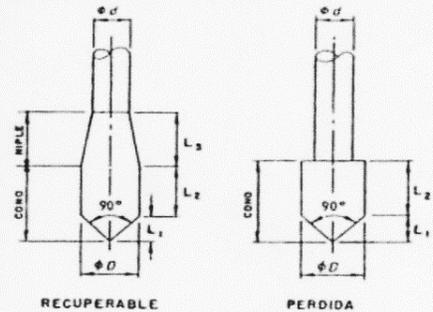


FIG. 9 - Alternativas de cono

4.2. Varillaje: Conjunto de varillas de acero macizas que se utilizan para transmitir la energía de golpeo desde la cabeza del varillaje hasta el cono.

4.3. Maza: Cuerpo de acero de $63,5 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$ de masa.

4.4. Cabeza de impacto: Cuerpo de acero que recibe el impacto de la maza y que queda unido solidariamente a la parte superior de varillaje, sin que durante el golpeo pueda existir desplazamiento relativo entre ambos.

4.5. Guidera: Elemento de acero que guía suavemente la maza durante su caída.

4.6. Sistema de elevación y escape: Mecanismo mediante el cual se eleva la maza a una altura de $760 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$, se libera y se permite su caída libre por la guidera hasta la cabeza de impacto. La velocidad de la maza cuando se libere será nula.

⁽¹⁾ La ejecución de pruebas de penetración dinámica debe ser precedida por un reconocimiento mediante sondeos que permita identificar las capas de suelos en el área investigada.

⁽²⁾ La existencia de partículas con tamaño superior a 6 mm puede obstaculizar el avance del cono sin que ello suponga un incremento de compacidad.

El PR establecerá la severidad del problema de colapsabilidad mediante los siguientes criterios:

CP (%)	Severidad del problema
0 a 1	No colapso
1 a 5	Colapso moderado
5 a 10	Colapso
10 a 20	Colapso severo
>20	Colapso muy severo

De manera complementaria, pueden utilizarse pruebas de carga en estado seco y humedecido ASTM1194. El objetivo de las mismas será realizar un análisis comparativo del comportamiento del suelo en su condición natural, con relación a su comportamiento en condición húmeda.

En caso se verifique la colapsabilidad del suelo, el PR deberá formular las recomendaciones correspondientes a fin de prevenir su ocurrencia.

29.3. Cimentaciones en áreas de suelos colapsables.

Las cimentaciones construidas sobre suelos que colapsan (CP>5) están sometidas a grandes fuerzas causadas por el hundimiento violento del suelo, el cual provoca asentamiento, agrietamiento y ruptura, de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto no está permitido cimentar directamente sobre suelos colapsables. La cimentación y los pisos deberán apoyarse sobre suelos no colapsables. Los pisos no deberán apoyarse directamente sobre suelos colapsables.

29.4. Reemplazo de un suelo colapsable

Cuando se encuentren suelos que presentan colapso moderado y a juicio del PR, poco profundos, éstos serán retirados en su totalidad antes de iniciar las obras de construcción y serán reemplazados por Rellenos Controlados compactados adecuadamente de acuerdo al Artículo 21 (21.1). Rellenos controlados o de ingeniería de la presente Norma.

Artículo 30.- ATAQUE QUIMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS

30.1. Generalidades

Las aguas subterráneas son más agresivas que los suelos al estado seco; sin embargo el humedecimiento de un suelo seco por riego, filtraciones de agua de lluvia, fugas de conductos de agua o cualquier otra causa, puede activar a las sales solubles.

Esta Norma solo considera el ataque externo por suelos y aguas subterráneas y no toma en cuenta ningún otro tipo de agresión.

30.2. Obligatoriedad de los Estudios

En los lugares con Napa Freática en la zona activa de la cimentación o donde se conozca o sea evidente la ocurrencia de ataque químico al concreto de cimentaciones y superestructuras, el PR deberá incluir en su EMS un análisis basado en ensayos químicos del agua o del suelo en contacto con ellas, para descartar o contrarrestar tal evento.

30.3. Ataque Químico por Suelos y Aguas Subterráneas

a) Ataque Ácido

En caso del Ph sea menor a 4,0 el PR, deberá proponer medidas de protección adecuado, para proteger el concreto del ataque ácido.

b) Ataque por Sulfatos

La mayor parte de los procesos de destrucción causados por la formación de sales son debidos a la acción agresiva de los sulfatos. La corrosión de los sulfatos se diferencia de la causada por las aguas blandas, en que no tiene lugar una lixiviación, sino que la pasta endurecida de cemento, a consecuencia de un aumento de volumen, se desmorona y expansiona, formándose grietas y el ablandamiento del concreto.

En la Tabla 4.4.3 de la NTE E.060 Concreto Armado se indican los grados de ataque químico por sulfatos en aguas y suelos subterráneos y la medida correctiva a usar en cada caso.

En el caso que se desea usar un material sintético para proteger la cimentación, esta deberá ser geomembrana o geotextil cuyas características deberán ser definidas por PR. Las propiedades de estos materiales estarán de acuerdo a las NTP.

La determinación cuantitativa de sulfatos en aguas y suelos se hará mediante las Normas Técnicas ASTM D 516, NTP 400.014, respectivamente.

c) Ataque por Cloruros

Los fenómenos corrosivos del ión cloruro a las cimentaciones se restringe al ataque químico al acero de refuerzo del concreto armado.

Cuando el contenido de ión cloro sea determinado mediante la NTP 400.014, sea mayor 0,2 %, o cuando el contenido de ión cloro en contacto cimentación en el agua se ha determinado por NTP 339.076 (sea mayor de 1000 ppm) el PR debe recomendar las medidas de protección necesaria.

La determinación cuantitativa de cloruros en aguas y suelos se hará mediante las NTP 339.076 y 400.014, respectivamente.

Artículo 31.- SUELOS EXPANSIVOS

Son suelos cohesivos con bajo grado de saturación que aumentan de volumen al humedecerse o saturarse.

31.1. Obligatoriedad de los Estudios

En las zonas en las que se encuentren suelos cohesivos con bajo grado de saturación y plasticidad alta (LL > 50), el PR deberá incluir en su EMS un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 (ASTM D4318) y ensayos de granulometría por sedimentación NTP 339.128 (ASTM D 422) con la finalidad de evaluar el potencial de expansión del suelo cohesivo en función del porcentaje de partículas menores a 2m m, del índice de plasticidad (IP) y de la actividad (A) de la arcilla. La relación entre la Expansión Potencial (Ep) y los parámetros antes indicados se muestra en la grafica siguiente:

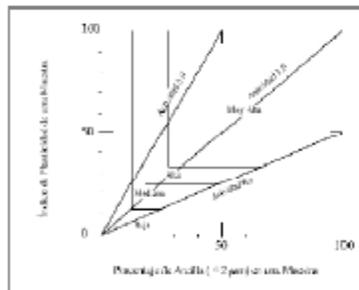


GRAFICO 8.1
CLASIFICACIÓN DE CAMBIO DE POTENCIAL DE VOLUMEN PARA SUELOS ARCILLOSOS

GRAFICO 8

$$Actividad (A) = \frac{IP}{\% < 2 \mu m}$$

31.2. Evaluación del Potencial de Expansión

Cuando el PR encuentre evidencias de la existencia de suelos expansivos deberá sustentar su evaluación mediante los resultados del ensayo para la Determinación del Hinchamiento Unidimensional de suelos cohesivos según NTP 339.170 (ASTM D 4648). Las muestras utilizadas para la evaluación del hinchamiento deberán ser obtenidas de pozos a cielo abierto, en condición inalterada, preferentemente del tipo *Mib*.

Tabla 10
CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS

Potencial de expansión	Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm ²)	Índice de plasticidad	Porcentaje de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Muy alto	> 30	> 32	> 37
Alto	20 - 30	23 - 45	18 - 37
Medio	10 - 20	12 - 34	12 - 27
Bajo	< 10	< 20	< 17

31.3. Cimentaciones en áreas de suelos expansivos

Las cimentaciones construidas sobre arcillas expansivas están sometidas a grandes fuerzas causadas por la expansión, las cuales provocan levantamiento, agrietamiento y ruptura de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto no está permitido cimentar directamente sobre suelos expansivos. La cimentación deberá apoyarse sobre suelos no expansivos o con potencial de expansión bajo. Los pisos no deberán apoyarse directamente sobre suelos expansivos y deberá dejarse un espacio libre suficientemente holgado para permitir que el suelo bajo el piso se expanda y no lo afecte.

31.4. Reemplazo de un suelo expansivo

Cuando se encuentren suelos medianamente expansivos y a juicio de PR, poco profundos, éstos serán retirados en su totalidad antes de iniciar las obras de construcción y serán reemplazados por Rellenos Controlados compactados adecuadamente de acuerdo al Artículo 21 (21.1). Rellenos controlados o de ingeniería de la presente Norma.

Artículo 32.- LICUACIÓN DE SUELOS

32.1. Generalidades

En suelos granulares finos ubicados bajo la Napa Freática y algunos suelos cohesivos, las solicitaciones sísmicas pueden originar el fenómeno denominado licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos originada por la vibración que produce el sismo. Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de grandes asentamientos en las obras sobreyacentes.

Para que un suelo granular sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- Debe estar constituido por arena fina, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- Debe encontrarse sumergido.

En estos casos deben justificarse mediante el Análisis del Potencial de Licuación. (Ver Artículo 32 (32.3)) la ocurrencia o no del fenómeno de licuación.

32.2. Investigación de campo

Cuando las investigaciones preliminares o la historia sísmica del lugar hagan sospechar la posibilidad de ocurrencia de licuación, el PR debe efectuar un trabajo de campo que abarque toda el área comprometida por la estructura de acuerdo a lo indicado en la Tabla 6.

Los sondeos deberán ser perforaciones por la técnica de lavado o rotativas y deben llevarse a cabo Ensayos Estándar de Penetración SPT NTP 339.133 (ASTM D 1586) espaciados cada 1 m. Las muestras que se obtengan el penetrometro utilizado para el ensayo SPT deberán recuperarse para poder efectuar con ellas ensayos de clasificación en el laboratorio.

Si dentro de la profundidad activa se encuentran los suelos indicados en el Artículo 32 (32.1), deberá profundizarse la investigación de campo hasta encontrar un estrato no licuable de espesor adecuado en el que se pueda apoyar la cimentación.

El Ensayo de DPSH puede ser usado para investigaciones preliminares, o como auscultaciones complementarias de los ensayos SPT, previa calibración. La

misma exigencia procede para el Ensayo de Penetración Dinámica Ligera (DPL), pero hasta una profundidad máxima de 8 m.

32.3. Análisis del Potencial de Licuación

En el caso de suelos arenosos que presentan las tres características indicadas en el Artículo 32 (32.1), se deberá realizar el análisis del potencial de licuación utilizando el método propuesto por Seed e Idriss. Este método fue desarrollado en base a observaciones in-situ del comportamiento de depósitos de arenas durante sismos pasados. El procedimiento involucra el uso de la resistencia a la penetración estándar N (Número de golpes del ensayo SPT). El valor de N obtenido en el campo deberá corregirse por: energía, diámetro de la perforación, longitud de las barras para calcular a partir de ese valor el potencial de licuación de las arenas.

La aceleración máxima requerida para el análisis del potencial de licuación será estimada por el PR, la cual será congruente con los valores empleados en el diseño estructural correspondiente, para lo cual el PR efectuará las coordinaciones pertinentes con los responsables del diseño sísmo resistente de la obra.

Este método permite calcular, el esfuerzo cortante inducido por el sismo en el lugar y a partir de la resistencia a la penetración estándar normalizada (N_{60}), el esfuerzo cortante límite para la ocurrencia del fenómeno de licuación. También es posible determinar el factor de seguridad frente a la ocurrencia de la licuación y la aceleración máxima de un sismo que la causaría.

32.4. Licuación de suelos finos cohesivos

Si se encuentran suelos finos cohesivos que cumplan simultáneamente con las siguientes condiciones:

- Porcentaje de partículas más finas que $0,005 \text{ m} \leq 15\%$
- Límite líquido (LL) ≤ 35 .
- Contenido de humedad (w) $> 0,9 \text{ LL}$.

Estos suelos pueden ser potencialmente licuables, sin embargo no licuan si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si el contenido de arcilla (partículas más finas que $0,005 \text{ m}$) es mayor que 20%, considerar que el suelo no es licuable, a menos que sea extremadamente sensitiva.
- Si el contenido de humedad de cualquier suelo arcilloso (arcilla, arena arcillosa, limo arcilloso, arcilla arenosa, etc.) es menor que $0,9 W_L$, considerar que el suelo no es licuable.

Artículo 33.- SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES

33.1.- Generalidades

Las excavaciones verticales de más de 2,00 m de profundidad requeridas para alcanzar los niveles de los sótanos y sus cimentaciones, no deben permanecer sin sostenimiento, salvo que el estudio realizado por el PR determine que no es necesario efectuar obras de sostenimiento.

La necesidad de construir obras de sostenimiento, su diseño y construcción son responsabilidad del contratista de la obra.

33.2. Estructura de Sostenimiento

Dependiendo de las características de la obra se presentan las siguientes alternativas para el sostenimiento de las paredes de excavación:

- Proyectar obras y estructuras de sostenimiento temporal y luego, al finalizar los trabajos de corte, construir las estructuras de sostenimiento definitivas.
- Proyectar estructuras de sostenimiento definitivas que se vayan construyendo o a medida se avance con los trabajos de corte.

Existen diversos tipos de obras para el sostenimiento temporal y definitivo de los taludes de corte, entre los cuales podemos mencionar las pantallas ancladas, tablestacas, pilotes continuos, muros diafragma, calzaduras, nailings, entre otros.

Las calzaduras son estructuras provisionales que se diseñan y construyen para sostener las cimentaciones vecinas y el suelo de la pared expuesta, producto de las



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016





MTC E 107

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

1.0 OBJETO

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.

4.2 MATERIALES

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

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

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075



4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.

4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

5.0 MUESTRA

5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral **4.1.1**.

5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).

6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:



TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apesadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.

- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.

- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.

- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.

- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.

- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.



MTC E 108

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.
- 2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

Nota 1. (*) El secado en horno siguiendo en método (a 110 ° C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelos contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

4.0 EQUIPOS y MATERIALES**4.1 EQUIPOS**

- 4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- 4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:
De 0,01 g para muestras de menos de 200 g
De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

Nota 2. Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.

- 4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver [Sección 6.3.5](#) del presente ensayo).

Nota 3. El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

- 4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- 4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.



5.0 MUESTRA

- 5.1 Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.
- 5.2 La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

- 6.1.1 Para los contenidos de humedad que se determinan en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.
- 6.1.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota.- * Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

- 6.1.3 El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.1.2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.
- 6.1.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.
- 6.1.5 Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.
- 6.2 SELECCION DEL ESPECIMEN DE ENSAYO
- 6.2.1 Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).



- 6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):
- Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
 - Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
 - Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
- 6.2.3 En muestras intactas tales como: bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.
- Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm., o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
 - Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 6.2.3.c. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

Nota 4. El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

6.3 PROCEDIMIENTO

- 6.3.1 Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
- 6.3.2 Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la [sección 6.2](#) de este ensayo.
- 6.3.3 Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase 4.1.2 de este ensayo) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

Nota 5. Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos del laboratorio. Los números de las tapas deberán ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

Nota 6. Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

- 6.3.4 Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a 110 ± 5 °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.



MTC E 110

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

1.0 OBJETO

- 1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Discusión: Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS**4.1 EQUIPOS**

- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.

- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.

De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.

- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.



- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de $10,00 \pm 0,2$ mm ($0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ para secar la muestra.
- 4.2 MATERIALES
 - 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"- 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.
- 4.3 INSUMOS
 - 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

5.0 MUESTRA

- 5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz $425 \mu\text{m}$ (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

6.0 PROCEDIMIENTO

Multipunto

- 6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.

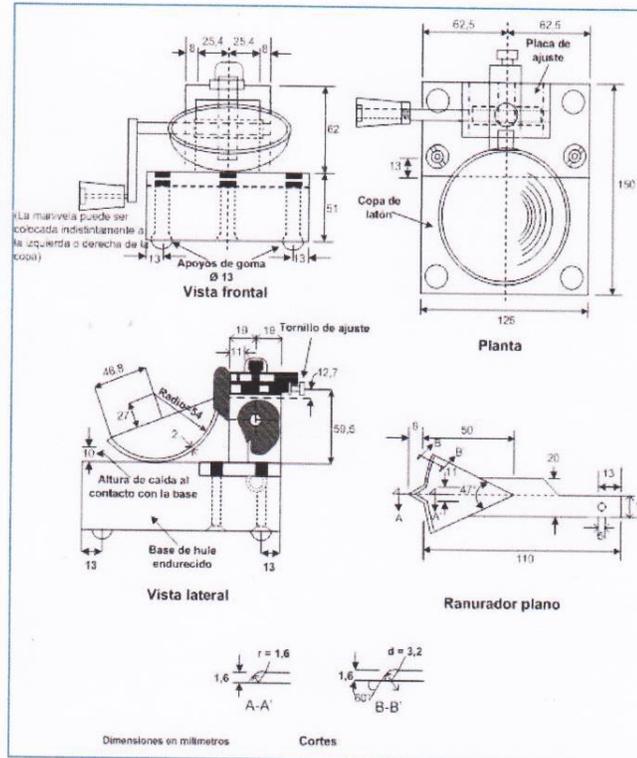
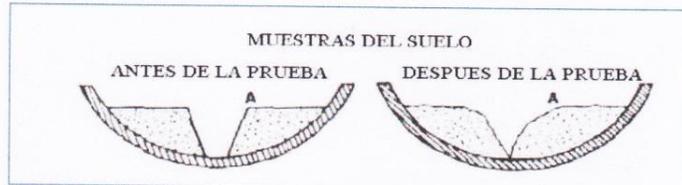


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
 - 6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).
- Nota1.** Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con



MTC E 111

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
- 2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los plásticos de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS

4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.
- 4.1.5 Tamiz, de 426 μm (N° 40).
- 4.1.6 Agua destilada.
- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

5.0 MUESTRA

- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 μm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado



en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorse aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.

6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

Tabla 1
Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Límite Líquido

P.L. = Límite Plástico

L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).



MTC E 115

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ($2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)).

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de $101,6$ ó $152,4\text{ mm}$ (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de $44,5\text{ N}$ (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de ($2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)).

Nota 1. Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

Nota 2. El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

- 2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de $19,0\text{ mm}$ ($3/4$ pulg).

Nota 3. Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla $19,0\text{ mm}$ ($3/4$ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de $19,0\text{ mm}$ ($3/4$ pulg), ver ensayo ASTM D 4718

- 2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

2.3.1 METODO "A"

- 2.3.1.1 Molde: $101,6\text{ mm}$ de diámetro (4 pulg)

- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa por el tamiz $4,75\text{ mm}$ ($N^{\circ} 4$).

- 2.3.1.3 Número de capas: 5

- 2.3.1.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz $4,75\text{ mm}$ ($N^{\circ} 4$).

- 2.3.1.6 Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

2.3.2 METODO "B"

- 2.3.2.1 Molde: $101,6\text{ mm}$ (4 pulg) de diámetro.

- 2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de $9,5\text{ mm}$ ($3/8$ pulg).

- 2.3.2.3 Número de Capas: 5

- 2.3.2.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz $4,75\text{ mm}$ ($N^{\circ}4$) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz $9,5\text{ mm}$ ($3/8$ pulg).



2.3.2.6 Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

2.3.3 METODO "C"

2.3.3.1 Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

2.3.3.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.6 El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

Nota 4. Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

2.4 Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

2.5 Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

2.6 Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

2.6.1 En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ($F = M \cdot a$). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en lbm/pie³ no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

2.7 Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

2.8 El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

2.9 Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad (w_o) y el Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) mediante un ensayo de



compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$). La selección del contenido de agua (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o), y el Peso Unitario Seco ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1.1 NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).
- 3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en 4.1.1.1 ó 4.1.1.2 de este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo "ahusado" debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- 4.1.1.1 Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 101,6 ± 0,4 mm (4,000 ± 0,016 pulg) de diámetro interior, una altura de 116,4 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm³ (0,0333 ± 0,0005 pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.
- 4.1.1.2 Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 152,4 ± 0,7 mm (6,000 ± 0,026 pulg) de diámetro interior, una altura de: 116,4 ± 0,5mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 2 124 ± 25 cm³ (0,075 ± 0,0009 pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.
- 4.1.2 Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de 457,2 ± 1,6 mm (18 ± 0,05 pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será 4,54 ± 0,01 kg (10 ± 0,02 lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de 50,80 ± 0,13 mm (2,000 ± 0,005 pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los 50,800 ± 0,25 mm (2,000 ± 0,01 pulg).

Nota 5. Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

- 4.1.2.1 Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0 ± 1,6 mm



($\frac{3}{4} \pm \frac{1}{16}$ pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

- 4.1.2.2 Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber 2,5 \pm 0,8 mm (0,10 \pm 0,03 pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.
- 4.1.2.3 Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a 73,7 \pm 0,5mm (2,90 \pm 0,02 pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.
- 4.1.3 Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- 4.1.4 Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- 4.1.5 Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 \pm 5 °C a través de la cámara de secado.

4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de \pm 0,1 mm (\pm 0,005 pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).
- 4.2.2 Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.
- 4.2.3 Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

5.0 MUESTRA

- 5.1 La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.
- 5.2 Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0mm ($\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 PREPARACION DE APARATOS

- 6.1.1 Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.
- 6.1.2 Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.



- 6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.
- Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)
 - Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.
 - Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.
 - Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse de acuerdo a 4.1.2.2 de este ensayo.

6.2 PREPARACION DEL ENSAYO

6.2.1 SUELOS

- 6.2.1.1 No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.
- 6.2.1.2 Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire, (ver 6.2.2 de este ensayo).
- 6.2.1.3 Preparar los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo al párrafo 6.2.2 (de preferencia) o con 6.2.3 de este ensayo.

6.2.2 METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)

- 6.2.2.1 Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.
- 6.2.2.2 Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

Nota 6. Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.

- 6.2.2.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).



Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

6.2.3 METODO DE PREPARACION EN SECO

- 6.2.3.1 Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla $\frac{3}{4}$ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.
- 6.2.3.2 Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes de acuerdo con 6.2.2.2.
- 6.2.3.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo para los suelos secos ó adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.
- 6.2.4 Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:
- 6.2.4.1 Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.
- 6.2.4.2 Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.
- 6.2.4.3 Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo ú otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.
- 6.2.4.4 Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

Nota 7. Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.

MTC E 123**CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)****1.0 OBJETO**

- 1.1 Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este modo operativo es adecuado para la determinación rápida de las propiedades de resistencia de materiales drenados y consolidados. Debido a que las trayectorias de drenaje a través de la muestra son cortas, se permite que el exceso de presión en los poros sea disipado más rápidamente que con otros ensayos drenados. El ensayo puede ser hecho en todo tipo de suelos inalterados, remoldeados o compactados. Hay sin embargo una limitación en el tamaño máximo de las partículas presentes en las muestras.
- 2.2 Los resultados del ensayo son aplicables para estimar la resistencia al corte en una situación de campo donde ha tenido lugar una completa consolidación bajo los esfuerzos normales actuales. La ruptura ocurre lentamente bajo condiciones drenadas, de tal manera que los excesos de presión en los poros quedan disipados. Los resultados de varios ensayos pueden ser utilizados para expresar la relación entre los esfuerzos de consolidación y la resistencia al corte en condiciones drenadas.

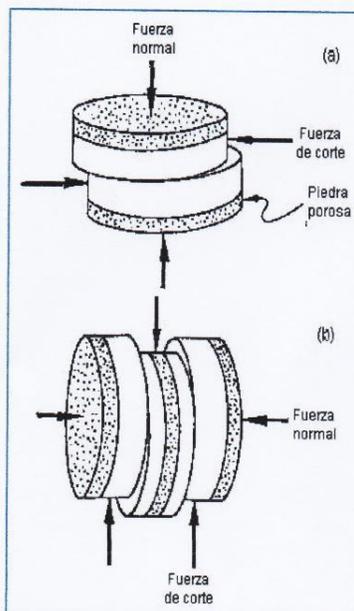


Figura 1: Esquema del ensayo del corte sencillo y del corte doble

El ensayo consiste en:

- Colocación de la muestra en el dispositivo de corte.
- Aplicación de una carga normal.
- Disposición de los medios de drenaje y humedecimiento de la muestra.
- Consolidación de la muestra.



- Liberación de los marcos que sostienen la muestra.
- Aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra (Ver Fig. 1 y 2)

2.3 Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeadas.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 3080: Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Dispositivo de carga. El dispositivo de carga debe ceñirse a lo siguiente (véase Figura2):

Sostener la probeta con seguridad entre dos piedras porosas colocadas una en cada cara, de tal manera que no se presenten movimientos de torsión sobre ella.

Estar provisto de los dispositivos necesarios para:

- Aplicar una fuerza normal en las caras de la muestra.
- Determinar los cambios en el espesor de la muestra.
- Drenar el agua a través de las piedras porosas.
- Sumergir la muestra en agua.
- Ser capaz de aplicar una fuerza de corte para hacer fallar la muestra a lo largo de un determinado plano (corte único) o de planos (corte doble) paralelos a las caras de la muestra.
- Los marcos que sostienen la probeta deben ser lo suficientemente rígidos para evitar su deformación durante el corte.
- Las diferentes partes del dispositivo deben ser de un material resistente a la corrosión por sustancias contenidas en el suelo o por la humedad del mismo.

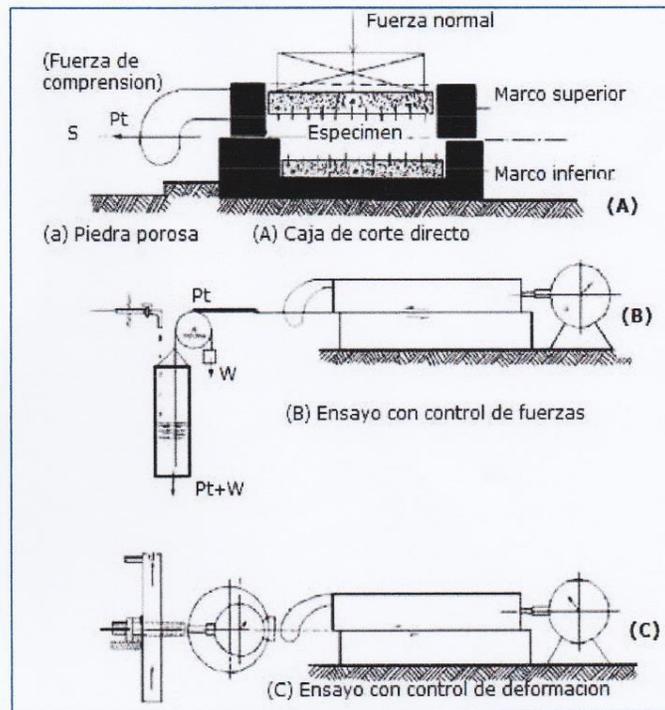


Figura 2: Dispositivo para el ensayo de corte directo

4.1.2 Piedras porosas. Las piedras porosas deben ceñirse a lo siguiente:

Deben ser de carburo de silicio, óxido de aluminio o de un metal que no sea susceptible a la corrosión por sustancias contenidas en el suelo o la humedad del mismo.

Dependiendo del tipo de suelo que se va a ensayar, las piedras porosas deben tener la calidad adecuada para desarrollar el contacto necesario con la muestra y, además, deben evitar la intrusión excesiva de partículas de suelo dentro de sus poros.

El diámetro o ancho de la parte superior de la piedra porosa o placa, deberá tener 0,2 mm a 0,5 mm (0,01 pulgada a 0,02 pulgadas).

Para ensayos con suelos normales, la calidad de las piedras debe permitir una permeabilidad de 0,5 mm/s a 1 mm/s.

4.1.3 Dispositivo para la aplicación de la fuerza normal. Debe estar capacitado para aplicar rápidamente la fuerza especificada sin excederla y para mantenerla con una variación máxima de $\pm 1\%$ durante el proceso de ensayo.

4.1.4 Dispositivo para la aplicación de la fuerza de corte.

Un anillo de carga o una celda de carga con una precisión de 2,5 N (0,5 lb) o de uno por ciento (1%) de la fuerza de corte en la falla, cualquiera que sea mayor.

La capacidad depende más que todo del tipo de control: con control de deformaciones o con control de esfuerzos. Se prefiere generalmente el primero por la facilidad para determinar, tanto el esfuerzo último, como la carga máxima.



El equipo con control de deformaciones debe tener la capacidad para cortar la muestra a una velocidad de desplazamiento uniforme, con una desviación de $\pm 10\%$ y debe permitir el ajuste de la velocidad de desplazamiento dentro de un rango más o menos amplio.

La velocidad de aplicación de la carga, depende de las características de consolidación del suelo. Se logra usualmente por medio de un motor con caja de transmisión y la fuerza de corte se determina por medio de un indicador de carga.

Si se usa el equipo con control de esfuerzos, debe ser capaz de aplicar la fuerza de corte sobre la muestra con incrementos de carga y grado de precisión, como se especifica en el numeral 4.1.3 de este ensayo.

- 4.1.5 Cuarto húmedo. La pérdida de humedad durante la preparación de la muestra no deberá exceder de 0,5%, tanto para su almacenamiento como para su preparación.
- 4.1.6 Equipo para el corte de la muestra. Debe ser adecuado para tallar la muestra de acuerdo con las dimensiones interiores de la caja de corte con un mínimo de alteración. Puede necesitarse un soporte exterior para mantener en alineamiento axial una serie de 2 o 3 anillos.
- 4.1.7 Base de la caja de corte. Una caja metálica en la cual se apoya la caja de corte y proporciona una reacción en contra en la cual la mitad de la caja de corte es restringida, o una base sólida con dispositivos para alinear la mitad de la caja de corte, la cual es libre de movimiento de forma coincidente con la fuerza tangencial aplicado en un plano horizontal
- 4.1.8 Balanza. Debe tener una sensibilidad de 0,1g o 0,1% del peso de la probeta.
- 4.1.9 Indicadores de deformación ó diales. Deben ser adecuados para medir los cambios en el espesor de la muestra con una sensibilidad de 0,002mm (0,0001") y la deformación con sensibilidad de 0,02mm (0,001").
- 4.1.10 Estufa u Horno de secado. Capaz de mantenerse a 110 ± 5 °C.
- 4.1.11 Recipientes para muestras de humedad.
- 4.1.12 Equipo para el remoldeo o compactación de probetas.
- 4.1.13 Misceláneos. Incluyen: cronómetro, sierra de alambre, espátula, cuchillos, enrasadores, agua destilada y demás elementos necesarios.

5.0 MUESTRA

5.1 Preparación del espécimen.

- 5.1.1 Si se usa una muestra inalterada, debe ser suficientemente grande para proveer un mínimo de tres muestras idénticas.

Las muestras inalteradas deberán ser preservadas y transportadas como se detalla para las muestras de los grupos C o D según Práctica MTC E 104.

- 5.1.2 La preparación de la muestra debe efectuarse de tal manera que la pérdida de humedad sea insignificante.
- 5.1.3 La muestra se talla sobre medida para las dimensiones del dispositivo de corte directo.
- 5.1.4 Para muestras inalteradas de suelos sensibles, debe tenerse extremo cuidado al labrar las muestras, para evitar la alteración de su estructura natural.

Nota 1. Un cuarto de elevada humedad sería conveniente para este propósito.

- 5.1.5 Se determina el peso inicial de la muestra para el cálculo posterior del contenido inicial de humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.
- 5.1.6 Si se utilizan muestras de suelos compactados, la compactación debe hacerse con las condiciones de humedad y peso unitario deseados. Se puede efectuar directamente en el dispositivo de corte, en un molde de dimensiones iguales a las del dispositivo de corte o en un molde mayor para



recortarlas de acuerdo con el numeral 5.2.3 de este ensayo. El pisón utilizado para compactar el material deberá tener un área de contacto con el suelo igual ó menor aun medio del área del molde.

El material requerido para el espécimen será mezclado con suficiente agua para producir el contenido de humedad deseado. Se debe permitir al espécimen permanecer listo antes de la compactación, de acuerdo a la guía siguiente:

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

5.1.7 El diámetro mínimo de las muestras circulares o el ancho mínimo para muestras rectangulares debe ser alrededor de 50mm (2").

Para minimizar las alteraciones causadas por el muestreo, el diámetro de las muestras obtenidas de tubos saca muestras debe ser, por lo menos, 5mm (1/5") menor que el diámetro del tubo.

5.1.8 El espesor mínimo de la muestra de ensayo, debe ser alrededor de 12 mm (1/2"), pero no menor de un sexto el tamaño máximo de las partículas del suelo.

5.1.9 La relación mínima diámetro/espesor o ancho/espesor, según la muestra, debe ser 2:1.

5.1.10 Calibración.

5.1.11 Se ensambla el dispositivo de corte directo (sencillo) con un disco metálico de calibración, de espesor igual al de la muestra de ensayo deseada y alrededor de 5mm (1/5 ") menor en diámetro.

5.1.12 El dispositivo de corte doble, requiere dos discos de calibración.

5.1.13 Se aplica la fuerza normal igual a la fuerza que se va a utilizar en el ensayo y se coloca el indicador de desplazamiento normal. Se ajusta este indicador de tal manera que pueda usarse para medir tanto lecturas de consolidación como de expansión.

5.1.14 Se registra la lectura del indicador de deformación normal, como una futura referencia para determinar, tanto el espesor de la muestra de ensayo, como la deformación desarrollada por el conjunto.

5.1.15 Luego, se retira el disco de calibración. Se puede aceptar cualquier otro método que permita la calibración exacta del aparato.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 Ensamblaje de la caja de corte

6.1.1 Especímenes inalterado.- Colocar las piedras porosas húmedas sobre los extremos expuestos de la muestra en la caja de corte; colocar la caja de corte conteniendo la muestra inalterada y piedras porosas en el soporte de la caja de corte y fijar la misma.

6.1.2 Espécimen compactado.- Colocar la caja de corte conteniendo la muestra compactada y piedras porosas insertadas en la base de la caja de corte y sujeto a la caja de corte.

6.2 Ejecución del Ensayo:

6.2.1 Se ensambla la caja de corte con los marcos alineados y se bloquea. Se aplica una capa de grasa entre los marcos para lograr impermeabilidad durante la consolidación y reducir la fricción durante el corte. Pueden también usarse espaciadores o superficies recubiertas con tetrafluoretileno-fluoruro carbono, para reducir la fricción durante el corte.

6.2.2 Se introduce la muestra de ensayo con sumo cuidado. Se conecta el dispositivo de carga y se ajusta el dial para medir tanto la deformación durante el corte, como el cambio del espesor de la muestra y luego se determina el espesor inicial. La costumbre de humedecer las piedras porosas antes de la colocación y aplicación de la fuerza normal sobre las muestras, dependerá del tipo de problema



en estudio. Para muestras inalteradas obtenidas bajo el nivel freático, deben humedecerse las piedras.

Para suelos expansivos se debe efectuar el humedecimiento después de la aplicación de la fuerza normal, para evitar expansiones que no son representativas de las condiciones de campo.

- 6.2.3 Se debe permitir una consolidación inicial de la muestra bajo una fuerza normal adecuada. Después de aplicar la fuerza normal predeterminada, se llena el depósito de agua hasta un nivel por encima de la muestra, permitiendo el drenaje y una nueva consolidación de la misma. El nivel del agua se debe mantener durante la consolidación y en las fases siguientes de corte de tal manera que la muestra esté saturada en todo momento.
- 6.2.4 La fuerza normal que se aplique a cada una de las muestras depende de la información requerida. Un solo incremento de ella puede ser apropiado para suelos relativamente firmes. Para los demás suelos pueden ser necesarios varios incrementos con el objeto de prevenir el daño de la muestra. El primer incremento dependerá de la resistencia y de la sensibilidad del suelo. En general, esta fuerza no debe ser tan grande que haga fluir el material constitutivo de la muestra por fuera del dispositivo de corte.
- 6.2.5 Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza.
- 6.2.6 Cada incremento de la fuerza normal debe durar hasta que se complete la consolidación primaria. El incremento final debe completar la fuerza normal especificada.
- 6.2.7 Se representan gráficamente las lecturas de la deformación normal contra el tiempo.
- 6.2.8 Corte de la muestra. Luego de terminada la consolidación se deben soltar los marcos separándolos aproximadamente 0,25mm (0,01"), para permitir el corte de la muestra.

Se debe aplicar la fuerza de corte lentamente para permitir la disipación completa del exceso de presión de poros.

Para determinar la velocidad de aplicación de la carga hasta la falla, se puede emplear la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo para falla} = 50_{t50}$$

Donde:

50_{t50} = Tiempo requerido por la muestra para lograr el 50% de consolidación bajo la fuerza normal.

En el ensayo con control de deformaciones, la velocidad de aplicación de cargas puede determinarse, aproximadamente, dividiendo la deformación estimada de corte, durante el esfuerzo máximo de corte, por el tiempo calculado para la falla.

Se continúa el ensayo hasta que el esfuerzo de corte sea constante, o hasta que se logre una deformación del 10% del diámetro o de la longitud original.

En el ensayo con control de esfuerzos, se comienza con incrementos de la fuerza de corte de aproximadamente un 10 % de la máxima estimada.

Antes de aplicar un nuevo incremento, se permitirá por lo menos un 95 % de consolidación bajo el incremento anterior.

Cuando se ha aplicado del 50% al 70% de la fuerza de falla estimada, los nuevos incrementos serán de la mitad del valor de los aplicados hasta ese momento, o sea el 5% de la máxima fuerza de corte.

En la proximidad de la falla, los incrementos de la fuerza pueden ser iguales a un cuarto del incremento inicial (2,5 % de la fuerza normal de corte estimada).

**MTC E 132****CBR DE SUELOS (LABORATORIO)****1.0 OBJETO**

- 1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- 2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- 2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- 2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- 2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
- 2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES**4.1 EQUIPOS**

- 4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- 4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm \pm 0,66 mm (6 \pm 0,026") de diámetro interior y de 177,8 \pm 0,46 mm (7 \pm 0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")

de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

- 4.1.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127$ mm ($2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- 4.1.4 Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

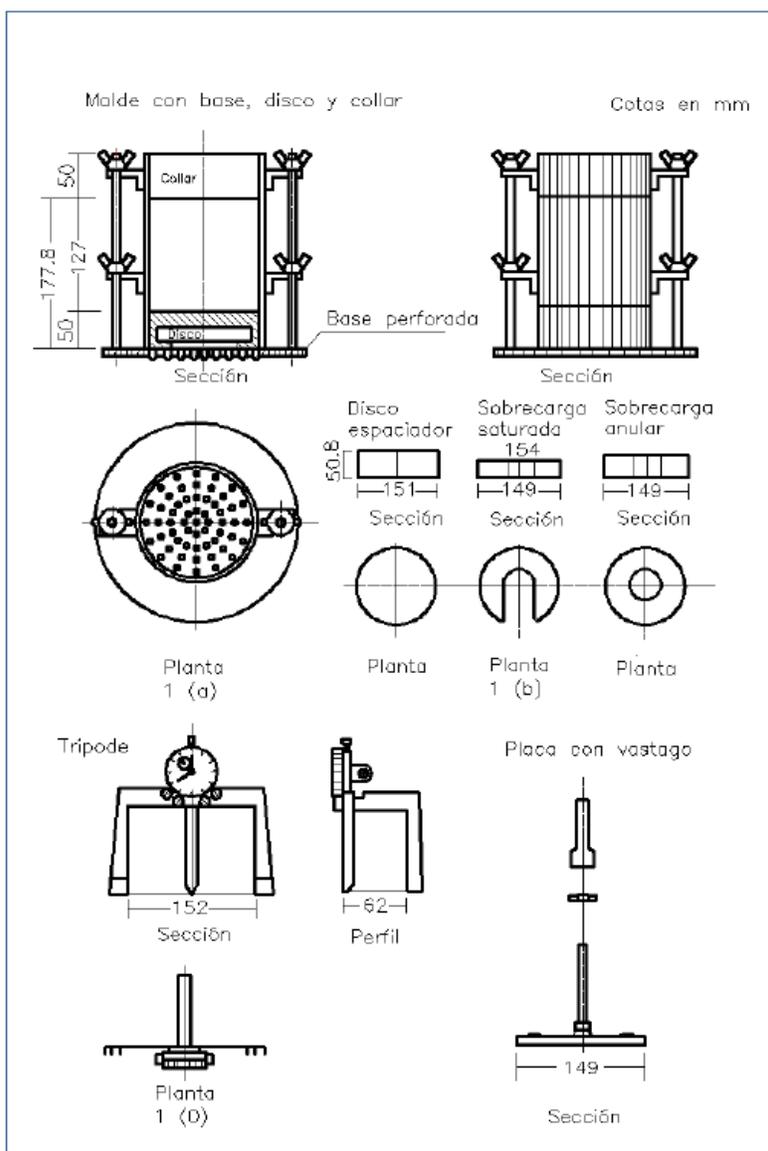


Figura 1.



4.1.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).

4.1.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02$ kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02$ kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

4.1.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13$ mm (1,954 \pm 0,005") de diámetro, área de 19,35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

4.1.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

4.1.9 Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

4.1.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

4.1.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

4.1.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

4.1.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

5.0 MUESTRA

5.1 La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de 3/4 de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

6.2 Preparación de la Muestra. - Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea



superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

- 6.3 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Nota 1. En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

- 6.4 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que



se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

Nota 2. A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.

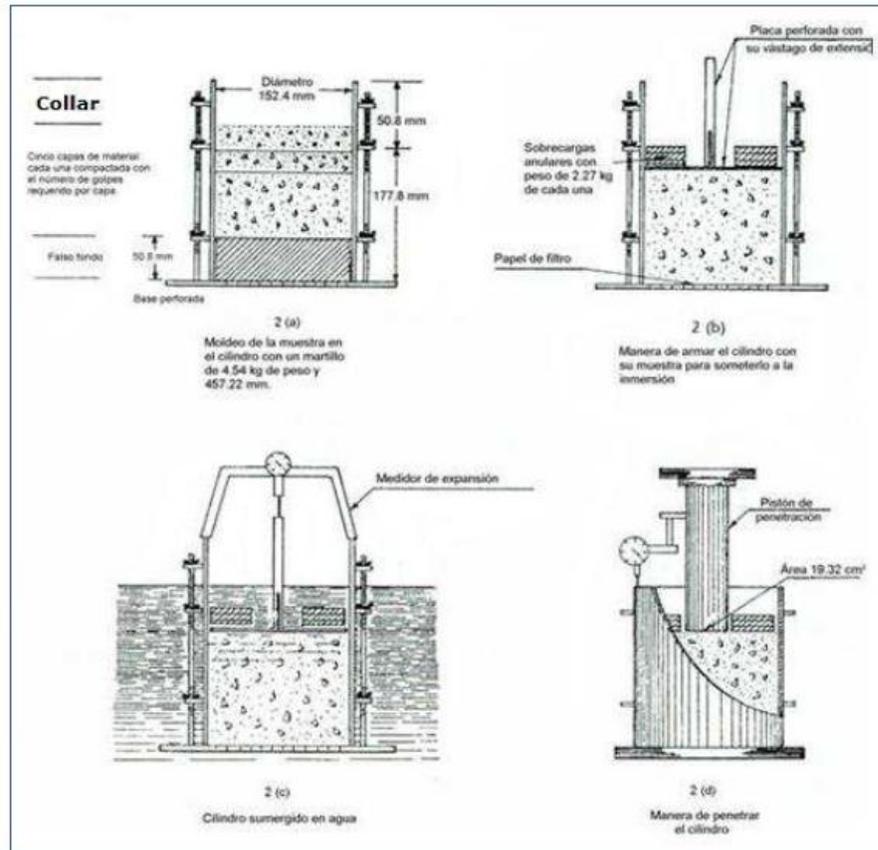


Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio

- 6.5 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con $\pm 2,27$ kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, Llévase el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añáde el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:



- 7.1.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.
- 7.1.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 4.1.3 y 4.1.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.
- Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.
- 7.1.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3).
- 7.1.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 6.3. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde

L_1 = Lectura inicial en mm.

L_2 = Lectura final en mm.

- 7.1.6 Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

- Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- De la curva corregida tómanse los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000lb/plg²) y 10,3 MPa (1500 lb/plg²) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

ANEXO N° 10: CUADROS REFERENCIALES

Cuadro N° 04: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SUCS

Divisiones principales	Representaciones	Nombres tópicos
GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezcla de gravas y arena sin finos
	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y arcilla
	GC	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla
ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, con poco o nada de finos
	SP	Apenas mal graduadas, arenas con grava con pocos de finos
ARENAS CON FINOS	SM	Arena limosa, mezcla de arena y limo
	SC	Arena limosa, mezcla de arena y arcilla
LIMOS Y ARCILLA CON LÍMITE LÍQUIDO DE 50% O MENOR	ML	Limos orgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos
	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad, arcillas con

		grava arcillosa, arcillas limosas
	OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
LIMOS Y ARCILLAS CON LÍMITE LÍQUIDO MAYOR DE 50%	MH	Limos orgánicos, limosos micáceos y diatomáceos, limos elásticos
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas
	OH	Arcillas orgánicas de media plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad
SUELOS CON ELEVADA PROPORCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA	PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos

Fuente: Sistema de clasificación de suelos Terzagui

Cuadro N° 05: FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

ϕ	N _c	N _q	N _y	ϕ	N _c	N _q	N _y
0	5,70	1,00	0,00	26	27,09	14,21	9,84
1	6,00	1,10	0,01	27	29,24	15,90	11,60
2	6,30	1,22	0,04	28	31,61	17,81	13,70
3	6,62	1,35	0,06	29	34,24	19,98	16,18
4	6,97	1,49	0,10	30	37,16	22,46	19,13
5	7,34	1,64	0,14	31	40,41	25,28	22,65
6	7,73	1,81	0,20	32	44,04	28,52	26,87
7	8,15	2,00	0,27	33	48,09	32,23	31,94
8	8,60	2,21	0,35	34	52,64	36,50	38,04
9	9,09	2,44	0,44	35	57,75	41,44	45,41
10	9,60	2,69	0,56	36	63,53	47,16	54,36
11	10,16	2,98	0,69	37	70,07	53,80	65,27
12	10,76	3,29	0,85	38	77,50	61,55	78,61
13	11,41	3,63	1,04	39	85,97	70,61	95,03
14	12,11	4,02	1,26	40	95,66	81,27	115,31
15	12,86	4,45	1,52	41	106,81	93,85	140,51
16	13,68	4,92	1,82	42	119,67	108,75	171,99
17	14,56	5,45	2,18	43	134,58	126,50	211,56
18	15,52	6,04	2,59	44	151,95	147,74	261,60
19	16,56	6,70	3,07	45	172,29	173,29	325,34
20	17,69	7,44	3,64	46	196,22	204,19	407,11
21	18,92	8,26	4,31	47	224,55	241,80	512,84
22	20,27	9,19	5,09	48	258,29	287,85	650,67
23	21,75	10,23	6,00	49	298,72	344,64	831,99
24	23,36	11,40	7,08	50	347,51	415,15	1072,80
25	25,13	12,72	8,34				

Fuente: Factores de capacidad de carga Terzagui

Cuadro N° 06: PARÁMETROS ELÁSTICOS

Parámetros elásticos de varios suelos		
Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, E_s (MN/m²)	Razón de Poisson, u_s
Arena suelta	10,35 - 24,15	0,20 - 0,40
Arena densa media	17,25 - 27,60	0,25 - 0,40
Arena densa	34,50 - 55,20	0,30 - 0,45
Arena limosa	10,35 - 17,25	0,20 - 0,40
Arena y grava	69,00 - 172,50	0,15 - 0,35
Arcilla blanda	4,10 - 20,70	
Arcilla media	20,70 - 41,40	0,20 - 0,50
Arcilla dura	41,40 - 96,60	

Fuente: Braja, Das M. Principio de ingeniería de cimentaciones

Cuadro N° 07: Valores referenciales

Tipo de suelo	Cohesión kg/cm²
Arcilla rígida	0.25
Arcilla semirígida	0.1
Arcilla blanda	0.01
Arcilla Arenosa	0.05
Limo rígido o duro	0.02

Fuente: DIN 1054

ANEXOS PROPUESTA DE SOLUCIÓN

ANEXO N° 01: PLANILLA DE METRADOS

01 MEJORAMIENTO DE SUELO EXPANSIVO

01.01 OBRAS PROVISIONALES

Partida : 1.01.01	ALMACÉN						Unidad:	Glb.
Descripción				Cantidad	Largo	Ancho	Alto	Metrado
Almacén				1.00	-	-	-	1.00
							Metrado Total (glb)	1.00

01.02 TRABAJOS PRELIMINARES

Partida : 1.02.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS						Unidad:	Glb.
Descripción				Cantidad	Largo	Ancho	Alto	Metrado
Movilización y desmovilización de equipos, materiales y herramientas				1.00	-	-	-	1.00
							Metrado Total (glb)	1.00

Partida : 01.02.02	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO						Unidad:	M2.	
Descripción				Cantidad (Und.)	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Area (m2)	Metrado Parcial
Limpieza manual de terreno				1.00	-	-	-	147.00	147.00
							Metrado Total (m2)	147.00	

Partida : 01.02.03	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR						Unidad:	M2.	
Descripción				Cantidad (Und.)	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Area (m2)	Metrado Parcial
Trazo, niveles y replanteo				1.00	-	-	-	147.00	147.00
							Metrado Total (m2)	147.00	

01.03 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Partida : 1.03.01	EXCAVACION C/(MAQ.) NORMAL HASTA 2.10M DE PROF.				Unidad:	M3.	
Descripción		Cantidad (Und.)	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Metrado Parcial
Excavación masiva C/(Maq.) Normal hasta 2.10m de Prof.		1.00	21.00	7.00	2.10	-	308.70
						Metrado Total (m3)	308.70

Partida : 1.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA				Unidad:	M3.	
Descripción		Cantidad (Und.)	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Esponj. (%)	Metrado Parcial
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA		1.00	21.00	7.00	1.50	1.20	264.60
						Metrado Total (m3)	264.60

Partida : 1.03.03	MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL POR CAPAS E=20CM H=0.60M				Unidad:	M3.	
Descripción		Cantidad (Und.)	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Metrado Parcial
MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL POR CAPAS E=20CM H=0.60M		3.00	21.00	7.00	0.20	-	88.20
						Metrado Total (m3)	88.20

ANEXO N° 02: PRESUPUESTO

Presupuesto

Presupuesto 0491081 "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2017"

Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DEL SUELO EXPANSIVO

Cliente UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Costo al 03/11/2017

Lugar ANCASH - SANTA - NEPEÑA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MEJORAMIENTO DE SUELO EXPANSIVO				20,074.24
01.01	OBRAS PROVISIONALES				150.00
01.01.01	ALMACEN	GLB	1.00	150.00	150.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				1,854.27
01.02.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	147.00	1.01	148.47
01.02.03	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	147.00	1.40	205.80
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,069.97
01.03.01	EXCAVACION MASIVA C(MAQ.) NORMAL HASTA 2.10M PROF	m3	308.70	40.73	12,573.35
01.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	264.60	14.74	3,900.20
01.03.03	MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL POR CAPAS E=0.20M H=0.60M ADICION DEL 6% DE CAL	m3	88.20	18.10	1,596.42
	COSTO DIRECTO				20,074.24
	GASTOS GENERALES (8%)				1,605.94
	UTILIDADES (7%)				1,405.20
	SUB TOTAL				23,085.38
	I.G.V. (18%)				4,155.37
	TOTAL PRESUPUESTO				27,240.75

SON : VEINTISIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y 75/100 NUEVOS SOLES

ANEXO N° 03: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0491081	"EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPENA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"						
Subpresupuesto	001	MEJORAMIENTO DEL SUELO EXPANSIVO					Fecha presupuesto	03/11/2017
Partida	01.01.01	ALMACEN						
Rendimiento	GLB/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB			150.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
0296C10004	ALMACEN DE OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA	GLB		1.0000	150.00	150.00	150.00	
Partida	01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS						
Rendimiento	GLB/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB			1,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
0232970006	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	GLB		1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00	
Partida	01.02.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2			1.01	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0640	15.33	0.98	0.98	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.98	0.03	0.03	
Partida	01.02.03	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2			1.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	17.03	0.39		
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0457	15.33	0.70	1.09	
	Materiales							
0229030005	YESO X 20 KG.	BOL		0.0300	6.00	0.18		
0229220001	CORDEL	m		0.0500	0.15	0.01		
0243510062	ESTACA DE MADERA TORNILLO	p2		0.0200	4.50	0.09	0.28	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.09	0.03	0.03	
Partida	01.03.01	EXCAVACION MASIVA C/(MAQ.) NORMAL HASTA 2.10M PROF						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 48.0000	EQ. 48.0000	Costo unitario directo por : m3			40.73	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.1667	20.30	3.38		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1667	17.03	2.84		
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3333	15.33	5.11	11.33	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	11.33	0.23		
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3	hm	1.0000	0.1667	175.00	29.17	29.40	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0491081	"EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPENA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"					
Subpresupuesto	001	MEJORAMIENTO DEL SUELO EXPANSIVO					Fecha presupuesto 03/11/2017
Partida	01.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		14.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
014700023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0457	20.30	0.93	
014701004	PEON	hh	0.5000	0.0114	15.33	0.17	
						1.10	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.10	0.03	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm	3.0000	0.0686	140.00	9.60	
0349040094	CARGADOR FRONTAL S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	1.0000	0.0229	175.00	4.01	
						13.64	
Partida	01.03.03	MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL POR CAPASE=0.20M H=0.60M ADICION DEL 6% DE CAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3		18.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
014700023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0889	20.30	1.80	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	17.03	0.76	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1778	15.33	2.73	
						5.29	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.29	0.26	
0349080093	TRACTOR (S/EQUIPO)	hm	1.0000	0.0444	170.00	7.55	
0349110093	RODILLO LISO VIBRATORIO (S/EQUIPO)	hm	0.7500	0.0333	150.00	5.00	
						12.81	

ANEXO N° 04: RELACIÓN DE INSUMOS

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **0491081** "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA
 Subpresupuesto **001** EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2017"
 Fecha **03/11/2017** MEJORAMIENTO DEL SUELO EXPANSIVO
 Lugar **021806** ANCASH - SANTA - NEPEÑA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Presupuestado S/.	
MANO DE OBRA							
014700023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	71.3935	20.30	1,449.29	1,448.25	
0147010003	OFICIAL	hh	58.7427	17.03	1,000.39	1,001.07	
0147010004	PEON	hh	137.7140	15.33	2,111.16	2,110.19	
					4,560.84	4,559.51	
MATERIALES							
0229030005	YESO X 20 KG.	BOL	4.4100	6.00	26.46	26.46	
0229220001	CORDEL	m	7.3500	0.15	1.10	1.47	
0232970006	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	GLB	1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00	
0243510062	ESTACA DE MADERA TORNILLO	p2	2.9400	4.50	13.23	13.23	
0296C10004	ALMACEN DE OFICINA Y CASETA DE GUARDIANA	GLB	1.0000	150.00	150.00	150.00	
					1,690.79	1,691.16	
EQUIPOS							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			110.69	110.69	
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm	18.1516	140.00	2,541.22	2,540.16	
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3	hm	51.4603	175.00	9,005.55	9,004.78	
0349040094	CARGADOR FRONTAL SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	6.0593	175.00	1,060.38	1,061.05	
0349080093	TRACTOR (S/EQUIPO)	hm	3.9161	170.00	665.74	665.91	
0349110093	RODILLO LISO VIBRATORIO (S/EQUIPO)	hm	2.9371	150.00	440.56	441.00	
					13,824.14	13,823.59	
				Total	S/.	20,075.77	20,074.26
					S/.	20,074.26	

La columna parcial es el producto del precio por la cantidad requerida; y en la última columna se muestra el Monto Real que se está utilizando

ANEXO N° 05: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

01 MEJORAMIENTO DE SUELO EXPANSIVO

01.01 OBRAS PROVISIONALES

01.01.01 ALMACEN

Descripción:

Dentro de las obras provisionales y de carácter transitorio está la construcción de oficina.

Este ambiente estará ubicado en la zona donde se ejecutará la obra y estará ubicado en tal forma que los trayectos a recorrer tanto del personal como de los materiales sean los más cortos posibles para no interferir con el desarrollo normal de la obra; el almacén contará con un área mínima de 20.00 m².

Se optará por el alquiler de espacios existentes (viviendas o comercio) siempre y cuando dichas construcciones estén acondicionadas para tal fin; almacén; o que su acondicionamiento sea lo menos trabajoso posible para el contratista.

Medición:

Se medirá en forma global (Glb.) la construcción provisional ejecutada por el contratista.

Pago:

El pago se hará de acuerdo al método de medición.

01.02 TRABAJOS PRELIMINARES

01.02.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS

Descripción:

Esta partida consiste en el traslado de equipo y materiales, que sean necesarios al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar

los trabajos. El transporte y/o movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

Consideraciones Generales

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, planchas vibratorias, etc; los cuales deben estar en buenas condiciones de operación.

Medición

La Movilización y Desmovilización se medirá en forma global (Glb.) en donde se consideran las distancias de los traslados y el peso de la maquinaria.

Pago

El pago se efectuará de manera global y según el precio unitario. Dicho pago constituirá la compensación total por la mano de obra, equipo, herramientas y cualquier otro insumo que se requiera para ejecutar totalmente el trabajo.

Se considerará hasta el 80 % de la partida cuando se haya transportado todo el equipo y 20% en la etapa de desmovilización final de la obra en el retiro de la maquinaria y equipo.

01.02.02 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

Descripción:

Son trabajos de limpieza, el cual se considera en este rubro la extracción de desmonte, extracción de malezas, raíces, tacones y todo elemento que puede causar una discontinuidad en el replanteo. Así mismo se considera los trabajos de limpieza producto de las demoliciones y/o acomodos de materiales excavados, de igual manera consiste en la limpieza final de los deshechos producidos por los trabajos del proceso constructivo, para ello la

superficie deberá ser limpiada de polvo, suciedad y cualquier material suelto, empleando herramientas en sitios accesibles a ellas y escobas manuales donde aquellas no puedan acceder.

Previamente a la recepción de las obras la entidad deberá ejecutar una buena limpieza general.

Medición:

La unidad de medida será el metro cuadrado (M2) y se obtendrá calculando el área a ejecutar.

Pago:

El pago se hará de acuerdo al método de medición, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la compensación total por la mano de obra, materiales, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para la ejecución de la partida indicada en el presupuesto.

01.02.03 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR

Descripción:

En base a los planos del Proyecto se debe verificar las medidas, y de ser necesario se efectuarán los ajustes precisos a las condiciones reales encontradas en el terreno. Se debe tener el cuidado y resguardo de los puntos físicos (estacas) instalados durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

Medición:

La unidad de medida será el metro cuadrado (M2) y se obtendrá calculando el área a ejecutar.

Pago

El pago se hará de acuerdo al método de medición, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la compensación total por la mano de obra, materiales, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para la ejecución de la partida indicada en el presupuesto.

01.03 MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.03.01 EXCAVACION MASIVA C/(MAQ.) NORMAL HASTA 2.10M PROF

Descripción:

Esta subpartida comprende los trabajos de excavación realizados en el terreno con la finalidad de alcanzar los niveles del proyecto.

Las dimensiones de las excavaciones serán tales, que permitan colocar todo su ancho y largo las estructuras que ahí estén proyectadas, la profundidad de la excavación aparecen indicadas en los planos.

Medición:

La unidad de medida será el metro cúbico (M3) y se obtendrá calculando el área a ejecutar.

Pago

El pago se hará de acuerdo al método de medición, metro cúbico (M3).

01.03.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA

Descripción:

Comprende la eliminación de los materiales sobrantes de las diferentes etapas constructivas complementando los movimientos de tierras descritos en forma específica.

Equipo:

La eliminación se realizará empleando volquetes en las áreas previamente designadas como botaderos.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (M3) y se obtendrá calculando el volumen a eliminar, siendo el volumen del material de corte, demoliciones y/o material sobrante por su factor de esponjamiento.

Pago:

La forma de pago será de acuerdo al método de medición, según el costo unitario del presupuesto.

**01.03.02 MEJORAMIENTO DE TERRENO NATURAL POR CAPAS
E=0.20M H=0.60M ADICION****Descripción:**

Comprende el mejoramiento del material expansivo que se encuentra en la zona que viene a ser 0.60m en 3 capas de 0.20m con la adición del 6% de cal por cada capa, el cual será removido con el material de terreno natural, posteriormente humedecido y compactado.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (M3) y se obtendrá calculando el volumen a mejorar.

Pago:

La forma de pago será de acuerdo al método de medición, según el costo unitario del presupuesto.

ANEXO N° 06: ENSAYOS DE LABORATORIO

Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto											
CBR de Suelos (Laboratorio)											
MTC E 132 - 2000, NTP 339.145, ASTM D 1883											
Nombre Cliente : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE											
Proyecto : EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2017											
Ubicación Proyecto : CENTRO POBLADO NEPEÑA											
Compactación de Especímenes											
Molde N°	13		14		15						
N° Capa	5		5		5						
Golpes por capa N°	56		25		10						
Cond. de la muestra	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada					
Peso molde + Suelo húmedo	11976.4	11976.4	11968	11968	11880	11880					
Peso de molde (gr)	7773		7773		7773						
Peso del suelo húmedo (gr)	4203.4	4203.4	4195	4195	4107	4107					
Volumen del molde (cc)	2123		2123		2123						
Densidad húmeda (gr/cc)	1.980	1.980	1.976	1.976	1.935	1.935					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	437	437	400	400	572	572					
Tarro + Suelo seco (gr.)	420	420	375	375	535	535					
Peso del Agua (gr.)	17	17	25	25	37	37					
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0					
Peso del suelo seco (gr.)	420	420	375	375	535	535					
Humedad (%)	4.0	4.0	6.7	6.7	6.9	6.9					
Densidad seca (gr/cc)	1.903	1.903	1.852	1.852	1.809	1.809					
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/10/17	10:00am	24	0.00712	0.01	0.008						
27/10/17	10:00am	48	0.00524	0.014	0.011						
28/10/17	10:00am	72	0.01024	0.019	0.015						
29/10/17	10:00am	96	0.01524	0.021	0.017						
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 25 golpes/capa			Molde de 10 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	
0.63		59	0.37		55	0.42		45	1.76		
1.27		315	1.42		215	1.34		150	6.99		
1.90		658	2.87		584	3.43		320	15.45		
2.54	70.31	873	6.01		674	6.67		450	21.93		
3.17		1045	10.77		823	10.25		650	31.89		
3.81		1800	16.99		1200	19.80		800	39.36		
5.08	105.46	2500	31.80		1900	29.80		1026	50.61		
7.62		3600	63.02		2600	60.94		1560	77.20		
10.16		4500	87.85		3500	87.76		1890	93.64		
12.70		4800	110.41		4000	110.16		2100	104.10		

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



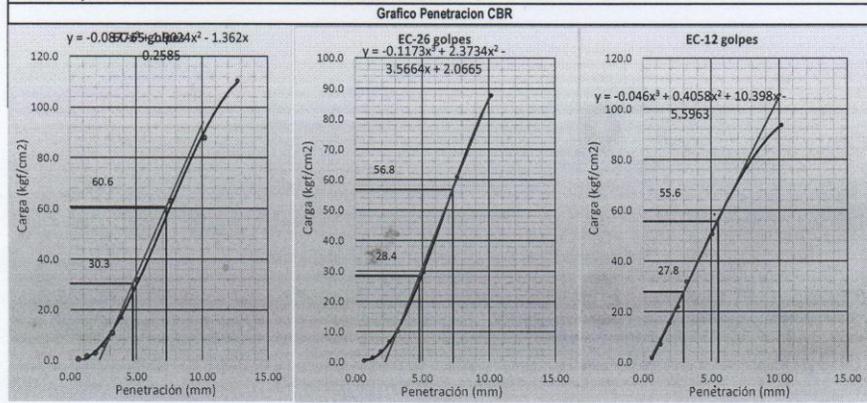
Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO

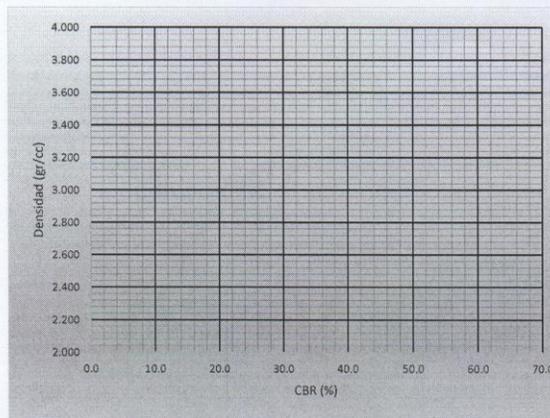


Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto
CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000, NTP 339.145, ASTM D 1883

Nombre Cliente : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE
 Proyecto : EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCION - 2017
 Ubicación Proyecto : CENTRO POBLADO NEPEÑA



Carga(2.54mm)	30.32	Carga(5.08mm)	60.65	Carga(2.54mm)	28.4	Carga(5.08mm)	56.8	Carga(2.54mm)	27.8	Carga(5.08mm)	55.6
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.	
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	1.985
95% de la M.D.S. (gr/cc)	1.886
Densidad Natural (gr/cc)	-
Optimo Humedad (%)	10.00%

N golpes	C.B.R. (1")	C.B.R. (2")	Densidad
56	43.1	57.5	1.903
25	40.4	53.8	1.852
10	39.6	52.8	1.809

RESULTADOS DE C.B.R. (1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	43.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	41.0

RESULTADOS DE C.B.R. (2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	57.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	54.6

% de Expansión	Si Presenta
----------------	-------------

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

[Signature]
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

TESISTA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 1 + 3%

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5914.30	6035.80	6101.40	6039.80	6023.20
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1837.80	1959.30	2024.90	1963.30	1946.70
Volumen del molde	cm ³	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.01	2.15	2.22	2.15	2.13
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	143.50	144.30	143.50	144.50	160.10
Peso del suelo seco + tara	gr	137.90	135.40	130.20	126.60	137.80
Tara	gr	26.40	28.20	28.40	26.40	26.40
Peso de agua	gr	5.60	8.90	13.30	17.90	22.30
Peso del suelo seco	gr	111.50	107.20	101.80	100.20	111.40
Contenido de agua	%	5.02	8.30	13.06	17.86	20.02
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.916	1.981	1.961	1.824	1.776
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.985
<i>Humedad óptima (%)</i>						10.00

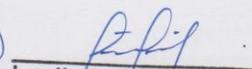
Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil



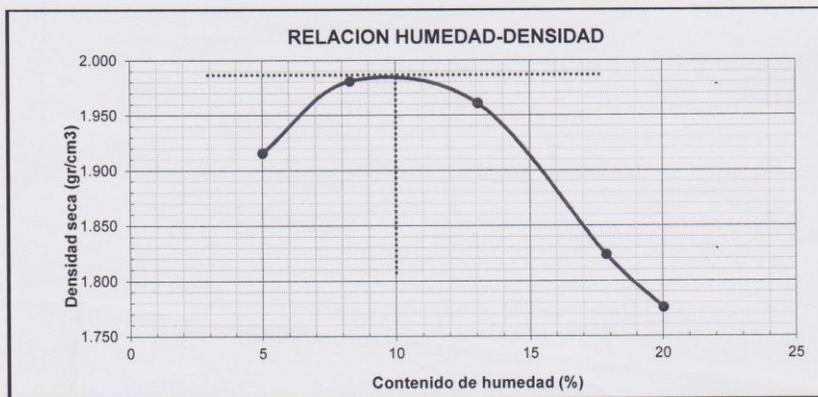
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

- TESIS** : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"
- TESISTA** : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANA E
- ASUNTO** : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
- LUGAR** : CENTRO POBLADO NEPEÑA
- UNIDAD** : MUESTRA C – 1 + 3%

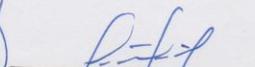


Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

TESISTA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 1 + 6%

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5867.00	5988.40	6100.90	6097.10	6044.90
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1790.50	1911.90	2024.40	2020.60	1968.40
Volumen del molde	cm ³	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	1.96	2.09	2.22	2.21	2.16
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	146.20	151.90	152.50	170.10	152.70
Peso del suelo seco + tara	gr	139.80	142.80	138.20	150.90	131.90
Tara	gr	26.60	27.70	28.00	28.00	27.80
Peso de agua	gr	6.40	9.10	14.30	19.20	20.80
Peso del suelo seco	gr	113.20	115.10	110.20	122.90	104.10
Contenido de agua	%	5.65	7.91	12.98	15.62	19.98
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.855	1.940	1.962	1.913	1.796
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.970
<i>Humedad óptima (%)</i>						12.00

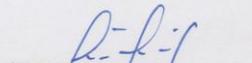
Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil



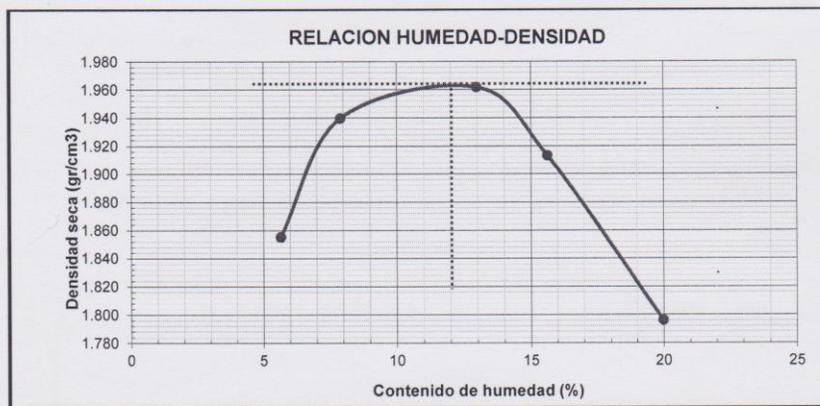
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"
TESISTA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE
ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA
UNIDAD : MUESTRA C – 1 + 6%



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Situa
Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"

TESISTA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA

UNIDAD : MUESTRA C – 1 + 9%

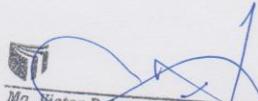
TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5922.10	6014.20	6092.10	6098.90	6084.50
Peso molde	gr	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50	4076.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	1845.60	1937.70	2015.60	2022.40	2008.00
Volumen del molde	cm ³	913.35	913.35	913.35	913.35	913.35
Peso volumétrico húmedo	gr	2.02	2.12	2.21	2.21	2.20
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	157.50	150.90	148.30	175.10	164.50
Peso del suelo seco + tara	gr	149.80	140.70	133.90	153.20	140.60
Tara	gr	26.20	28.00	26.50	21.20	27.80
Peso de agua	gr	7.70	10.20	14.40	21.90	23.90
Peso del suelo seco	gr	123.60	112.70	107.40	132.00	112.80
Contenido de agua	%	6.23	9.05	13.41	16.59	21.19
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.902	1.945	1.946	1.899	1.814
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.952
Humedad óptima (%)						11.30

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Polando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

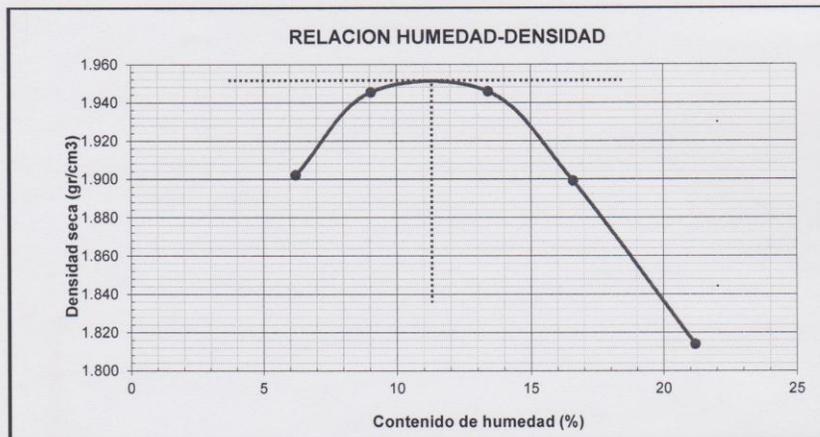

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

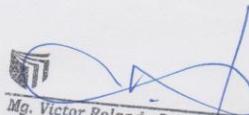
TESIS : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA – PROPUESTA DE SOLUCION - 2017"
TESISTA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE
ASUNTO : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : CENTRO POBLADO NEPEÑA
UNIDAD : MUESTRA C – 1 + 9%



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil


Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto											
CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000, NTP 339.145, ASTM D 1883											
Nombre Cliente	:SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE										
Proyecto	:EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA - PROPUESTA DE SOLUCION - 2017										
Ubicación Proyecto	: CENTRO POBLADO NEPEÑA										
Compactación de Especímenes											
Molde N°	13		14		15						
N° Capa	5		5		5						
Golpes por capa N°	56		25		10						
Cond. de la muestra	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada					
Peso molde + Suelo húmedo	11976.4	11976.4	11968	11968	11880	11880					
Peso de molde (gr)	7773		7773		7773						
Peso del suelo húmedo (gr)	4203.4	4203.4	4195	4195	4107	4107					
Volumen del molde (cc)	2123		2123		2123						
Densidad húmeda (gr/cc)	1.980	1.980	1.976	1.976	1.935	1.935					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	437	437	400	400	572	572					
Tarro + Suelo seco (gr.)	420	420	375	375	535	535					
Peso del Agua (gr.)	17	17	25	25	37	37					
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0					
Peso del suelo seco (gr.)	420	420	375	375	535	535					
Humedad (%)	4.0	4.0	6.7	6.7	6.9	6.9					
Densidad seca (gr/cc)	1.903	1.903	1.852	1.852	1.809	1.809					
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/10/17	10:00am	24	0.00712	0.01	0.008						
27/10/17	10:00am	48	0.00524	0.014	0.011						
28/10/17	10:00am	72	0.01024	0.019	0.015						
29/10/17	10:00am	96	0.01524	0.021	0.017						
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 25 golpes/capa			Molde de 10 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	
0.63		59	0.37		55	0.42		45	1.76		
1.27		315	1.42		215	1.34		150	6.99		
1.90		658	2.87		584	3.43		320	15.45		
2.54	70.31	873	6.01		674	6.67		450	21.93		
3.17		1045	10.77		823	10.25		650	31.89		
3.81		1600	16.99		1200	19.80		800	39.36		
5.08	105.46	2500	31.80		1900	29.80		1026	50.61		
7.62		3600	63.02		2600	60.94		1560	77.20		
10.16		4500	87.85		3500	87.76		1890	93.64		
12.70		4800	110.41		4000	110.16		2100	104.10		

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

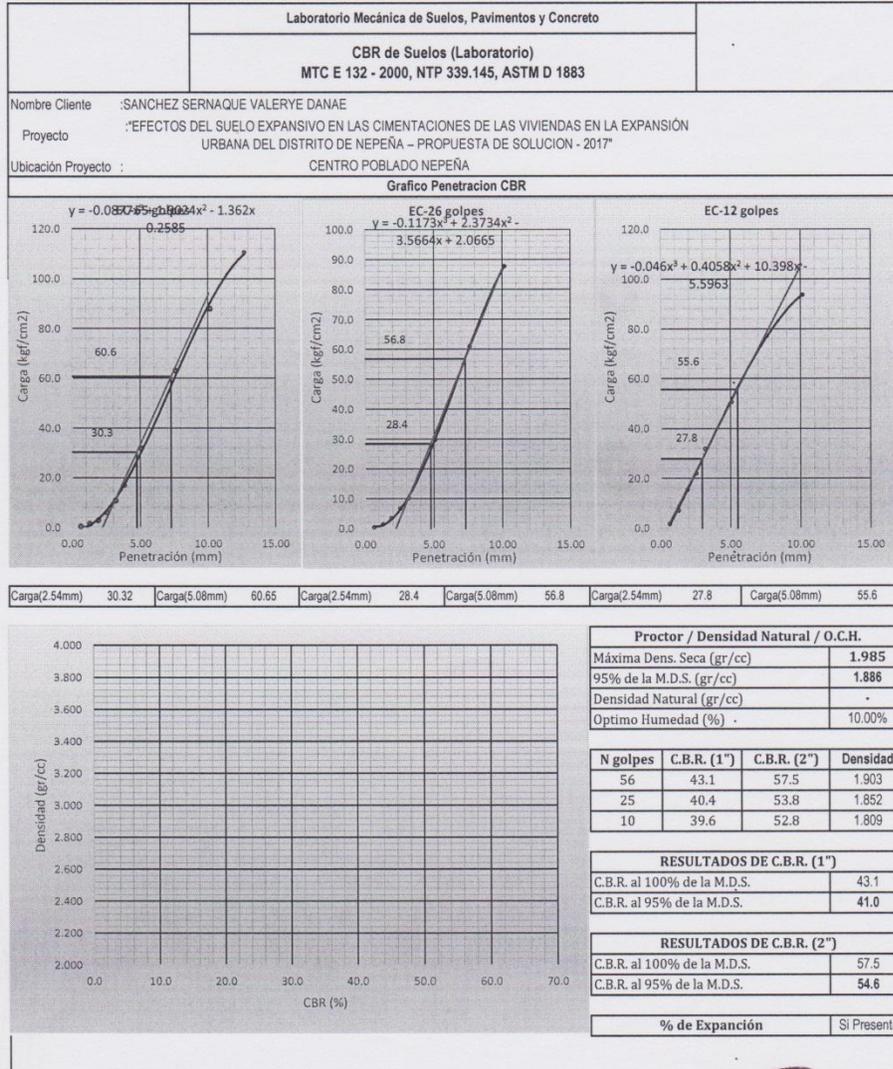


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO





CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA-PROPESTA DE SOLUCIÓN - 2017"
UBICACIÓN : EXPANSIÓN URBANA DE NEPEÑA

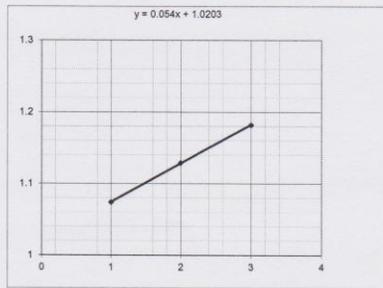
SOLICITA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

MUESTRA : Corte Directo Mesclando con cal 3% C - 4

PERFORACIÓN: 1.50

CAJA DE CORTE N° 62-64-81 LONG. 6 cm
 ANCHO 6 cm ALTURA 4 cm
 AREA 36 cm² VOLUMEN 144 cm³
 Gs 1.6 %W 15 %
 VELOCIDAD 1 mm/min FACTOR DE CALIBRACI 4.559
 Wm 280 gr

T min	D.H cm	Lc	Area Corregida ACHPLc (cm ²)	σ1		σ2		σ3		σ	τ	τ	τ
				L.D (µn)	F.C. Kg	L.D (µn)	F.C. Kg	L.D (µn)	F.C. Kg				
0.50	0.025	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	0.100	5.900	35.400	1.000	4.559	0.129	2.000	9.118	0.258	4.000	18.238	0.515	
1.50	0.150	5.850	35.100	3.000	13.677	0.386	3.500	15.967	0.455	4.500	20.516	0.584	
2.00	0.200	5.800	34.800	4.500	20.516	0.586	4.800	21.883	0.826	5.200	23.707	0.681	
2.50	0.250	5.750	34.500	5.200	23.707	0.687	5.500	25.075	0.727	5.800	26.442	0.788	
3.00	0.300	5.700	34.200	6.000	27.354	0.800	6.400	29.178	0.853	6.200	28.268	0.829	
3.50	0.350	5.650	33.900	6.500	29.634	0.874	6.700	30.545	0.901	6.500	29.634	0.874	
4.00	0.400	5.600	33.600	7.000	31.913	0.950	7.200	32.826	0.977	7.000	31.913	0.950	
4.50	0.450	5.550	33.300	7.200	32.826	0.988	7.500	34.193	1.027	7.200	32.826	0.988	
5.00	0.500	5.500	33.000	7.600	34.193	1.036	7.800	35.560	1.078	7.500	34.193	1.036	
5.50	0.550	5.450	32.700	7.700	35.104	1.074	8.100	36.928	1.129	7.800	35.104	1.107	
6.00	0.600	5.400	32.400	7.200	31.913	0.988	7.500	34.193	1.055	8.400	38.296	1.183	
6.50	0.650	5.350	32.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.200	32.826	1.023	
7.00	0.700	5.300	31.800										
7.50	0.750	5.250	31.500										
8.00	0.800	5.200	31.200										
8.50	0.850	5.150	30.900										
9.00	0.900	5.100	30.600										

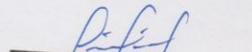


ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL S 22
COHESION APARENTE DEL SUELO (kg/ 0.98

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villagueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO

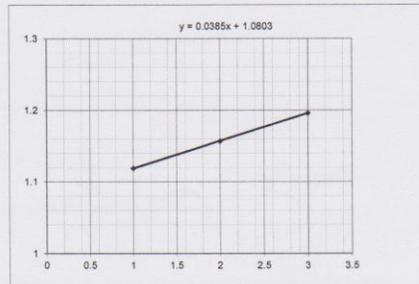


ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO: "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA-PROPESTA DE SOLUCIÓN - 2017"
UBICACIÓN: EXPANSIÓN URBANA DE NEPEÑA
SOLICITA: SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE
MUESTRA: Corte Directo Mesclando con cal al 6% C - 4
PERFORACIÓN: 1.50

CAJA DE CORTE N° 62-84-81 LONG 6 cm
 ANCHO 8 cm ALTURA 4 cm
 AREA 36 cm² VOLUMEN 144 cm³
 Ga 1.67 NW 19 %
 VELOCIDAD 1 mm/min FACTOR DE CALIBRACION 4.559
 Wm 280 gr.

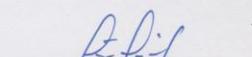
T min	D.H cm	Lg	Area Correpta AC=H*La (cm ²)	σ1		σ2		σ3		σ	τ	k _{g/cm²}
				L.D (µn)	F.C. Kg	L.D (µn)	F.C. Kg	L.D (µn)	F.C. Kg			
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.118
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.197
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.198
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1.00	0.100	5.900	35.400	1.000	4.559	0.129	3.000	13.677	0.388	4.000	18.238	0.515
1.50	0.150	5.850	35.100	3.300	15.045	0.429	4.100	18.692	0.533	5.000	22.736	0.649
2.00	0.200	5.800	34.800	5.000	22.798	0.658	5.000	22.798	0.658	5.700	25.986	0.747
2.50	0.250	5.750	34.500	5.400	24.619	0.714	5.800	26.442	0.789	6.400	28.178	0.846
3.00	0.300	5.700	34.200	6.000	27.354	0.800	6.200	28.296	0.829	6.600	30.089	0.880
3.50	0.350	5.650	33.900	6.800	31.001	0.814	6.500	29.634	0.874	6.800	31.001	0.914
4.00	0.400	5.600	33.600	7.000	31.913	0.950	6.800	31.001	0.923	7.000	31.913	0.950
4.50	0.450	5.590	33.300	7.700	35.104	1.054	7.000	31.913	0.958	7.200	32.825	0.986
5.00	0.500	5.500	33.000	8.100	36.628	1.119	7.200	32.825	0.995	7.400	33.737	1.022
5.50	0.550	5.450	32.700	7.800	34.193	1.048	8.300	37.840	1.157	7.800	35.560	1.087
6.00	0.600	5.400	32.400	0.000	0.000	0.000	7.000	31.913	0.985	8.500	38.752	1.136
6.50	0.650	5.350	32.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.200	32.825	1.023
7.00	0.700	5.300	31.800									
7.50	0.750	5.250	31.500									
8.00	0.800	5.200	31.200									
8.50	0.850	5.150	30.900									
9.00	0.900	5.100	30.600									



ANGULO DE FRICCION INTERNA DEL SUELO 24
 COHESION APARENTE DEL SUELO (kg/m²) 0.02

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela De Ingeniería Civil


Mg. Milton Villanueva Vásquez
 INGENIERO DE LABORATORIO





ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

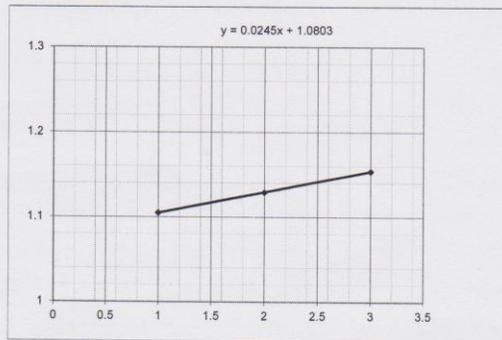
PROYECTO : "EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS EN LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA-PROPESTA DE SOLUCIÓN - 2017"

UBICACIÓN : EXPANSIÓN URBANA DE NEPEÑA
SOLICITA : SANCHEZ SERNAQUE VALERYE DANAE

MUESTRA : Corte Directo Mesclando con cal al 9% C - 4
PERFORACIÓN: 1.50

CAJA DE CORTE N°	62-64-81	LONG	6	cm
ANCHO	6	ALTURA	4	cm
AREA	36	VOLUMEN	144	cm ³
Gs	1.8	%W	15	%
VELOCIDAD	1	FACTOR DE CALIBRACION	4.559	
Wm	280	gr.		

T min	D.H cm	Lc	Area Corregida AC=π*Lc (cm ²)	σ1		σ2		σ3		σ	τ	τ
				LD (un)	F.C. Kg (Kg/cm ²)	LD (un)	F.C. Kg (Kg/cm ²)	LD (un)	F.C. Kg (Kg/cm ²)			
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 1.105 kg/cm ²
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2 1.129 kg/cm ²
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3 1.154 kg/cm ²
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1.00	0.100	5.900	35.400	1.000	4.559	0.129	3.000	13.677	0.386	4.000	18.236	0.515
1.50	0.150	5.850	35.100	3.200	14.589	0.416	4.100	18.692	0.533	4.900	22.339	0.836
2.00	0.200	5.800	34.800	4.900	22.339	0.642	5.000	22.795	0.655	5.600	25.530	0.734
2.50	0.250	5.750	34.500	5.300	24.163	0.700	5.900	25.530	0.740	6.300	28.722	0.833
3.00	0.300	5.700	34.200	6.000	27.354	0.800	6.100	27.810	0.813	6.500	29.634	0.866
3.50	0.350	5.650	33.900	6.600	30.089	0.888	6.600	30.089	0.888	6.700	30.545	0.901
4.00	0.400	5.600	33.600	7.100	32.369	0.963	6.900	31.457	0.936	7.000	31.913	0.950
4.50	0.450	5.550	33.300	7.500	34.193	1.027	7.100	32.369	0.972	7.100	32.369	0.972
5.00	0.500	5.500	33.000	8.000	36.472	1.105	7.500	34.193	1.036	7.300	33.281	1.009
5.50	0.550	5.450	32.700	7.400	33.737	1.032	8.100	36.928	1.129	7.700	35.104	1.074
6.00	0.600	5.400	32.400	0.000	0.000	0.000	7.500	34.193	1.055	8.200	37.384	1.154
6.50	0.650	5.350	32.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.500	34.193	1.065
7.00	0.700	5.300	31.800									
7.50	0.750	5.250	31.500									
8.00	0.800	5.200	31.200									
8.50	0.850	5.150	30.900									
9.00	0.900	5.100	30.600									



ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA DEL SUELO (φ) 23
COHESION APARENTE DEL SUELO (k) 0.02

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Sernaqué Valerye Danae

MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) con adición de cal al 9%

FECHA : Prof. [m]: 1.80

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- ϕ = Angulo de friccion Interna



Si :

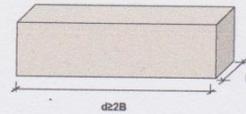
- γ = 1.68 kg/cm³
- ϕ = 23 °
- N_q = 10.2
- N_c = 21.8
- N_γ = 6.0
- C = 0.02
- Fc = 3.00

"DF" PROF. de Cimentacion n.	qad = Capacidad Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE ZAPATA							
		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.41	0.43	0.44	0.45	0.47	0.48	0.49	0.51	
1.0 m.	0.70	0.71	0.73	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	
1.5 m.	0.99	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.07	1.08	

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- ϕ = Angulo de friccion Interna



Si :

- γ = 1.68 kg/cm³
- ϕ = 23 °
- N_q = 10.2
- N_c = 21.8
- N_γ = 6.0
- C = 0.02
- Fc = 3.00

"DF" PROF. de Cimentacion n.	qad = Capacidad Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE CIMENTO							
		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.42	0.44	0.45	0.47	0.49	0.50	0.52	0.54	
1.0 m.	0.71	0.72	0.74	0.76	0.77	0.79	0.81	0.82	
1.5 m.	0.99	1.01	1.03	1.04	1.06	1.08	1.09	1.11	

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingenieria Civil

[Signature]
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO : Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Semaqué Valerye Danae

MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) con adición de cal al 6%

FECHA :

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.

qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²

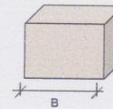
E = Modulo de elasticidad

μ = Modulo de Poisson

B = Ancho de Zapata en m.

lw = factor de Influencia

df = Profundidad



Si:

μ = 0.30

E = 1500 Ton/m²

lw = 112 cm/m

Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.01	
Asentamiento	0.480 cm.	0.552 cm.	0.626 cm.	0.702 cm.	0.781 cm.	0.863 cm.	0.947 cm.	1.034 cm.	

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES (Cimientos Corridos)

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.

qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²

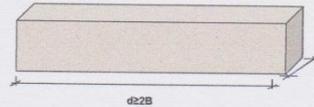
E = Modulo de elasticidad

μ = Modulo de Poisson

B = Ancho de Zapata en m.

lw = factor de Influencia

df = Profundidad



Si:

μ = 0.30

E = 1050 Ton/m²

lw = 112 cm/m

Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	0.89	0.92	0.94	0.96	0.99	1.01	1.03	1.06	
Asentamiento	0.694 cm.	0.801 cm.	0.913 cm.	1.029 cm.	1.149 cm.	1.274 cm.	1.404 cm.	1.538 cm.	

CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permisible **2.50 cm.**

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela De Ingeniería CIVIL

R-R
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TECNICO DE LABORATORIO





CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Sernaqué Valerye Danae

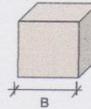
MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) con adición de cal al 6%

FECHA : Prof. [m]: 1.80

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- ϕ = Angulo de friccion Interna



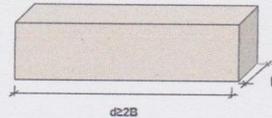
- Si :
- γ = 1.68 kg/cm³
 - ϕ = 25 °
 - N^q = 12.7
 - N^c = 25.1
 - N ^{γ} = 8.3
 - C = 0.02
 - Fc = 3.00

"DF" PROF. de Cimentacion n.	"B" ANCHO DE ZAPATA							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.53	0.55	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66
1.0 m.	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.01
1.5 m.	1.24	1.26	1.28	1.30	1.31	1.33	1.35	1.37

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- ϕ = Angulo de friccion Interna



- Si :
- γ = 1.67 kg/cm³
 - ϕ = 24 °
 - N^q = 12.7
 - N^c = 25.1
 - N ^{γ} = 8.3
 - C = 0.02
 - Fc = 3.00

"DF" PROF. de Cimentacion n.	"B" ANCHO DE CIMIENTO							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.54	0.56	0.59	0.61	0.63	0.66	0.68	0.70
1.0 m.	0.89	0.92	0.94	0.96	0.99	1.01	1.03	1.06
1.5 m.	1.25	1.27	1.29	1.32	1.34	1.36	1.39	1.41

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela De Ingenieria Civil

R=I-I
 Lener Hamilton Villanueva Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO : "Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017"

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Sernaqué Valerye Danae

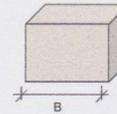
MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) con adición de cal al 3%

FECHA :

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- lw = factor de Influencia
- df = Profundidad



Si :

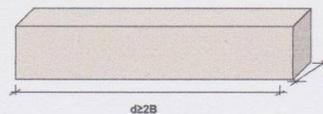
- μ = 0.30
- E = 1500 Ton/m²
- lw = 112 cm/m
- Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	1.10	1.11	1.13	1.15	1.16	1.18	1.19	1.21	
Asentamiento	0.597 cm.	0.681 cm.	0.768 cm.	0.856 cm.	0.947 cm.	1.040 cm.	1.135 cm.	#####	

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES (Cimientos Corridos)

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- lw = factor de Influencia
- df = Profundidad



Si :

- μ = 0.30
- E = 1050 Ton/m²
- lw = 112 cm/m
- Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	1.11	1.13	1.15	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25	
Asentamiento	0.862 cm.	0.987 cm.	1.115 cm.	1.248 cm.	1.384 cm.	1.524 cm.	1.668 cm.	#####	

CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permisible **2.50 cm.**

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

[Firma]
Lener Hamilton Villanueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO : Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña - Propuesta de Solución - 2017

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Sernaqué Valerye Danae

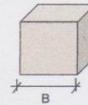
MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) con adición de cal al 3%

FECHA : Prof. [m]: 1.80

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- qc = Capacidad última de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso específico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- ϕ = Angulo de fricción Interna



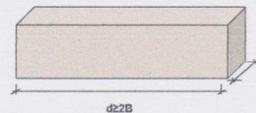
- Si : $\gamma = 1.67 \text{ kg/cm}^3$
- $\phi = 24^\circ$
- Nq = 11.4
- Nc = 23.4
- N γ = 7.1
- C = 0.02
- Fc = 3.00

"DF" PROF. de Cimentacio n.	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Admisible Kg/cm ²	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.46	0.48	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.57	
1.0 m.	0.78	0.80	0.81	0.83	0.84	0.86	0.88	0.89	
1.5 m.	1.10	1.11	1.13	1.15	1.16	1.18	1.19	1.21	

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- qc = Capacidad última de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso específico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- ϕ = Angulo de fricción Interna



- Si : $\gamma = 1.67 \text{ kg/cm}^3$
- $\phi = 24^\circ$
- Nq = 11.4
- Nc = 23.4
- N γ = 7.1
- C = 0.02
- Fc = 3.00

"DF" PROF. de Cimentacio n.	"B" ANCHO DE CIMIENTO								
	Admisible Kg/cm ²	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
0.5 m.	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	
1.0 m.	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	
1.5 m.	1.11	1.13	1.15	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25	

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

[Signature]
Lener Hamilton Villahueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO



CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

PROYECTO : Efectos del suelo expansivo en las cimentaciones de las viviendas en la Expansión Urbana del Distrito de Nepeña – Propuesta de Solución - 2017

UBICACIÓN : Centro Poblado de Nepeña

SOLICITA : Sánchez Sernaqué Valery Danae

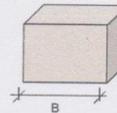
MUESTRA : Capacidad Portante C - 10 (Parcela 4) con adición de cal al 9%

FECHA :

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.
 qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
 E = Modulo de elasticidad
 μ = Modulo de Poisson
 B = Ancho de Zapata en m.
 lw = factor de Influencia
 df = Profundidad



Si:

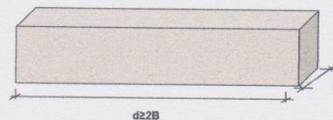
μ = 0.30
 E = 1500 Ton/m²
 lw = 112 cm/m
 Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	0.70	0.71	0.73	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	
Asentamiento	0.380 cm.	0.436 cm.	0.493 cm.	0.553 cm.	0.614 cm.	0.677 cm.	0.742 cm.	0.809 cm.	

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES (Cimientos Corridos)

Donde:

S = Asentamiento Total en cm.
 qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
 E = Modulo de elasticidad
 μ = Modulo de Poisson
 B = Ancho de Zapata en m.
 lw = factor de Influencia
 df = Profundidad



Si:

μ = 0.30
 E = 1500 Ton/m²
 lw = 112 cm/m
 Df = 1.5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	Asentamiento	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	0.71	0.72	0.74	0.76	0.77	0.79	0.81	0.82	
Asentamiento	0.384 cm.	0.443 cm.	0.503 cm.	0.566 cm.	0.631 cm.	0.699 cm.	0.769 cm.	0.841 cm.	

CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permissible **2.50 cm.**

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Victor Rolando Rojas Silva
 Director de la Escuela De Ingeniería Civil

Lener Hamilton Vásquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ANEXO N° 07: PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Eliminar el material existente hasta llegar al terreno expansivo el cual se determinó mediante el estudio de calicatas.

2. Identificar la zona de cimentación de la zapata cuadrada para ser marcada por yeso todo el área a trabajar, se realizará el corte de material con una profundidad de 2.10 m. donde la profundidad de la cimentación será de 1.50m, la altura de 0.50 m. y 0.60 m. de suelo mejorado por cada capa de 0.20 m. a una altura de 0.60 m. según la norma E-0.50, dicho material será mejorado con la adición del 6% de cal.

3. Teniendo libre la zona donde se asentara la cimentación se comenzará a hacer la compactación por medio del rodillo liso vibratorio por capa de 0.20 m. de una altura de 0.60 m para mejorar el suelo expansivo.

4. Una vez que se seca la densidad de campo se va llenando capa por capa, donde se hará hasta el nivel de mejoramiento requerido (0.60m).

5. Después de haber mejorado el suelo expansivo se procederá a colocar la estructura de acero (parrilla) de la zapata cuadrada para luego acoplar la columna con sus respectivos estribos.

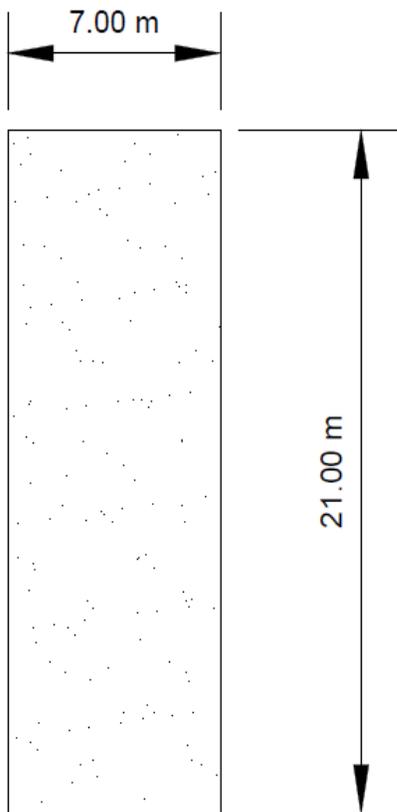
**ANEXO N° 08: VENTAJAS DE ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO
CON CAL**

1. Eficiente para estabilizar y fortalecer suelos,
2. Gana progresivamente resistencia a la compresión con el tiempo.
3. Se crea una barrera resistente al agua.
4. Reduce el índice de plasticidad.
5. Incrementa substancialmente la capacidad de carga (capacidad portante del terreno).
6. Reduce la expansividad del suelo.
7. Mejora la estabilización y compactación del suelo.

ANEXO N° 09: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un mejoramiento del suelo que no tenga un costo elevado como el proceso de excavar y remover el terreno con la adición de cal, el cual nos aseguró el incremento de la capacidad portante del suelo pero que resulta costoso para la ejecución de una vivienda unifamiliar.
2. Se recomienda ampliar el conocimiento sobre expansión de suelos, y adoptar medidas de prevención que beneficien al poblador y que no generen gastos excesivos.
3. Se recomienda el mejoramiento de suelos expansivos con adición de cal para construcciones de gran envergadura, que permitan la estabilización total del suelo y el incremento de la capacidad portante de éste.

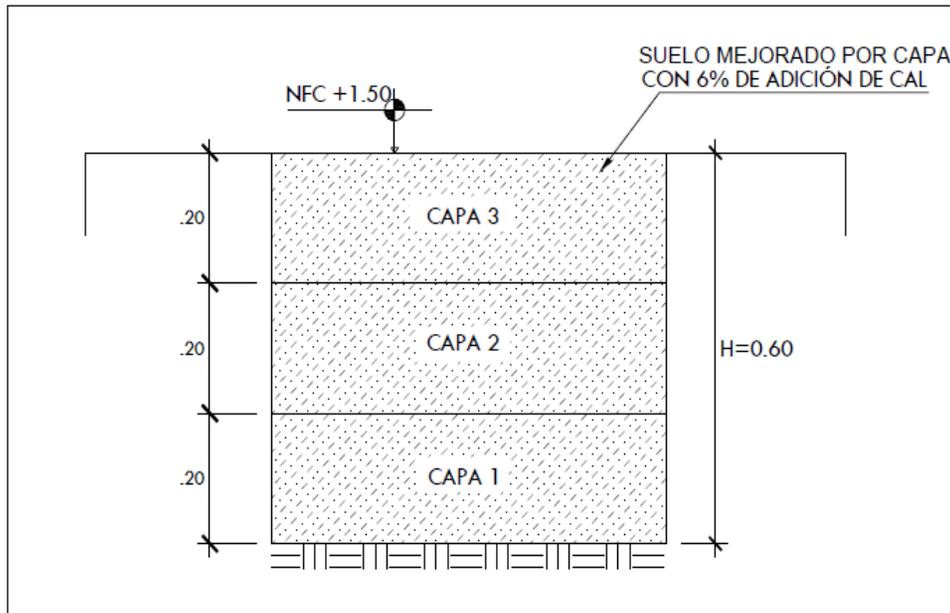
ANEXO N° 10: PLANOS



ÁREA A MEJORAR: 147 M2

PLANTA GENERAL DEL TERRENO

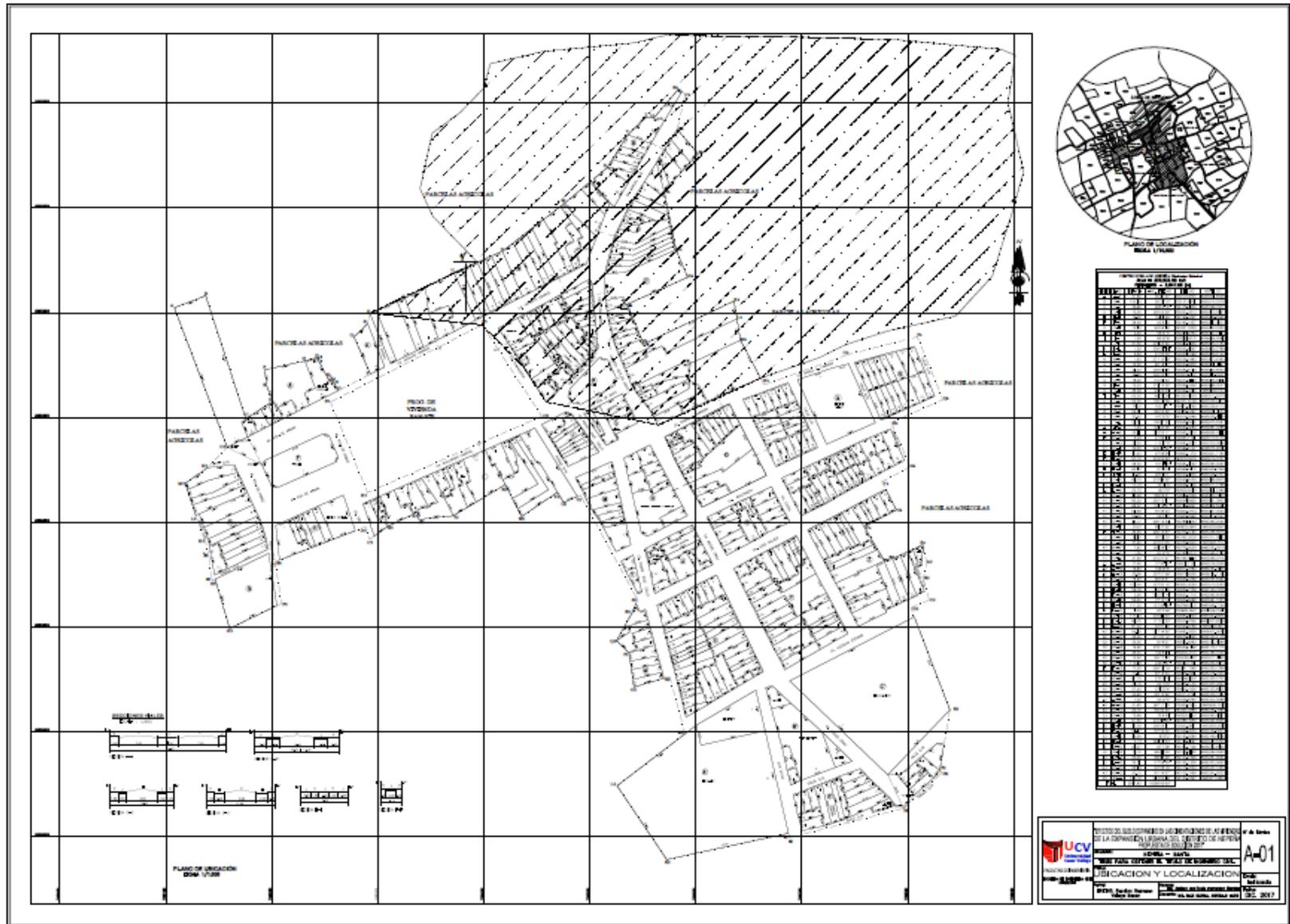
ESCALA 1/200

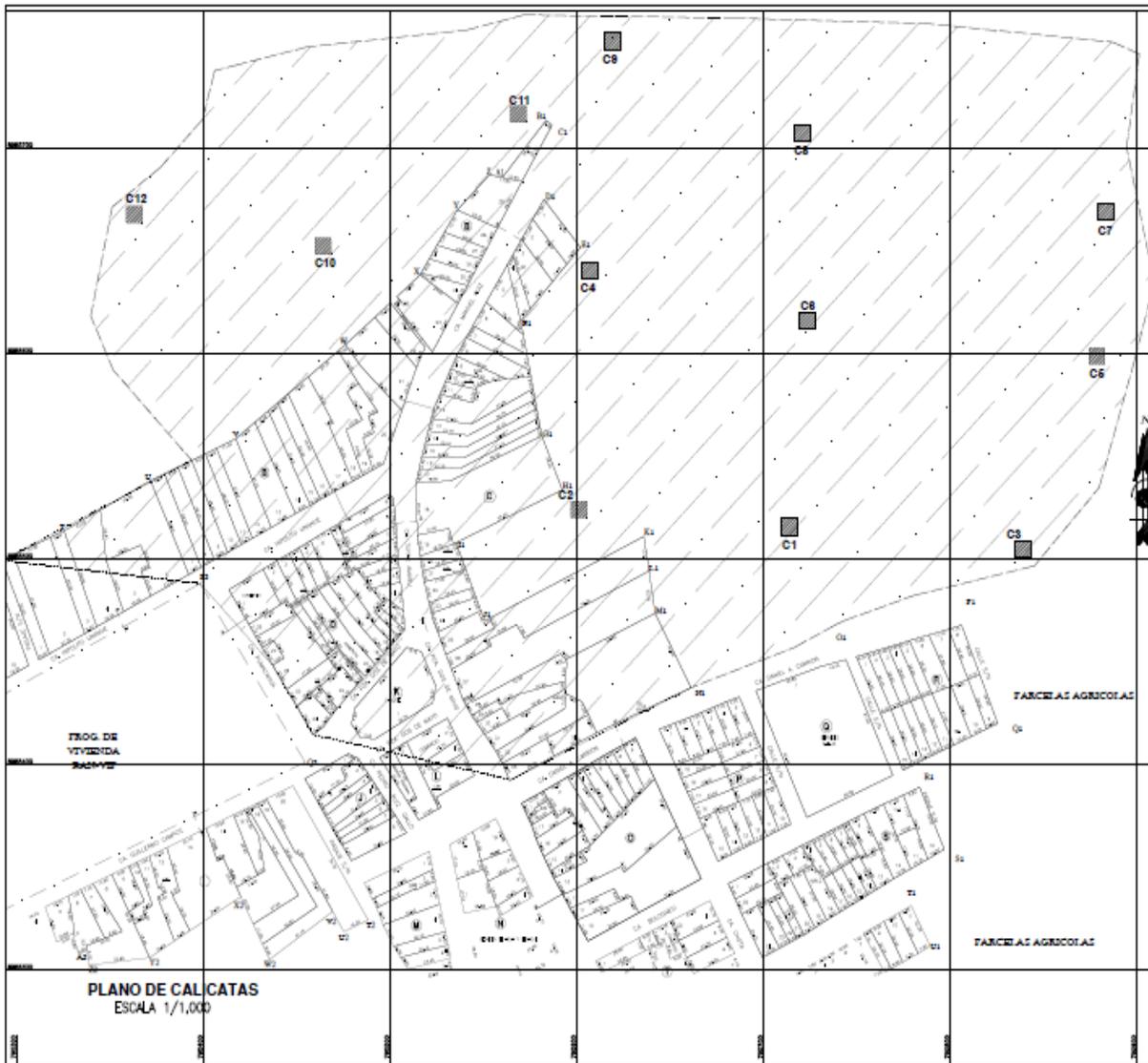


DETALLE DE MEJORAMIENTO DE SUELO

ESCALA 1/10

 FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL CHIMBOTE	"EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS DE LA EXPANSIÓN URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2017"		N° de Lámina
	Ubicación: NEPEÑA - SANTA		P-01
	TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		
	Plano: PROPUESTA DE SOLUCIÓN		Escala: Indicada
Autor: EST.ING. Sanchez Sernaque Valerye Danae		Asesor: MG. Jerisse del Rocio Fernandez Mantilla Docente: MG. DIAZ GARCIA, GONZALO HUGO	Fecha: DIC. 2017





LEYENDA

■ Calcatas

 UCV Universidad Cesar Vallejo	EFECTOS DEL SUELO EXPANSIVO EN LAS ORIENTACIONES DE LAS VIVIENDAS DE LA EXPANSION URBANA DEL DISTRITO DE NEPEÑA PROPUESTA DE SOLUCION 2017	N° de Libro
	NEPEÑA - SANTA TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	C-01
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	CALCATAS	Estado: Indefinido
Autor: DICTAD: Ivanhoe Saenz Vallejo Doras	Asesor: DR. Juan de Dios Paragacho Huamani Director: ING. DAISY GARCIA, INGENIERA MECANICA	Fecha: DIC. 2017