



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACIÓN CON AFIRMADO Y
ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VÍCTOR RAÚL HAYA DE
LA TORRE 220 - CHIMBOTE.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTORES:

YAYA CHUMPITAZ, Elías Richar
OSORIO ARELLANO, Giovany Alejandro

ASESOR:

MGTR. SOLAR JARA, Miguel Ángel

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

CHIMBOTE – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) YAYA CHUMPITAZ, ELIAS RICHA cuyo título es: MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220, CHIMBOTE , 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ...11.....(número)DNCE.....(letras).

Chimbote, 15 de diciembre del 2018



.....
Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO
PRESIDENTE



.....
Mgtr. SOLAR JARA MIGUEL ANGEL
SECRETARIO



.....
Mgtr. SEGURA TEBRONES LUIS ALBERTO
VOCAL

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) OSORIO ARELLANO, GIOVANY ALEJANDRO cuyo título es: MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220, CHIMBOTE , 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de:12.....(número)DOCE.....(letras).

Chimbote, 15 de diciembre del 2018



.....
Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO
PRESIDENTE



.....
Mgtr. SOLAR JARA MIGUEL ANGEL
SECRETARIO



.....
Mgtr. SEGURA TERRONES LUIS ALBERTO
VOCAL

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

Dedicatoria

A Dios, por permitirnos culminar nuestros estudios guiándonos en cada momento para seguir por el camino correcto y así alcanzar nuestros objetivos.

A nuestros amigos, que nos aconsejaron y estuvieron a nuestro lado dándonos fuerzas y alegrías para seguir adelante y no darnos por vencidos

A nuestros padres, quienes se esfuerzan día a día para brindarnos su apoyo moral y económico.

Agradecimiento

A Dios, por su infinita misericordia que siempre me da fuerzas y salud para poder seguir adelante y cumplir todos mis objetivos.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por compartir sus enseñanzas durante nuestra vida universitaria

A la universidad César Vallejo, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

A mi esposa y mis hijos, por su comprensión por su paciencia durante estos años perdidos brindado su cariño y amor para poder cumplir las metas trazadas a mis padres y hermanos y mis cuñados que siempre me apoyaron con sus consejos.

Declaración de autenticidad

Nosotros, Elías Richar Yaya Chumpitaz con DNI N 32962198 y Giovany Alejandro, Osorio Arellano, con DNI N 32961490, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente 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 información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, diciembre del 2018



Giovany Alejandro Osorio Arellano
DNI: 32961490



Elías Richar Yaya Chumpitaz
DNI: 32962198

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada MEJORAMIENTO DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACIÓN CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VÍCTOR RAÛL HAYA DE LA TORRE 220 – CHIMBOTE la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

Elías Richar Yaya Chumpitaz y Giovany Alejandro Osorio Arellano

INDICE

| | |
|---|-----------|
| Dedicatoria | iv |
| Agradecimiento | v |
| Declaración de autenticidad | vi |
| PRESENTACIÓN | vii |
| INDICE | viii |
| INDICE DE TABLAS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xi |
| I. INTRODUCCIÓN: | 12 |
| 1.1. Realidad Problemática..... | 12 |
| 1.2. Trabajos Previos:..... | 13 |
| 1.3. Teorías Relacionadas Al Tema..... | 15 |
| 1.4. Formulación del problema | 40 |
| 1.5. Justificación..... | 40 |
| 1.6. Hipótesis: | 40 |
| 1.7. Objetivos:..... | 40 |
| II. MÉTODO | 42 |
| 2.1. Diseño de investigación: | 42 |
| 2.2. Variables Operacionales..... | 43 |
| 2.3. Variables de Operacionalización:..... | 45 |
| 2.4. Población y Muestra: | 46 |
| 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. | 46 |
| III. RESULTADOS..... | 53 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 75 |
| V. CONCLUSIÓN..... | 77 |
| VI. RECOMENDACIONES:..... | 78 |
| REFERENCIAS..... | 80 |
| Anexo 1. Matriz De Consistencia | 82 |
| Anexo 2. Plano De Ubicación..... | 83 |
| Anexo 3. Norma E.050..... | 84 |
| Anexo 4. Programa Presupuestal N° 068: Reducción De La Vulnerabilidad Y Atención De Emergencias Para Desastres | 139 |
| Anexo 5. Panel Fotográfico | 165 |
| Anexo 6. Estudio de Suelo..... | 202 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Clasificación por tamaño de las partículas..... | 20 |
| Tabla 2 Sistema Unificado De Clasificación De Suelos De Casagrande. | 21 |
| Tabla 3 Características mecánicas del suelo a diferentes contenidos de aceite residual..... | 39 |
| Tabla 4 Variable independiente..... | 43 |
| Tabla 5 Variable dependiente..... | 44 |
| Tabla 6 Análisis Granulométrico Calicata Uno | 53 |
| Tabla 7 Análisis granulométrico calicata dos..... | 55 |
| Tabla 8 Contenido de humedad calicata uno | 57 |
| Tabla 9 Contenido de humedad calicata dos. | 58 |
| Tabla 10 Límites de atterberg calicata uno..... | 59 |
| Tabla 11 Límites De Atterberg Calicata Dos | 60 |
| Tabla 12 Contenido de sales calicata uno | 61 |
| Tabla 13 Contenido de sales calicata dos | 62 |
| Tabla 14 Próctor modificado y porcentajes de humedad | 63 |
| Tabla 15 Próctor modificado y porcentajes de humedad | 65 |
| Tabla 16 Próctor modificado y porcentajes de humedad | 67 |
| Tabla 17 Próctor modificado y porcentajes de humedad | 69 |
| Tabla 18 Análisis granulométrico afirmado..... | 73 |
| Tabla 19 Angulo de fricción y cohesión | 74 |

RESUMEN

Esta tesis tiene como título Mejoramiento del suelo con fines de cimentación con afirmado y aceite reciclado de motores en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 – Chimbote 2018, donde las teorías relacionadas al tema nos relatan del origen de los suelos, clasificación de suelos y como se logra el mejoramiento. El casco urbano de la ciudad de Chimbote se encuentra en la zona costera de esta misma, teniendo un índice de nivel freático elevado y expuestas a ataques químicos por las sales, ya que las viviendas están asentadas en una zona de material de relleno no calificado, el nivel freático se encuentra a poca altura por estar muy cerca al mar, entonces la cavidad del suelo hace que el agua filtre hacia la superficie, como consecuencia genera un asentamiento de su cimiento. Por ello la mayoría de las edificaciones de viviendas han experimentado algún tipo de asentamiento diferencial y mostrando algún tipo de deterioro. La población para esta investigación ha sido el mejoramiento de suelo de la avenida Víctor Raúl Hay de la Torre 220, teniendo un área total de 100 m.²

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la influencia en el resultado del mejoramiento del suelo con fines de cimentación en la mezcla de afirmado y aceite reciclado de motores, en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 –Chimbote. El método de elaboración consistió en realizar el reconocimiento del terreno para perforar las calicatas y realizar ensayos de D.P.L y obtener datos de su capacidad portante y muestras que después se llevaron al laboratorio para ser analizadas y luego ser procesadas en los hojas de cálculos de Excel, para ello se realizó los ensayos de granulometría (ASTM D422), contenido de humedad (ASTM D2216), límite de Atterberg (ASTM D4318), Próctor modificado (ASTM D1557) y corte directo (ASTM D3080). Concluyendo que si es posible el mejoramiento de los suelos con afirmado y aceite reciclado de motores mediante los ensayos realizados en campo y gabinete.

Palabras clave: Afirmado con aceite reciclado de motores, Mejoramiento de suelo, Cimentaciones superficiales.

ABSTRACT

This thesis is entitled Improvement of the collapsible soil for foundation purposes by mixing material affirmed and recycled engine oil in the Victor Raul Haya de la Torre 220 – Chimbote city 2018 , where the theories related to the subject speak to the origin of the soils, classification of soils and how soil improvement is achieved , The urban helmet of the city exposed to chemical attack by salts, since the houses are settled in an area of unqualified soil has a high water table index, the water table is at a not very deep height, so the soil cavities make it The water filter, as a result would generate a settlement of its foundation. That is why most of the buildings are that over time have settled, showing deterioration. The population and sample is my population for this research will be the collapsible soil existing oil in the Victor Raul Haya de la Torre 220 – Chimbote city, having a total area of 100 m².

The present research aims to determine the possibility of improvement of the collapsible soil for foundation purposes by mixing material affirmed and recycled engine oil in the Victor Raul Haya de la Torre 220 – Chimbote city. The method of elaboration consisted in performing the reconnaissance of the ground to drill the pits and obtain the samples and D.P.L tests and obtain data of its soil carrying capacity that later were taken to the laboratory to be analyzed and then to be processed in the spreadsheets of Excel, for that reason the tests of granulometry (ASTM D422), moisture content (ASTM D2216), atterberg limit (ASTM D4318), modified proctor (ASTM D1557) and direct cut (ASTM D3080). Concluding that if possible the improvement of the soil by mixing material affirmed and recycled engine oil in by the tests realized in cabinet.

• **Keywords:** *Material affirmed with recycled engine oil, Soil improvement, Surface foundations.*

I. INTRODUCCIÓN:

La siguiente investigación se denomina, “Mejoramiento de suelo con fines de cimentación con afirmado y aceite reciclado de motores en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 – Chimbote”, la cual busca plantear el mejoramiento de suelos de baja resistencia, para ser usados con fines de cimentación.

El método empleado para el desarrollo de esta investigación se efectuó con una caracterización mecánica del material granular y del aceite reciclado a utilizar, posteriormente mediante la ejecución de ensayos de Próctor modificado se calculó la humedad óptima del material granular, el cual nos servirá para combinar los porcentajes de aceite reciclado de motores más un porcentaje de agua. Finalmente, con las humedades óptimas se procedió a realizar los ensayos de D.P.L. y compresiones simples y determinar la viabilidad del uso de aceite reciclado en el terreno de estudio, verificando la mejora de sus propiedades mecánicas.

1.1. Realidad Problemática.

Sin duda alguna en la ciudad de Chimbote donde nos encontramos hay diversas zonificaciones donde las obras de construcción están en riesgos en suelos de baja resistencia, las edificaciones suelen tener un aire cálido que al elevarse producen las nubes lluvias no siendo nada bueno para ciertas construcciones, hay diversas formas de transformarlo y mejorarlo al estabilizar un terreno, que no reúne las condiciones según los niveles a construir y a las cargas que debe soportar, pero muchas de las veces obviamos y pasamos por alto y no mejoramos el suelo que es inestables.

Para Tavera, (2014), Entre los estudios revisamos que a nivel local, en nuestra ciudad de Chimbote donde estamos ubicados a la costa de orillas del mar es donde se produce una gran cantidad de humedad ocasionando y debilitando las estructuras mediante el salitre.

Se tiene que realizar un estudio en laboratorios de suelo para así poder determinar que las estructuras que se construirá puedan resistir las cargas que desarrollara según las estructuras ya que solo está permitido en centro de Chimbote una edificación no debe sobrepasar los 3 pisos.

El casco urbano de Chimbote presenta diversas zonas donde el nivel freático es elevado y las construcciones en algunas zonas de material de relleno, y donde la capa freática se allá en un nivel no muy profundo donde la cavidad del terreno hace que el agua fluya a la superficie, esto genera un asentamiento diferencial de sus cimientos.

Sin embargo el propósito de este proyecto es mejorar la resistencia portante del suelo a estudiar mezclando afirmado con aceite reciclado de motores, el proceso para su desarrollo del proyecto se efectuará representando los rasgos físicos mecánicos de los materiales granulares y de los aceites reciclado de motores, se realizara muchas pruebas como los de ensayos Próctor modificado, ensayos penetración ligera D.P.L correlacionados con el ensayo de S.P.T , para verificar su factor de resistencia a la licuación del terreno (FRL), ensayos de corte directo, análisis químicos tanto del terreno en estudio como del aceite reciclado , determinará la viabilidad del uso de aceite reciclado de motores en el suelo a mejorar

1.2. Trabajos Previos:

Para Martínez (2010), En la tesis “Guía para el mejoramiento de la capacidad de carga en terreno de consistencia blanda o media” cuyo principal objetivo como investigación fue poder determinar, así como evaluar cada propiedad física y mecánica de modificación de la corteza zona norteña propio de la ciudad de Xalapata, su metodología se basó en un arcilloso suelo, conforme a su clasificación de suelos gracias a la norma internacional SUCS que nombra. Además, fue de 10.3%, que se empleó cemento en porcentajes diferentes y adiciones de cal gracias a la combinación con el concreto (cemento), se puede obtener una mezcla resistente a diferencia de un terreno que no ha sido estabilizado. Las adiciones en cantidades de pocas proporciones brindarán que nos arroje un 2% al 3% podría generar modificaciones en torno a las propiedades del suelo, pero puede originarse cambios en el suelo radicalmente en cuanto a sus propiedades, este mezclado tiene por característica ser física – química, pero en su apariencia es física (forma, textura, etc.). La diferencia no resulta notable en su composición de tipo química, ello se debe a las internas resistencias al encontrarse componentes como los de la arcilla, del cemento y

con el agua, los resultados que se obtienen a partir de las pruebas que se ejecutan según el porcentaje en diferentes, cifras porcentuales.

Se concluye que los resultados a partir de la mezcla del suelo y cemento respecto a lo determinado en el límite líquido, la totalidad de valores en los porcentajes diferentes están arriba de un 30% específicamente, se concluyó que como labor del cemento no hay mejora en el tipo de suelo hallado.

Para Arteaga (2015). En su tesis “Uso Del Aceite Reciclado De Motores Diésel Para Mejorar El Afirmado Usado En La Construcción De Pavimentos De Nuevo Chimbote, Provincia Del Santa, Región De Ancash”. Cuyo principal objetivo de investigación se constituyó en la determinación de la capacidad en el aceite quemado producido por máquinas que estabilizan y/o mejoran las bases, así como las sub bases granulares.

La metodología que se empleó para desarrollar la investigación contó con una mecánica característica del afirmado, así como del aceite reciclado por utilizarse, luego de los resultados de Próctor modificado se obtuvo cálculos de óptima cantidad de agua del material afirmado, también de la óptima humedad, aunque de la mezcla de agua y aceite en porcentajes diferidos.

Se concluyó que los resultados de Próctor modificado, C.B.R. según las muestras de laboratorio, fue viable el empleo de aceite reciclado en la mejora de la resistencia, máxima densidad y disminución de la plasticidad propia del material con bases granulares, conforme a las indicaciones de la norma CE.010 de Pavimentos Urbanos.

Entre los estudios, revisamos la tesis titulada “Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017” Caceda (2017), cuyo principal objetivo de estudio fue poder determinar el mejoramiento del suelo de un posible colapso considerando el lugar de la compactación y su diseño de las mezclas con cemento disuelto en agua en el AA.HH. Magdalena Nueva.

El trabajo realizado fue con el reconocimiento de toda el área para las perforaciones (calicatas) y poder tener las muestras llevadas al laboratorio para

su análisis, posteriormente su procesamiento digital con cálculos del programa estadístico Excel, se realizó por ello ensayos de granulometría (ASTM D422), así como los demás ensayos que exige la norma como: corte directo y Próctor modificado.

Se concluyó como muy posible la mejora de suelos colapsables con la adición del cemento diluido en agua gracias a ensayos que se realizan en gabinetes, con a adición del cemento diluido en agua (10%) con agua de 0.7 como contenido.

1.3. Teorías Relacionadas Al Tema

1.3.1 Los Suelos Y Las Rocas:

La mayor parte de los suelos están conformada por roca meteorizada. Los geólogos suelen emplear como término la “meteorización” de rocas para poder sustentar la totalidad de extremos procesos a través de las cuales las rocas experimentan descomposiciones químicas y desintegraciones físicas, procesos mediante los cuales las masas de roca se parten en pequeños fragmentos. Dicha continua fragmentación son cambios físicos y por ello suelen llamarse meteorización mecánica.

Además, la meteorización química es todo un conjunto desarrollado mediante un proceso y esto lo pone como medio al agua como un agente gaseoso para poder convertir a la roca en un material como es el mineral. Mediante su descomposición, las persistentes sustancias pasan a transformarse en minerales con diferentes propiedades físicas y de composición.

Cabe indicarse que la descomposición es completada por la desintegración física, pues los minerales, así como partículas rocosas según el volumen que se han producido por la mecánica meteorización.

La meteorización en sentido mecánico, es un proceso en el que las rocas adquieren fracturas dando lugar a piezas de tamaño menor sometidas al accionar de condiciones físicas, entre estas: la fuerza de los ríos, las olas oceánicas, del viento, por el accionar del hielo glacial, agréguese por contracciones y expansiones a causa de las ganancias y pérdidas de calor.

El suelo de tipo residual: se forman por su intemperización química a partir de las rocas, nunca han sido físicamente perturbados, mantienen en sus

geológicas pequeñas características por su origen como material rocoso (las transiciones de roca a suelo en campo suelen ser graduales)

Los suelos denominados sedimentarios: se transportan y depositan por efecto o acción de mares, ríos, vientos y glaciares. Generalmente, los mecanismos de sedimentación regulan su granulometría (específicamente el tamaño de sus partículas), la estratigrafía, sus variaciones, así como uniformidad de cada capa edafológica.

Los nombres generalmente utilizados son:

Gravas. Son un conjunto de materiales que proceden de las erosiones meteorológicas, suelen ser de contornos redondeados debido a que son transportados por las aguas, sus partículas varían desde tres pulgadas hasta dos milímetros. (Crespo, 1999, p. 21).

Arenas. Son materiales que se encuentran a orillas del mar ya que es en límites de la zona costera donde podemos hallar este tipo de material no siendo muchas de las veces apto para el sector de construcción ya que primero se tiene que hacer estudios y que pase ciertos requisitos según el laboratorio.

Limos. Hay variedad de tipo de suelo, pero los suelos limosos son aquellos que se caracterizan por tener una textura compuesta por grava y arcilla y de arena.

Sin embargo, tenemos que difundir que es un terreno muy apreciable para la agricultura en otras palabras son terrenos fértiles. Según los estudios nos indican que se debe de contar con un 80% como un suelo limo. Teniendo como una característica de ser frágil y suave esto lo permite transportarse a través del viento (aire).

Arcillas. Se les llama arcillas a las propiedades mecánicas que cuenta ciertos materiales que según sus diámetros menores (0.005). En general es un material plastificado que al momento de tener una humedad es bastante flexible, pero es un material que es usado para cargas en su superficie y son comprimibles, hay que ser mención que se utiliza en construcción como un material de alta resistencia.

Suelos Cohesivos y Suelos No Cohesivos.

La descripción que representa es diferente a las diversas figuras del terreno de la naturaleza. Con esa característica especial se identifican como un material de unión (cohesivos) y a la vez como un material que no es apropiado (no cohesivos).

- Los suelos que son de uniones (cohesivos) tienen una característica de que el material es pagable.
- Los suelos no apropiados (no cohesivos) son aquellos que son en forma de pequeños trozos provenientes de la piedra (roca).

La Clasificación De Los Suelos.

Desde nuestra ingeniería nuestra superficie se desarrolló novedosos métodos para clasificarlos, por cada método se cuenta prácticamente con su propio campo de aplicaciones propias a su uso y necesidad que los fundamente. Los sistemas principales más utilizados para clasificar los suelos actualmente son:

“American Association of State Highway and Transportation officials (AASHTO)”, así como el “Unified Soil Classification System”, también denominado, “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)” Matus et al, (2011), señala que es una clasificación de suelos conforme al propósito en la construcción de carreteras. (p. 1)

Para (Matus et al, (2011), detalla que en la clasificación de:

Suelos Clasificados AASHTO

Según En referencia a dicho sistema además de su atención en su comportamiento, se clasifican los suelos en 08 grupos y se designan mediante símbolos desde el A -1 hasta el A – 8, dichos sistemas para clasificar nuestra superficie terrestre inorgánicos se subdividen en 07 grupos estos van desde el A -1 hasta el A -7, los que a su vez se subdividen hasta en un total de 12 subgrupos. En el caso del terreno con proporción mayor a la materia orgánica han sido clasificados como A - 8. (p. 1)

Los Suelos Granulares: Conocidos por contar con 35% aproximadamente del fino material que considera el tamiz (número 200). Dichos suelos conforman las agrupaciones A -1, la A - 2 así como la A - 3.

El Grupo A – 1: Se trata de un material que básicamente comprende mezclas debidamente graduadas y se componen de roca procedentes de rocas.

Arena, Gravas Y Material Ligante De Poco Plástico. Suele incluir el presente conjunto las mezclas graduadas que carecen de material ligante. El **Subgrupo A - 1:** Implica que los materiales predominantemente son formados por grava o piedra, con material ligante o sin este, se trata de materiales muy bien graduados.

El Subgrupo A - 1b. Comprende la inclusión de los materiales predominantemente formados por partículas (arena).

El Grupo A – 2: Implica una variedad grande de materiales granulares cuyo contenido es menor al 35% en cuanto a material fino.

En el Subgrupo A – 2 - 4 y A – 2 - 5: Corresponden pertenecerles a aquellos que están por debajo de la caracterización en dichos materiales caracterizados por un contenido cuyo fino material resulta menor o igual al 35%, siendo además propios por cuya fracción sometida al cedazo (tamiz) N° 40, para ver si posee iguales los del terreno A - 4 y A - 5 correspondientemente.

En cuanto al Subgrupo A – 2 - 6 y A – 2 – 7: se distinguen aquellos que siendo muy similares a los ya mencionados, pero su fricción sometida al cedazo N° 40.

El Grupo A–3: Se encuentran incluidas la arena fina de balnearios playeros y también aquellas con escasa cantidad de limo sin plasticidad alguna. Aquí además se incluye, la arena de río que contiene arena gruesa y escasa grava. Respecto a los suelos finos, se distinguen por cuyos contenidos se supera el 35% en el cedazo N° 200. Teniendo en cuenta los grupos.

El Grupo A – 4: Agrupación de terrenos al que pertenecen los suelos limosos con poco o sin plásticos y contienen material fino en un 75% o inclusive más, el mismo que pasa por el cedazo N° 200. Se incluye además en esta

agrupación mezcla de los limos con arena y grava con un límite de hasta un 64%.

El Grupo A – 5: Se trata de suelos semejantes al anterior, pero que contiene en particular material diatomáceo o micáceo. Se distinguen por ser elásticos con un porcentaje elevado.

El Grupo A – 6: Contiene como típico a los materiales arcillosos con plasticidad. Por lo general, si el menor 75% de tales terrenos han de ingresar por el cedazo por el N° 200., aunque suele incluirse además las mezclas arenosas - arcillosas cuya cifra porcentual de grava y arena resulte inferior al 64%. Se trata de materiales que generalmente presentan cambios grandes en su volumen y oscilan entre el estado seco y estado húmedo.

El Grupo A –

En el Subgrupos A – 7 – 6, se ha comprendido los suelos que ostentan índices de plasticidad elevados en comparación a sus límites líquidos, pero además suelen experimentar cambios de grandes extremadamente en su volumen.

En la corteza terrestre hay diversos grupos de suelos cuyo comportamiento es similar, se les halla agrupados, además suelen estar representados por un índice determinado. Se clasifica un suelo en un grupo determinado su valor de plasticidad, así como por su conjunto fino al pasarse el tamiz (número 200). Cada porcentaje de grupo respecto a los tipos de terrenos granulares se comprenden mayormente entre cero y cuatro; los que corresponden a los limosos suelos son entre ocho y doce, los suelos con arcilla entre once y veinte o más.

Clasificación por tamaño de las partículas.

Para Crespo (1999), determino lo siguiente. Que “El ensayo de granulometría por sedimentación se aplica en el diagrama triangular de clasificación de suelos dada por la comisión del río Mississippi y con ello se obtiene la siguiente clasificación de suelo” (p. 87).

Tabla 1 Clasificación por tamaño de las partículas.

| TIPOS DE SUELOS | PREFIJOS | SUBGRUPOS | SUFIJOS |
|------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| GRAVA | G | BIEN GRADADO | W |
| ARENA | S | POBREMENTE GRADADO | P |
| LIMO | M | LIMOSO | M |
| ARCILLA | C | ARCILLOSO | C |
| ORGÁNICO | O | ALTA PLASTICIDAD | L |
| TURBA | Pt | BAJA PLASTICIDAD | H |

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)

Para Crespo (1999), Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos. (p. 88).

Tabla 2 Sistema Unificado De Clasificación De Suelos De Casagrande.

| SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE CASAGRANDE. | | | | | |
|--|--|---|-----------------------------------|------------------------|--|
| SÍMBOLO | TIPO DE SUELO | COMPORTAMIENTO O GENERAL COMO PLANO DE | CONDICIONES DE DRENAJE | COMPRESIBILIDAD | CONDICIONES DE COMPACTACIÓN |
| GW | Gravas y mezclas de arena bien graduadas con pocos finos o ninguno | Excelente | Permeable | Casi nula | Excelente |
| GP | Gravas y mezclas de arenas mal graduadas con pocos finos o ninguno | Excelente | Muy permeable | Casi nula | Buena a Excelente |
| GM | Gravas limosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas | Bueno | Semi permeables a impermeables | Casi nula | Buena |
| GC | Gravas arcillosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas | Bueno a regular | Impermeables | Muy baja | Buena |
| SW | Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos limos o ninguno | Excelente | Permeable | Casi nula | Excelente |
| SP | Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o ninguno | Bueno | Semi permeable a impermeable | Casi nula | Buena a regular |
| SM | Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas | Bueno | Semi permeable a impermeable | Baja | Regular |
| SE | Arenas arcillosas y mezclas de arenas y limos mal graduados | Bueno a Regular | Impermeable | Baja | Buena |
| ML | Limos inorgánicos y arena muy finas, arenas finas limosas y arcillas de baja plasticidad | Regular | Semi permeable a impermeable | Baja a media | Regular |
| CL | Arcillas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas arcillas limosas | Regular a malo | Impermeable | Media | Buena a regular |
| OL | Limos orgánicos y mezclas de arcillas y limos orgánicos de baja plasticidad | Malo a muy malo | Semi permeable a impermeable | Media alta | Regular a muy mala |
| MH | Suelos limosos y con arena fina micácea o de diatomeas suelos limosos | Malo | Semi permeable a impermeable | Alta | Mala a muy mala |
| CH | Arenas inorgánicos de alta plasticidad | Malo a muy malo | Impermeable | Alta | Mala |
| OH | Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad | Muy malo | Impermeable | Alta | Mala a muy mala |

Características del suelo.

Son los que conforman un ambiente particular del suelo y se origina en los tipos de roca. Hay formas de suelo producto de la meteorización y de los efectos del viento y la lluvia, si desgastan en formaciones rocosas existentes dependiendo del punto donde las partículas finas permanecerán con el tiempo nuestra corteza terrestre donde se encuentra el agua y entre el aire y todos los materiales orgánicos, estos se combinan para crear una estructura de suelo y una textura, pero la cantidad de agua, aire y materia orgánica presentan determinas a la cohesión de un suelo en términos que lo mantienen unido.

Para Carrillo (2014), De acuerdo con la “Escuela de Dakota del Sur de Minas y Tecnología”, “La cohesión también depende de los tipos de partículas que componen el suelo, que puede aparecer como partículas minerales de arena, limo, arcilla. Las propiedades geotécnicas de un medioambiente tienen que ver con la estructura mecánica del suelo, que determina cómo se mueve cuando el peso adicional se aplica” (p. 1).

La consistencia del suelo. Se deriva de la estructura general de un entorno en términos de la cantidad de aire, y la presencia de material líquido y sólido. Las partículas del suelo pueden aparecer en diferentes formas y tamaños que toman o absorben el agua y el aire en proporciones diferentes. En términos geotécnicos, los suelos se miden de acuerdo a su plasticidad o a la capacidad para moldear juntos.

La plasticidad tiene que ver con el volumen de agua y cómo un suelo se comporta en diferentes niveles de agua. La medición de la plasticidad consiste en establecer el volumen del líquido que se necesitará para convertir un entorno de suelo en particular en un material sólido o líquido. Las propiedades de plasticidad varían de acuerdo con los tipos de partículas del suelo presente; las partículas de grano fino tienen mayor plasticidad y las partículas de arena tienen la más baja. (Carrillo, 2014, p. 2)

Fuerza del suelo: La fuerza se denota a la capacidad de un suelo para mantener su forma básica y la forma cuando se aplica peso. Los factores que afectan a la resistencia incluyen el tamaño, así como el agua y el contenido

de aire. Los suelos propensos a humedad, tales como arcilla o suelos orgánicos, tienden a expandirse cuando el agua está presente. Cuando esto sucede, el medio ambiente del suelo, finalmente, hace que la humedad se evapore. Desde la perspectiva geotécnica, los suelos propensos a la humedad hacen una obra de construcción pobre en términos de capacidad de carga de carga y de solidez estructural. El sonido del entorno del suelo mantiene su integridad estructural cuando está presente el agua, lo que deja formas de partículas del suelo intacto cuando los niveles de agua se evaporan. (Carrillo, 2014, p. 2).

Propiedades geotécnicas del suelo.

Al hablar de la propiedad de geotécnica del suelo es porque juegan un papel muy importante en cualquier proyecto que involucre edificios, carreteras o estructuras como presas y diques. Los proyectos de suelo como material de ingeniería y en términos de su capacidad para soportar el peso en las estructuras de apoyo. Si la propiedad geotécnica de los suelos involucra a las características física y química que componen el entorno de un suelo.

Normalmente las propiedades edafológicas más importantes a continuación se exponen.

La Densidad: En su tesis Capote, (2012) afirma que se trata de la cantidad de materia y se le denomina densidad en seco por el material. Cuando se trata de terreno granular y fibrosos - orgánico, su masa debe ser precisamente en seco, desde la perspectiva de sus propiedades ingenieriles, constituye un factor muy importante. Una de dichas propiedades lo evidencia el grado o estado de compactación, generalmente expresado técnicamente se divide de la diferencia entre densidades tanto máximas y como mínimas en seco. Aunque, en el transcurso de las construcciones de rellenos ingenieriles, suele especificarse su nivel de resistencia real del espesor en seco, (in situ), y se divide entre el volumen máximo en seco, que se expresara con una prueba en el laboratorio con diseño, si el procedimiento respecto a la relación densidad - humedad (ASTM D1557 o D698). (p. 9).

La Fricción Interna: En su tesis Capote, (2012) Comprende la resistencia simple a la fuerza cortante respecto a lo teorizado en cuanto

Su valor asciende con la angularidad, la densidad y la granulometría respecto a partículas, si el suelo contiene mica entonces disminuye; resulta indiferente relativamente en cuanto a la velocidad de carga, así como lo del tamaño en el caso de partículas; su aumento o disminución dependerá de cíclicas y repetitivas cargas. (Capote, 2012, p. 9).

El uso extendido de ingenieros se orienta al valor de T_{max} resultando equivale al total de la resistencia de la capacidad cortante (se supone que ocurre igual con casi la totalidad de ecuaciones necesarias en promedio del soporte del terreno).

La Cohesión: Equivale a dureza de una aproximación del suelo hacia la tensión. Sus sustancias de diversos factores, entiéndase a la unión de las partículas específicamente en su superficie, la fuerza de las superficies cargadas, la tensión capilar en cuanto a películas de agua, las circunstancias. El valor de cohesión utilizado en el diseño directamente depende de las condiciones de drenaje supeditada a la carga que se impone, al igual que el método de prueba empleado para su cálculo, por ello, todo se cuidadosamente se evalúa. (Capote, 2012, p. 9).

La Compresibilidad: Es la propiedad que ha de definir las características en torno a la relación esfuerzo -deformación en el caso de suelos. Si se aplica agregados esfuerzos a una mezcla del terreno se originan cambios en sus desplazamientos y volumen, en el caso de desplazamientos, al ocurrir en el nivel de cimentación, provoca asentamientos en la misma. En ciertos valores considerados permisibles, la limitación en el caso de asentamientos rige el diseño en cuanto a cimentaciones, particularmente cuando los terrenos o suelos son granulares. (Capote, 2012, p. 10).

La compresibilidad en el caso de arcillas saturadas tiene expresión adjunta pueden haberse sometidos antes, en el caso de ambos valores el cálculo es mediante pruebas en laboratorios unidimensionales conocidos ha de representar cambios en su proporción de vacíos gracias a su ciclo logarítmico de esfuerzo, se trata de una función basada en el historial de esfuerzos propios del terreno. Por finalidad práctica, se requiere saber del valor al interior

de los específicos límites sobre esfuerzos deseables en su manejo. (Capote, 2012, p.11).

Permeabilidad: Capacidad propia del terreno que permite la salida del H₂O, mediante la intensidad en aumento. Cuando se diseñan cimentaciones, generalmente lo único necesario a tener en cuenta es permeabilidad, pero condiciones de saturación. Lo permeable en casi la totalidad de tipos de suelo resultan variables y han de depender mucho por las variaciones pequeñas relativamente de su masa edafológica. Generalmente ha de depender del tamaño, así como de la continuidad de su espacio poroso en cuanto al suelo, consecuentemente, del tamaño que tienen sus partículas, típicamente la permeabilidad se distingue por su propiedad anisotrópica, su valor es muy alto en su eje de tipo horizontal antes que en el eje vertical. (Capote, 2012, p. 11).

La permeabilidad tiene valores en sus diferentes clasificaciones de terreno o suelo, estos varían por cierto factor que es superior a los 10 millones, ello directamente se constata mediante la de consolidación, así como de análisis en cuanto al tamaño de partículas. Las cuantificaciones resaltantes se logran con pruebas a cielo abierto en campo con el bombeo allí en pozos. (Capote, 2012, p. 11).

La Estabilización en cuanto a Suelos.

Los suelos propios al lugar de la obra que se construye en alrededores, muchas veces carecen de las características necesarias tanto físicas como mecánicas, ideales para que puedan brindar soporte a las cargas que se proyectan, así como las que se someterán. Hay estudios, con una tipología de suelos que pueden modificarse gracias a la adición de algunas sustancias o materiales, o también gracias a las aplicaciones de procedimientos mecánicos para transformarlos desde suelos no aptos para usos de estructuras.

Por ello urge recurrirse a estabilizaciones, estas son un cúmulo de procesos para el aumento de la calidad en lo que corresponde a materiales y poder evitar cualquier deformación plástica o disminuirla a un mínimo valor conforme a las solidificaciones de cargas, así como climas que se han de soportar. (Leal et al, 2012, p. 1).

Es un procedimiento que otorga a los suelos a la natural resistencia adhesiva suficiente, así como de fricción, también se alcanza una resistencia por su esfuerzo cortante en cuanto a resistir tráfico debido a condiciones del dominante clima, sin producirse deformaciones perjudiciales de la estructura.

En un sentido amplio, se define estabilización de suelos como aquel proceso en la mejora del suelo con el fin de convertirlo en apto, como es usual en problemas propios de la ingeniería, son también las especificaciones de orden económico las que determinan finalmente lo efectivo en un proceso de estabilización, pues este deberá ser efectivo en determinados límites aceptables económicamente (Leal et al, 2012, p. 1).

Factores Intervinientes Para Seleccionar Un Proceso De Estabilización.

En la elección de un mecanismo de estabilización con fines de usarse en una estructura vial, los ingenieros tienen en consideración tres fundamentales Factores:

Costo Bajo: estabilizar un suelo ha de resultar un menor gasto que cualquier material de calidad alta, ello necesariamente debe transportarse. Como ejemplo se emplean materiales propios del sitio en que se construye, estos se mejoran a través del proceso de estabilización, de ese modo se evita el coste del transporte. (Leal et al, 2012, p. 2).

La Resistencia: todo suelo que se estabiliza ha de contar con una resistencia mayor comparada con la original resistencia del suelo antes de estabilizarse. El material que se estabiliza, con mejoradas características en su resistencia, así como estabilidad, de ese modo queda apto para usarse en el proyecto, un suelo que se estabiliza aumenta su capacidad como soporte.

La Durabilidad: Todo proceso en el que se estabiliza, posibilita el mantenimiento del material considerando su estado en tanto resistencia establecida para no dejar espacio al deterioro ante los influyentes factores ambientales. (Leal et al, 2012, p. 2).

Las Estabilizaciones Para Suelos:

Son de aplicación económica y efectiva conforme a técnicas diversas de estabilización son posibles, cuando se logran entender y establecer con claridad respecto a las limitaciones, así como sus posibilidades de acción frente a la diversidad de agentes en calidad de estabilizadores. (Leal et al, 2012, p. 2).

Se obtienen de ese modo tres grupos grandes de estabilizaciones, estos son:

La Estabilización Físico - Mecánico:

Específicamente se refiere a aquella ordenada distribución de partículas en una mezcla en el suelo agregado, el cual posibilita la estabilización a través de la densificación inclusive compactación con adecuada humedad, lo cual se logra gracias a un aparente o real cambio en su granulometría, de ser así simplemente consiste en la mejora de un material o terreno, adicionado por otro material que proviene de sitios escogidos, los conceptos que se seleccionan con dicha estabilización son: la plasticidad, la granulometría, la fricción interna o la trabazón de las partículas y la cohesión. La forma en como dichos factores se concatenan dependerá de los fines que se persigue en su respectivo caso. (Leal et al, 2012, p. 2).

La Estabilización Físico - Química:

Debe reunir todos los requisitos de cambio en el análisis del suelo mediante el empleo de efectos químicos combinando determinados aditivos como el cemento, los asfaltos, calces entre otros. Se utilizan materiales cuya naturaleza es química puramente para el logro del deseado efecto, la estabilidad que se desea es producida mediante reacciones químicas entre sustancias estabilizantes, así como el suelo incluyendo su modificación como tal debido a la sustancia que estabiliza. (Leal et al, 2012, p. 3).

Las estabilizaciones químicas pueden ser:

- Estabilidad suelo - asfalto.
- Estabilidad suelo - cemento.
- Estabilidad suelo - cal.

Estabilidad Suelo Asfalto:

Consistente de mejorar el suelo para convertirlo en apto para específicos fines mediante cemento asfáltico o asfáltico líquido. Los más corrientes asfaltos empleados para dichos fines son las emulsiones y los líquidos (cutbacks). Los materiales conocidos como bituminosos se emplean en la estabilización de los suelos, su utilidad radica en ser impermeabilizantes antes que como cementantes o ligante, imparten un grado alto de inmunidad al efecto destructor por el agua. De todas maneras, los asfaltos que se utilizan en estabilizaciones de los suelos cuentan con un cementante valor, cabe distinguir entre las mezclas de la pavimentación arena – asfalto y el suelo asfalto (Leal et al, 2012, p. 3).

Estabilidad Suelo Cemento:

El suelo de cemento constituye simplemente íntima mezcla del suelo polvo con medidas cantidades de cemento Portland, así como agua compactada a densidad alta. Tras la hidratación del cemento, lo mezclado se torna los materiales de pavimento, durable y resistente. La superficie modificado en cambio de cemento consiste en el tratamiento generalmente hecho a suelos del tipo A - 1 o A - 2 (son granulares) cuya finalidad de la mejora de su capacidad de soporte y reducción de las propiedades de la fuerza, no obstante en su formación original, ha de cumplir las especificaciones técnicas ya exigidas que se requieren al adicionar los porcentajes bajos de cemento que pueden transformarlos en suelos resistentes y estables que cubrirán las condiciones previamente ya contempladas en el proyecto. (Leal et al, 2012, p. 3).

A partir de la dualidad suelo - cemento, serán tres los indispensables requisitos para estudiarse:

- Las cantidades de cemento a agregarse al suelo.
- Las cantidades de agua a incorporarse en la mezcla.
- Las densidades a alcanzarse en la compactación.

La Estabilización Suelo Cal:

Las estabilizaciones con cal consisten en los mejoramientos del suelo mediante la adición de cal, con la finalidad de convertirlo en apto para la construcción vial. Tanto el hidróxido de calcio como también la cal apagada $\text{Ca}(\text{OH})_2$, constituyen formas en para corrientemente usar en cada trabajo de la dualidad suelo - cal, generalmente, la cal resulta un estabilizador agente y se suele emplearse en los suelos con granulometrías fina, así como porción alta de partículas que logran pasar por el tamiz N: 40, que posee plasticidad, en los suelos arenosos no se recomienda en su utilización. La cura de las mezclas en el periodo considerando el tiempo adecuado resulta un factor importante en la estabilización que emplea cal, ya que estas aumentan su resistencia inclusive hasta posterior a las 36 semanas de aplicarse incorporado dicho aditivo. (Leal et al, 2012, p. 7).

La Estabilización Térmica O Eléctrica:

Por ser muy elevada en costos, no es muy factible, además no logran precisar la adición de los productos, pues simplemente se realizan mediante determinados tratamientos eléctricos, térmicos, entre otros.

La totalidad de suelos que se someten a cargas, tienden a reaccionar conforme a la cohesión, a la fricción interna, a la compresibilidad, a la plasticidad y finalmente la capilaridad.

Las primeras dos (cohesión y fricción interna), fundamentalmente son útiles en la resistencia ante fracturas o a los desplazamientos, ambas generalmente están afectadas por vacíos así como del volumen de agua que pudiera contener, ya que un suelo con demasiados vacíos implica pérdida de estabilidad, sea cual sea la técnica que contribuya en la conservación o variación favorable de la fricción interna, la cohesión, la plasticidad, la compresibilidad o la capilaridad de un suelo, ello se conoce como estabilización, en todo tipo de suelo en el que se produzca un proceso de dicho tipo. (Leal et al, 2012, p. 8).

El Método por Electroósmosis:

Tratamiento de tipo electroquímico capaz de producir el endurecimiento, así como una impermeabilización sobre los suelos. Como endurecimiento electroquímico su propósito es el de alterar sus propiedades tanto físicas como químicas precisamente en las expansivas arcillas gracias a una introductoria solución de concentración alta en el suelo conforme a Leal et al, (2012, p. 9).

Es una técnica que reduce la presión en cuanto a expansión, así como su porcentaje respecto a expansividad, dicha técnica ha de requerir del uso de electrodos siendo estos colocados en el suelo, específicamente su masa.

1.3.2 Las Cimentaciones:

Una cimentación es generalmente aquella parte inferior de una estructura, donde va a cumplir gran cantidad de carga desde la súper estructura del suelo en que reposa. Se define como cimentación al cúmulo de partes estructurales cuyo fin es la transmisión de cargas respecto a la edificación en el suelo. (Fuentes, 2011, p. 10).

Tipos De Cimentaciones:

Cimentaciones Superficiales.

Resultan superficiales porque transmiten cargas al suelo mediante presión por debajo de sus bases sin laterales rozamiento de algún tipo. Se distingue por contar con una anchura a mayor o igual a su profundidad, en general englobando las zapatas, así como las losas respecto a la cimentación. (Fuentes, 2011, p. 11).

Las cimentaciones de tipo superficial son las que se hallan por debajo del terreno que la puede rodear, en una profundidad (D) que es pequeña pero incomparable con su ancho (B) respecto a la cimentación. Cuando dicha profundidad, así como el ancho propio de cimentación pertenecen al mismo orden, luego los procedimientos y fórmulas indicadas son en extremo muy conservadores.

Tipos de Cimentación Superficial.

Cimiento corrido: Son superficiales excavaciones para las obras que prescinden de refuerzos desde el suelo. (Fuentes, 2011, p. 11).

Existen variadas tipologías elementales en cuanto a superficiales de cimentaciones tenemos:

- Zapatas arriostradas o aisladas.
- Zapatas corridas de tipo rígidas.
- Zapatas corridas de tipo flexibles
- Las losas.

Zapatas arriostradas o aisladas. Típicas en cuanto a las cimentaciones propias de estructuras o edificios, están sustentadas con pilares. Las riostras cuya función es unificar las diferentes unidades no reducen notoriamente el peso vertical actuantes en cada zapata, por ello, por efectos de asientos y de hundimiento. (Fuentes, 2011, p. 29).

Una función que debe cumplir de lograr que no se desplacen las estructuras hacia los lados.

Zapatas corridas de tipo rígidas: Propias de cimentaciones de estructuras como muros de contención de gravedad.

Como ejemplo se puede traer a colación los cajones o muelles de bloques. Lo de rigidez en su estructura permite en el cálculo de los asientos, pueda despreciarse toda deformación en la estructura misma. (Fuentes, 2011, p. 30).

Zapatas corridas de tipo flexibles. Propias de cimentaciones cuyas estructuras soportadas gracias a pilares precisamente en terrenos cuya capacidad portante es reducida no permitan casos como el de las aisladas cimentaciones.

Pueden resultar también interesantes debido a constructivas razones o inclusive por razones de tipo económico. Resultarían equivalentes a las pudiendo ser una zapata corrida o una viga, también se incluye a las zapatas aisladas, así como arriostradas (con riostras).

Las losas o Plateas de Cimentación. Se trata de una habitual solución en suelos en los que se presenta mínima capacidad portante en cuanto a aisladas cimentaciones o a través de vigas corridas. Pueden adoptarse algunas soluciones en casos de losas debido a razones diversas. (Fuentes, 2011, p. 31).

Los diversos tipos de superficial cimentación han de depender de las cargas que recaen sobre ellas, estas se apoyan en superficiales capas o con poca

profundidad del suelo, ello por contar con capacidad portante suficiente o debido a ser construcciones de secundaria importancia y livianas relativamente. Con este tipo de cimentación, se reparte la carga en un plano de horizontal apoyo.

Cimentaciones Profundas. Basadas en el cortante esfuerzo entre la cimentación y el terreno para soportar cada carga aplicada, o con más exactitud en la fricción vertical que se encuentra entre el terreno y la cimentación, se sugiere deban estar a una profundidad según la norma o según el estudio de suelo del área grande donde pueda soportar todas las cargas a construir.

Ciertos procedimientos que se utilizan en profundas cimentaciones son: (Fuentes,2011, p. 16).

Pilotes: se trata de elementos esbeltos de cimentación que hincados (pilotes prefabricados de desplazamiento) para construir previamente una abierta cavidad en el terreno (pilotes para extracción cuya ejecución es in situ). Antes eran de madera, aproximadamente en el año 1940 se comienza a emplear el hormigón. Se trata de miembros estructurales en base a madera, acero y concreto y transmiten su carga desde la superestructura hacia los inferiores estratos de la superficie terrestre.

Pilotes de Fricción: Útiles para recibir todo el peso de la superestructura, así es que tendrá que soportar todos los esfuerzos cortantes que se generan respectivamente en el soporte (pilote).

Pantallas: Por la necesidad del anclaje hay:

Anclaje son las llamadas pantallas isostáticas.

Pantallas hiperestáticas: con dos a más líneas para el anclaje. (Fuentes, 2011, p. 17).

Tipos de fallas por su capacidad de carga:

Según su estudio de Terzagui (1943): En **Falla general por corte**

“Es un patrón, comprende una cuña de la superficie terrestre, así como unos deslizamientos. Respecto al terreno la zapata tiende a levantarse inclusive puede rotar (inclinación). Como falla resulta catastrófica además de violenta.

En general ocurre en suelos “incompresibles” como los suelos granulares cohesivos y densos de consistencia rígida y dura”.

Según De Beer y Vesic: (1958 y Terzagui: **1943**). **Falla local por corte**: “Nos indica que el Patrón de falla definido por el lugar opuesto de la zapata visible a la inclinación. No ocurrirá un catastrófico colapso de la zapata, tampoco una rotación respecto a la misma. Es un transicional modo entre falla por punzonamiento y falla general”.

Su investigación de **Vesic (1963), De Beer y Vesic (1958): Falla por corte Punzonado**: hay “También un Patrón de falla, aunque un poco difícil de observar en la medida en que ha de incrementar la carga, tiende a comprimirse el suelo de forma inmediata por debajo de la zapata generando un vertical desplazamiento”.

Fuera del área el Suelo permanece inalterado prácticamente y no hay rotación, la fundación tiende a asentarse con movimientos pequeños, siendo estos repentinos y verticales, se producen en suelos cohesivos algunos blandos inclusive muy blandos, también en arenas demasiado sueltas.

Profundidad De Cimentación.

Sobre la profundidad respecto a cimentación por cimientos corridos y zapatas, comprende la distancia a partir del nivel del terreno (su superficie) hacia el apoyo de la cimentación, pero que no es el caso de los edificios que cuentan con sótanos, allí la profundidad respecto a cimentación queda referida al piso del sótano, específicamente en su nivel. (Fuentes, 2011, p. 18).

En caso se trate de plateas, así como comprenderá sus propias modificaciones en el volumen debido al humedecimiento - secado, así como hielo – deshielo, serán particulares condiciones del uso de la estructura, no podrá ser menos a 0,80 m cuando se trata de cimientos corridos y zapatas. (Fuentes, 2011, p. 23).

La Cimentación sobre Rellenos:

Considerados las estructuras que se construyen sobre terreno deficiente y que se necesita mejorar y hacer un control mediante la compactación y posteriormente colocar la cimentación y luego la edificación.

Podemos mencionar:

Materiales seleccionados: todo material compactable, en cuyas partículas no resulten mayores a 7,5 (3"), con un 30% a menor del material retenido en el cedazo de $\frac{3}{4}$ ", distintos elementos de los suelos al natural. (Fuentes, 2011, p. 24).

Rellenos Controlados: Se trata de aquellos construidos con Seleccionado Material, contarán con auxilio que las superficiales cimentadas. Las formas que se emplean en su compactación, conforme al control, principalmente han de depender las propiedades físicas en el material. Como Material Seleccionado destinado a la construcción del Relleno Controlado ha de ser compactado de la manera siguiente: (Fuentes, 2011, p. 25).

Si cuenta con el 12% más de fino, es necesario la compactación en base a la cantidad de igual o mayor al 90% de la dureza mayor magnitud seca del procedimiento para el ensayo de Próctor Modificado, según la Norma Técnica Peruana N° 339.141 (ASTM D 1557), considerando la totalidad de su espesor. (Fuentes, 2011, p. 25).

Si tuviera la igualdad o menor del 12% de finos, se compactará con base a una dureza mayor al 95% de superficie mayor, también del procedimiento del ensayo de Próctor Modificado, contando también con la Norma Técnica Peruana 339.141 (ASTM D 1557), considerando la totalidad de su volumen. Se deber verificar la compactación del terreno de prestamo una vez construido, deberá realizarse dicho trabajo mediante cualesquiera de los métodos siguientes: (Fuentes, 2011, p. 25).

Tener en cuenta que la prueba de Penetración Estándar de la Norma Técnica Peruana 339.133 (ASTMD 1586) es un metro de su volumen de rellenos controlados.

Rellenos no Controlados: se controlan y son propuestos que incumplen con dichas áreas de las cimentaciones superficiales no será posible construirse sobre dichos rellenos que no se controlan, estos deberán reemplazarse totalmente por seleccionados materiales compactados debidamente antes del inicio de construir la cimentación. (Fuentes, 2011, p. 26).

Cargas Excéntricas:

Las superficiales de cimentación que han de transmitir al suelo de forma vertical carga Q.

Condiciones Que Deben Cumplirse En La Cimentación.

Estabilidad global: La estructura, así como su cimiento podrían globalmente tener deficiencias de error y producirse, antes, otros locales fallos. Esta clase de rotura es típica de cimentaciones en medias laderas inclusive en taludes. (Fuentes, 2011, p. 34).

Estabilidad frente al hundimiento. Al fallar el terreno probable de ocurrir solo si la carga actúa sobre el terreno, por debajo de un elemento del cimiento que ha de superar la carga de hundimiento.

Estabilidad frente al deslizamiento. El contacto entre el terreno y la cimentación podría someterse a tensiones de corte. En caso superaran la resistencia del contacto podría producirse entre cimentación y terreno el deslizamiento.

Estabilidad frente al vuelco. El vuelco resulta típico en cimentadas estructuras en la superficie terrestre donde la portante sea la capacidad es mayor que la elemental para el sostenimiento de la cimentación, de lo contrario, si el hundimiento fuese a través del cimiento.

Capacidad estructural del cimiento. La capacidad portante que estará sometida a los esfuerzos de cada estructura que compone el cimiento, al igual que pueda sobrepasar su resistente capacidad. Los últimos estados límites que deben considerarse en ese sentido son los mismos respecto al resto de cada elemento estructural.

1.3.3 Afirmado

Es un material granular natural que sirve para la compactación, a la vez es un material de relleno donde sirve para mejorar el suelo o la superficie terrestre donde soportaran cargas que van a estar sometidos a esfuerzos e incluso de alto tránsito vehicular y peatonal.

Se pueden distinguir 3 clases de afirmado:

AFIRMADO TIPO 1:

Para este tipo de afirmado hay que tener en cuenta el. “Manual para el Diseño de Carreteras no pavimentadas con Volumen Bajo de Tránsito (clases de T0 y T1)”, Este material es natural que es seleccionado mediante un zarandeo debiendo tener de elasticidad (plasticidad) hasta 9, siendo su límite de 12. Hay

que tener en cuenta que el espesor de la capa es de acuerdo, teniendo en cuenta que la circulación será de cincuenta carros por día.

AFIRMADO TIPO 2:

Es procesado mediante zarandeo, para medir su plasticidad debe de ser de 9 siendo el máximo de 12. Y es utilizado para vías de menor viabilidad (clase T2, con IMD). Este diseño de material es adecuado para soportar vehículos de cincuenta y uno (51) y cien (100) por día.

AFIRMADO TIPO 3:

Este también seleccionado mediante zarandeado con un límite de plasticidad de 9 siendo el incremento de hasta 12. Su utilización es las vías de menos circulación (clase T3, con IMD). Estando proyectado para la circulación de 101 a 200 vehículos por día.

La base granular comprende la capa que no cumple sus deformaciones ante las repetidas corresponderán con la intensidad del tránsito pesado. Para el tránsito medio, así como ligero se emplearán las bases granulares tradicionales, aunque en caso de tránsito pesado se han de emplear materiales granulares ya seleccionados adecuadamente con un cementante. (Miranda, 2010).

Dicha especificación tiene las disposiciones generales respecto a trabajos por el caso de pavimentos referidos a anticontaminantes capas, Sub bases, así como bases granulares, tengan o no estabilizadores.

1.3.4 La Granulometría.

Los materiales, en su composición final presentarán una continua granulometría, debidamente graduada y conforme a requerimientos de una franja granulométrica indicada. En caso zonas con iguales o mayores altitudes a los 3.000 m.s.n.m. se seleccionará la gradación "A". (Rivas, 2006).

Agregado Grueso.

Son las que deben cumplir todas las especificaciones que estén establecidas según la norma técnica este tipo de material son utilizados para la elaboración de concreto de alta resistencia.

Agregado Fino.

Este tipo de material debe también cumplir las especificaciones técnicas según las normas vigentes se sugiere que debe pasar el límite establecido puesto que debido a su finura es el proceso para el mejoramiento de las propiedades que dará una resistencia óptima.

Estas son utilizadas en la elaboración del concreto.

Control de Compactación: La compactación al que se somete el suelo se mide cuantitativamente por la densidad del suelo, esta anteriormente ha debido presentar diferentes pruebas de valores en el laboratorio, pero mediante la supervisión para una buen compactado son los que determinaran. Es muy importante en donde ha sido compactado que no varíe ± 2.0 % para poder obtener la prueba del Proctor modificado.

Determinación de los Límites de Atterberg: Un ensayo común, por la información obtenida del mismo, así como la posibilidad de clasificación de un suelo desde los datos que se obtienen, tiene una variación desde la corteza terrestre. La forma para saber si la humedad está en nivel adecuado es mediante el método de atterberg (LL, LP, IP, LC). (Rivas, 2006).

Los límites de Atterberg constituyen ensayos normalizados de laboratorio, la obtención de límites en rango respecto a la humedad por el que en el suelo se puede mantener su estado plástico. Es posible con ellos, catalogar el terreno.

Según (“Atterberg”). La realización de los límites de se debe trabajar con el material que es menor a la malla N° 40 (0.42 mm), lo que equivale se trabaja únicamente con lo fino del terreno (< malla #200).

Contenido en humedad (W): para (Rivas, 2006). Su medición es fundamental característica para dar explicación a la transformación del suelo (en especial por aquellos de fina textura), estos se deben tener en cuenta los cambios que ha sufrido para poder determinar la estabilidad.

Tradicionalmente cuando se extrae la muestra del terreno contiene humedad en algunos casos esto se llevará al secado en el horno para poder determinar su porcentaje de humedad con las muestras (partículas sólidas). Las diversas determinaciones en el contenido del líquido es tener en cuenta con el método Speedy.

Límite Líquido (WL O LL): es para poder determinar si contiene agua del terreno. El porcentaje del agua se práctica, y se determinara considerando que tenemos que hallar la fórmula para poder medir su resistencia que sea menor a la rotura (corte aproximado de 0.02 Kg/cm²) y como se hallara con la fórmula del remoldeo $w = wL$. Esa forma nos muestra lo remoldeado que esta el terreno y que se necesitan hasta veinticinco (25) golpes para el cierre de ½ pulgadas 2 secciones en el caso de una capa de suelo. (Rivas, 2006).

Limite Plástico (WP o LP):

La utilización con una porción respecto al material en el ensayo del límite líquido, cuando se trata de terrenos muy arcillosos que contienen una plasticidad mayor. Se recomienda que todo terreno que sea de muestra pase por laboratorio para su examen respectivo verificando el grado de humedad y la plasticidad ah también la dureza que cuenta dichas muestras. Luego elaborar promedios, las diferencias entre dos determinaciones no debe exceder a 2%. (Rivas, 2006).

1.3.8 Uso De Aceite Quemado Para La Mejora De Bases Y Sub bases

Granulares

Resulta como aceite quemado todos aquellos aceites industriales, así como lubricantes diseñados con base sintética o mineral, que se han vuelto poco adecuados o inadecuados para usarlos como inicialmente se pensó, estos han pasado aquellos límites de contaminación por sus propiedades químicas y físicas han cambiado y no pueden cumplir a cabalidad su objetivo. (Reyes, 1997).

Según los estudios acerca de los aceites reciclados de motores representan el 60% de los lubricantes consumidos. Esto pone en riesgo por supuesto al planeta ya que es un producto contaminante que llega alcanzar a 24 millones de tamaño al año.

Composición Y Clasificación De Los Aceites Reciclados.

Hay una gran variedad de aceite ya usados producto de los desechos de los vehículos. Este producto es una mezcla de base minerales sintéticas muchos aditivos (1 – 20%). Qué han recorrido este producto que mezclarse con distintos productos como:

- H₂O
- Las Partículas metálicas (a que está sometido).
- Compuesto orgánico metálico (quema de combustible y otros componentes).
- Determinar si los compuestos del aceite de que tipo hayan sido).
- Los diferentes componentes como indica en su elaboración como el zinc, cloro y el fosforo).
- Se sabe muy bien que estos que el aceite no es un diluyente en el H₂O, ya que no son biodegradables, ocasionando que sean un producto dañino para la vida marítima y terrestre ya que son super tóxicos.
- En base a los ensayos de clasificación se muestra el cambio de humedades y permeabilidad, factores que aumentan o disminuyen según el porcentaje de aceite agregado a la muestra.
- Se detalla que los cálculos del líquido y de su plasticidad y humedad disminuyen con el aumento del aceite, que en cierto modo es lo que se está buscando. Pero también se ve como la densidad llega hasta un tope máximo al acercarse al 4% de aceite y de ahí empieza a disminuir hasta llegar a tal punto de encontrar una Densidad mucho menor que la inicial, eso influiría negativamente en la determinación de la factibilidad del uso del material estabilizante, por lo cual se podría decir que hasta alrededor de un 4% de aceite se podría utilizar para que así se obtuviera máxima densidad y disminución de las propiedades antes mencionadas.
- Factores mecánicos del suelo arcilloso afectados por el aceite residual mediante la siguiente tabla, se busca analizar el cambio de los factores mecánicos del suelo respecto al uso de aceite residual.

Tabla 3 Características mecánicas del suelo a diferentes contenidos de aceite residual

| INDICADOR | UNIDAD | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | 10% |
|----------------------------------|--------------------|------|------|------|-------|-------|------|
| Resistencia a la compresión simp | Kg/cm ² | 5.23 | 7.27 | 7.61 | 3.19 | 2.35 | 1.78 |
| Cohesión | Kg/cm ² | 0.34 | 0.33 | 0.44 | 0.27 | 0.17 | 0.16 |
| Angulo de fricción interna | Phi | 9.52 | 10.2 | 13.1 | 10.65 | 10.15 | 8.67 |

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia del resultado del mejoramiento del suelo con fines de cimentación y mezcla de afirmado y aceite reciclado de motores en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 en la ciudad de Chimbote?

1.5. Justificación.

Nuestro trabajo propone en mejorar sus propiedades físicas del suelo con único fin de hacer una cimentación mezclando afirmando y aceite reciclado de motores y para ver si podemos mejorar cada una de las propiedades físicas del suelo en estudio que se proyectara a construir en el casco urbano de Chimbote, beneficiándose los moradores a un costo cómodo y que brindara mayor protección y seguridad a las estructuras de sus edificaciones o de sus viviendas.

Los porcentajes adecuados serán para obtener un suelo con la capacidad o una resistencia portante mínima y requerida económica que sea de gran dureza, es decir que combinando y mejorando el suelo apropiadamente sea una garantía para su cimentación y construcción de las viviendas en la ciudad de Chimbote.

1.6. Hipótesis:

La hipótesis para esta investigación es la siguiente:

Mezclando los porcentajes de aceite reciclado, con las medidas exactas obtendremos un terreno que sea apto para su cimentación en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 – Chimbote.

1.7. Objetivos:

1.7.1 Objetivo general:

Explicar la influencia en el resultado del mejoramiento del suelo con fines de cimentación en la mezcla de afirmado y aceite reciclado de motores, en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 –Chimbote.

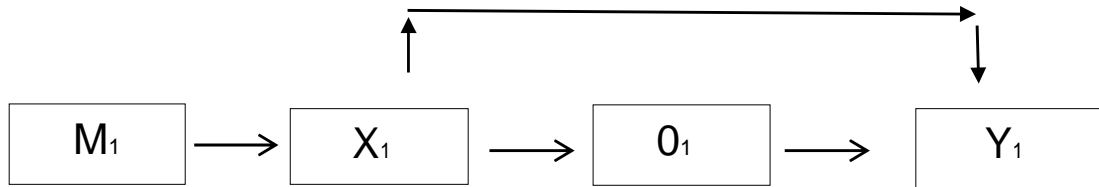
1.7.2 Objetivos Específicos:

- Caracterización del lugar del terreno.
- Determinar sus componentes químicos del aceite reciclado de motores.
- Proponer una dosificación de afirmado.
- Realizar el estudio correspondiente del aceite reciclado de los motores para la cimentación.
- Realizar el ensayo DPL para verificar la capacidad portante del terreno con mejoramiento y sin mejoramiento y correlacionarlo con el ensayo SPT, para hallar su factor de resistencia a la licuación FRL.
- Determinar la dureza máxima seca del terreno a estudiar, teniendo en cuenta el antes y después mediante el ensayo de Proctor modificado.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación:

Nuestra investigación es correlacional no experimental, donde detallamos en el esquema.



- Muestra que se emplea para la investigación..... **M1**
- Suelo.....**M1**
- Variable independiente**X1**

Mezcla de afirmado y aceite reciclado

- Resultados obtenidos**O1.**
- Variable dependiente..... **Y1.**
- Mejoramiento del suelo.

2.2. Variables Operacionales

Tabla 4 Variable independiente.

| VARIABLE | NOMBRE DE LA VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---------------|---|--|--|---|--------------------|
| Independiente | Afirmado mezclado con aceite reciclado. | <ul style="list-style-type: none"> - Se busca mejorar las características mecánicas de los agregados a ser utilizados, mediante la estabilización con aditivos en este caso con aceite reciclado de los motores, que logren incrementar la capacidad portante de los suelos. - Los mejoramientos de suelos inadecuados para transformarlos en suelos competentes para su uso en obras civiles. | <ul style="list-style-type: none"> - Afirmado mezclado con aceite reciclado en porcentajes de 0%,2%,4%, 6% de la muestra a mejorar. - Con respecto a la humedad optima del Próctor modificado del afirmado | Cantidad de porcentaje de aceite reciclado en mililitros. | Nominal |

Tabla 5 Variable dependiente.

| VARIABLE | NOMBRE DE LA VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|-------------|------------------------|--|-----------------------|--|--------------------|
| Dependiente | Mejoramiento del suelo | <p>Suelos: fases del suelo son: la sólida se conforma por partículas minerales del suelo, la líquida se encuentra por el nivel freático del suelo y la gaseosa comprende sobre todo el volumen de los vacíos del suelo (Juárez Badillo, Rico Rodríguez, 2005).</p> <p>Mejoramiento: es eliminar y disminuir apreciablemente la susceptibilidad al colapso del suelo, bien disminuyendo la porosidad del suelo (compactación) o bien aumentando la resistencia estructural (R. Redolfi, 2007, p, 23).</p> | Propiedades del suelo | <p>-Análisis Granulométrico (ASTM D422)</p> <p>-Límites de Atterberg (ASTM D4318)</p> <p>-Contenido de Humedad (ASTM D2216)</p> <p>-Próctor Modificado (ASTM D1557)</p> <p>-Ensayo de Corte Directo (ASTM D3080)</p> | Nominal |

2.3. Variables de Operacionalización:

Variable Independiente: Afirmado mezclado con aceite reciclado.

Definición Conceptual:

- Se busca mejorar las características mecánicas de los agregados a ser utilizados, mediante la estabilización con aditivos en este caso con aceite reciclado de los motores, que logren incrementar la capacidad portante de los suelos.
- Los mejoramientos de suelos inadecuados para transformarlos en suelos competentes para su uso en obras civiles.

Dimensiones:

- Afirmado mezclado con aceite reciclado en porcentajes de 0%,2%,4%, 6% de la muestra a mejorar con respecto a la humedad optima del Próctor modificado del afirmado.

Indicadores:

Cantidad de porcentaje de aceite reciclado en mililitros.

Escala de Medición: Nominal.

Variable dependiente: Mejoramiento del suelo

Definición Conceptual:

Suelos: fases del suelo son: la sólida que se conforma por partículas minerales del suelo, líquida y que se encuentra por debajo del nivel freático del suelo y la gaseosa comprende sobre todo el volumen de los vacíos del suelo (Juárez Badillo, Rico Rodríguez, 2005).

Mejoramiento: es eliminar y disminuir apreciablemente la susceptibilidad al colapso del suelo, bien disminuyendo la porosidad del suelo (compactación) o bien aumentando la resistencia estructural (R. Redolfi, 2007, p, 23).

Dimensiones: Propiedades del suelo.

Indicadores:

- Análisis Granulométrico (ASTM D422)
- Límites de Atterberg (ASTM D4318)
- Contenido de Humedad (ASTM D2216)
- Próctor Modificado (ASTM D1557)
- Ensayo de Corte Directo (ASTM D3080)

Escala de Medición: Nominal

2.4. Población y Muestra:

Población: La población para esta investigación ha sido el mejoramiento de suelo de la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220, teniendo un área total de 100 m.²

Muestra: El estudio que se realizara es con la toma del terreno natural y el material para el mejoramiento dichos materiales se llevaron al laboratorio para sus respectivos ensayos de granulometría y Próctor modificado y del corte directo.

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

El estudio realizado es para verificar los datos existentes con los datos de laboratorio que tendremos, de esta manera determinaremos que tan provechoso será y como desarrollaremos dicho mejoramiento con afirmado y el aceite reciclado de los motores Diesel.

2.4.1 Técnicas.

Aquí es donde nuestras muestras darán el resultado donde observaremos de forma directa e indirecta. Para estos estudios nos proveeremos de un programa de dosificación del tiempo de que manera extraeremos las muestras para después llevarlas al laboratorio.

Los Protocolos a seguir:

Será llevando los formatos que se necesita para la elaboración de los ensayos. Se debe tener en cuenta todas las normas que se necesita para dichos protocolos.

2.4.2 Procedimientos:

CORTE DIRECTO (ASTM D 3080):

Se entiende a la resistencia que se somete el suelo. Todos estos resultados nos darán un consolidado de qué forma antes a estado sometido las cargas el terreno y a las que se someterá.

Para este procedimiento tenemos que tener a las personas capacitadas que conozcan el tema dándonos las pautas necesarias.

Procedimiento que debe seguir para el Corte Directo: según para en el “Primer Taller De Mecánica De Suelos”. (Marzo, 2006, pag. 4)

- 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.
- 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.
- 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.
 - 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.
 - 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.
 - Cada incremento de la fuerza normal debe durar hasta que se complete la consolidación primaria. El incremento final debe completar la fuerza normal especificada.
 - Se representan gráficamente las lecturas de la deformación normal contra el tiempo.
 - Corte de la muestra. Luego de terminada la consolidación se deben soltar los marcos separándolos aproximadamente 0.25 mm (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.

Fuente:<http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/Ensayo%20de%20corte%20directo.pdf>

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557):

En el caso para este estudio del Proctor modificado es el que se encargara de verificar el grado de humedad este tiene el siguiente procedimiento de ser colocado en un molde fierro con ciertas especificaciones técnicas de sus medidas. Se procede a colocar de un promedio de 5 capas en el molde que se compacta entre 50 apisonadas que tiene un peso aproximado de 10 libras (44.5N), y es sometido a una altura en caídas de 18pul.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D- 422):

Este tipo de ensayo es el que se encarga del tipo de material a emplear, sometiéndose a esta prueba de unos tamices donde cuentan con unas mallas especiales. El paso de dicho material es el que determina la granulometría.

Equipos Necesarios:

Hay que tener en cuenta los siguientes equipos para este estudio.

- Moldes cilíndricos: de material compacto rígido y plana.
- Moldes de 4 pulg. Su medida promedio que cumpla la norma técnica.
- Moldes de 6 pulg. Su medida debe cumplir la norma técnica.
- El pisón y/o martillo. Para poder hacer la compactación según la distancia que indica dichas normas técnicas.
- Balanza. Para tomar el peso de las muestras.
- Una regla. Puede ser metálica de preferencia para la confiabilidad de su rigidez y de una aproximación de 10 pulg.
- El horno. Que será para el secado también se debe guiar según lo que indica la norma técnica para suelos.
- Los cedazos o mallas. Son de medidas de $\frac{3}{4}$ de pulg. (19,0 mm), $\frac{3}{8}$ pulg (9.5 mm) y N° 4 (4,75mm). tener en cuenta en las "Especificaciones para Mallas Metálicas con Fines de Ensayo "según la norma técnica.
- Juego de herramientas. Son cuchara, espátula, paletas, mezclador, botella con agua. Tener en cuenta lo que indica la norma técnica.
- Los cedazos. Son un juego conformados de 3",2",1 $\frac{1}{2}$ ",1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ ", estos están enumerados en: N° 4, N° 10, N° 16, N° 30, N° 40, N° 50, N° 100, N° 200. Tener en cuenta las normas técnicas para estos ensayos.
- Batea. Para lavar las muestras.

LIMITES DE ATTERBERG ASTM 4020

Es un procedimiento de laboratorio que está normalizados y que nos permiten tener los datos que requerimos para saber el grado de humedad, plasticidad, este tipo de prueba es el que determina la clasificación de los suelos. Las muestras son sometidas a sus cambios naturales y modificados.

Equipos necesarios:

Todos estos equipos son necesarios que deban cumplir las normas técnicas. En la Guía de Laboratorio (p. 2) se debe tener:

- Máquina de Casagrande (referencia: norma ASTM N° D 4318-95a)
- Acanalador (misma referencia).
- Balanza de sensibilidad 0.1g.
- Varios: espátula de acero flexible, cápsulas de porcelana, placa de vidrio, horno regulable a 110°, agua destilada.

Fuente: file:///C:/Users/HP/Downloads/lab_5_Analisis_granulomtrico_y_limites_de_atterberg.pdf

Procedimiento del Límite Líquido

En la Guía de Laboratorio (p. 2, 3) en:

a. Preparación del material.

Se utiliza únicamente la parte del suelo que pasa por la malla # 40 (0.42 mm). Se procede a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad. Para los limos y suelos arenosos con poco contenido de arcilla el ensayo se podrá realizar inmediatamente después de agregar agua, siguiendo el procedimiento indicado en letra b. Para los limos arcillosos será necesario conservar la pasta aproximadamente 4 horas en un recipiente cubierto. Para las arcillas este tiempo deberá aumentarse a 15 o más horas para asegurar una humedad uniforme de la muestra.

b. Determinación del límite líquido.

En la práctica, el límite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldeado a $w = w_L$ tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm²) de tal modo que la muestra de suelo

remoldeado necesita de 25 golpes para cerrar en $\frac{1}{2}$ pulgada dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especificadas más adelante.

1) Se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido, para lo cual recibirán indicaciones del instructor, 2) desmontar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento.

3) montar la cápsula en su posición para el ensayo.

4) colocar entre 50 y 70 g de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo.

5) usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo, siendo este procedimiento aún más complejo cuando se trata de suelos orgánicos con raicillas, 6) girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40..

7) revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones 5) y 6).

8) tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes que se describe más adelante.

9) vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (2) a (8),

10) repetir etapas (2) a (9), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

Fuente:file:///C:/Users/HP/Downloads/lab_5_Analisis_granulomtrico_y_limites_de_atterberg.pdf

Validación de los instrumentos de investigación

Nuestra investigación estará al alcance utilizando técnicas que nos puedan precisar para así llegar a cumplir nuestro objetivo, como es de notar hemos tomado como referencia a Caceda, Taveara, entre otras fuentes para poder definir y precisar nuestra investigación.

También nos guiamos de las normas nacionales e internacionales para mayor confiabilidad.

Instrumentos.

Para despejar ciertas dudas se utilizaron los documentos (formatos) para el estudio en laboratorio.

- Estudio de granulométrica.
- DPL ensayo de penetración ligera.
- Estudios químicos.
- Definir la consistencia (Límites líquido y plástico).
- Estudio del Proctor.
- Límite de agua
- Clasificación de suelos.

Ensayos de laboratorio.

Nuestra investigación se llevó a cabo en el laboratorio de suelos “Corporación Geotecnia S.A.C” a cargo del Ingeniero Juan Julio Rodríguez Piminchumo, y como asistente el Ingeniero técnico de laboratorio Wilson Zelada Santos.

Métodos de análisis de datos.

Se llevaron a cabo 3 fases.

Fase preliminar.

Se definió y se hicieron estudios como:

- Recolección de datos.
- Recolección de datos de campo.

- Recolección de datos de laboratorio (estudio de suelo).
- Verificación de los equipos de laboratorio.
- Programación de los pagos desarrollados por los estudios de laboratorio.

Fase de campo y ensayos de laboratorio.

El terreno de la zona a estudiarse de la cantera donde se extrajo el material granular de la cantera la Víbora ubicado en la localidad de Rinconada.

Fase de gabinete.

Nuestros resultados de laboratorio.

- Estudio de campo.
- DPL.
- Proctor Modificado.
- Limite líquido.

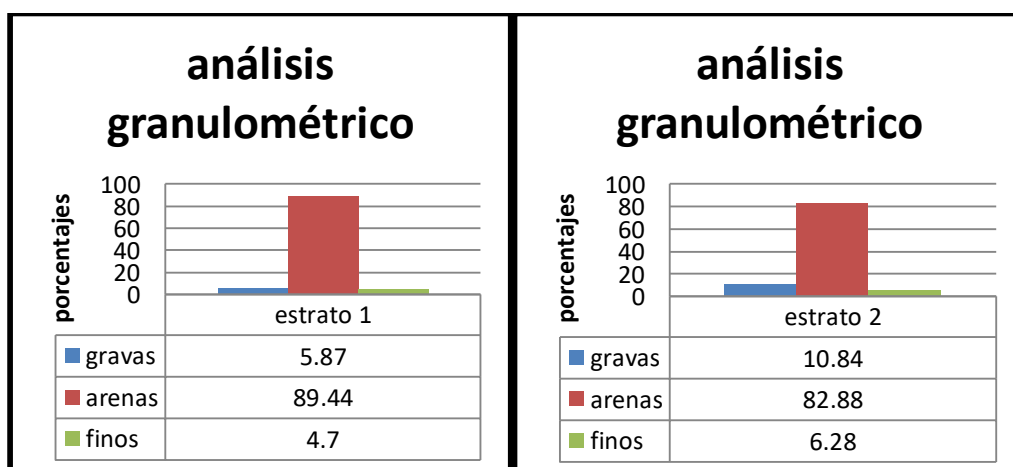
III. RESULTADOS

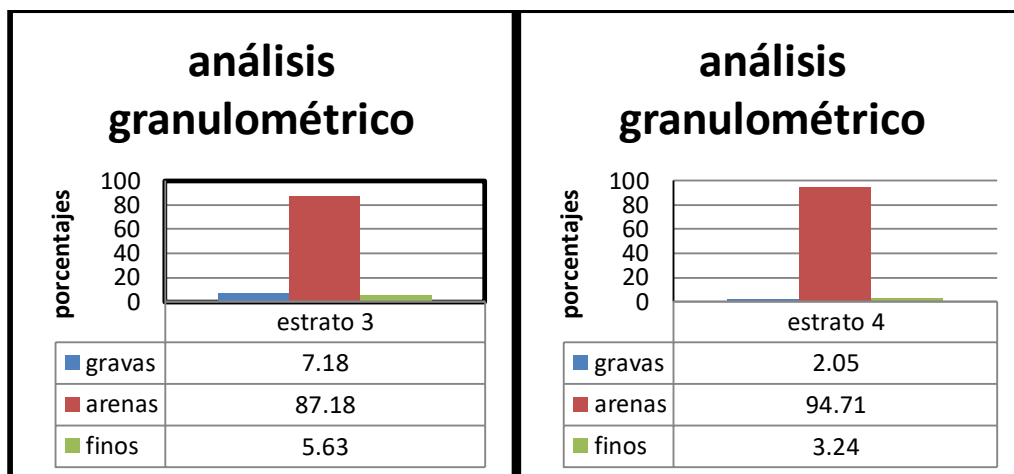
Tenemos como resultado de cada uno de los ensayos hechos y analizados del terreno en el laboratorio. Según sus propiedades de cada uno donde se asentarán nuestras bases y donde se desarrollará la cimentación donde recibirá toda la carga proyectada a UN metro de profundidad. Se tubo bien en cuenta la humedad de esta zona, y del grado de arena arcillosa que cuenta dicho terreno que por cierto es bastante bajo y nulo, ya que en esta parte del terreno su capacidad de soporte a la carga que son sometidas es bajas.

Hemos comprobado que el mejoramiento del terreno mezclado con afirmado y el aceite reciclado de motores a un 4 % será favorable para dicho mejoramiento, entonces nos atrevemos a decir que las propiedades mecánicas de terreno fueron mejoradas cuyas partículas de carbono fueron entrelazadas químicamente con los carbonatos de calcio (CAL) del afirmado, aumentan las propiedades cementantes que se requirió con el aceite de motores reciclados tienen propiedades hidrófobas.

Finalmente mencionaremos que todos los resultados obtenidos están acorde a la NORMA TECNICA E 0.50 SUELOS Y CIMENTACIONES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DEL PERÚ.

Tabla 6 Análisis Granulométrico Calicata Uno



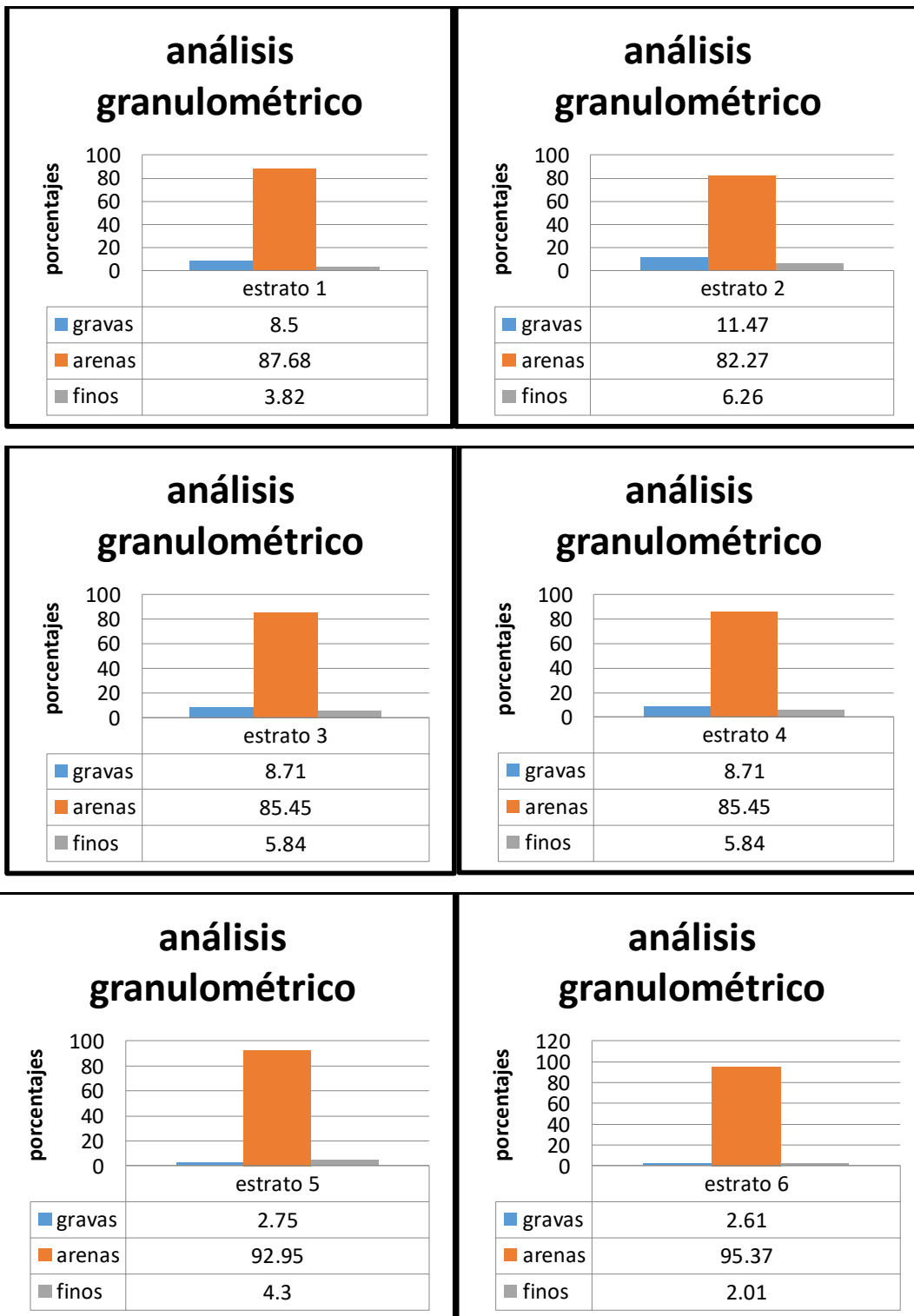


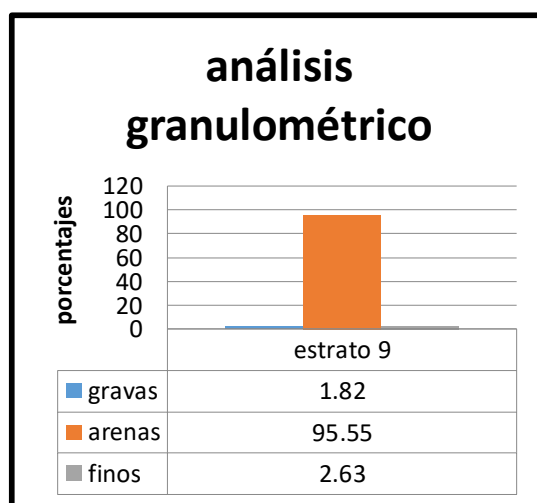
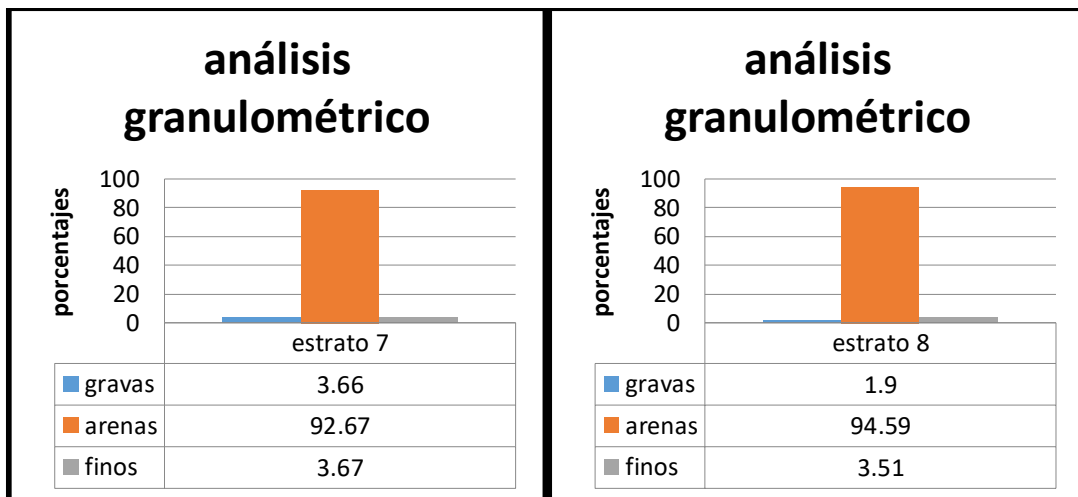
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en esta distribución destacamos los porcentajes de la clasificación de material en cada estrato de la calicata realizada, en este caso es la calicata número uno en el estrato 0.00 cm con respecto al NTN, tenemos una capa de 25 cm de material de relleno con material no calificado. Seguido por el estrato - 25 cm con respecto al NTN, teniendo como predominante la arena en su rango más alto con un valor total de 89.44% de material arenoso, 5.87% de material gravoso y 4.70% de finos. Seguido por el estrato - 50 cm con respecto al NTN, con un valor de 82.88% de material arenoso, 10.84% de material gravoso y 6.28% de finos. Sucesivo el estrato - 130 cm con respecto al NTN, con un valor de 87.18% de material arenoso, 7.18% de material gravoso y 5.63% de finos y finalmente seguido por el estrato - 180 cm con respecto al NTN, de la calicata número uno con un valor de 94.71% de material arenoso, 2.05% de material gravoso y 3.24% de finos.

Interpretación: de acuerdo a su estratigrafía del suelo de la primera calicata realizada, las muestras fueron llevadas al laboratorio para su respectivo estudio, donde podemos decir que la zona está conformado por material de relleno con una altura de 0.25m que no fue tomado en cuenta como suelo de estudio, se destacó en la mayoría de los estratos el alto porcentaje de material arenoso, quedando retenido en la malla mayor a N° 200 y menor a la malla N°4 de los tamiz trabajados en laboratorio, por ello se obtuvo el resultado de acuerdo a la clasificación SUCS un tipo de suelo predominante SP (Arena mal graduada con pocos finos) y con el sistema de clasificación AASHTO . A - 2 - 4(0

Tabla 7 Análisis granulométrico calicata dos





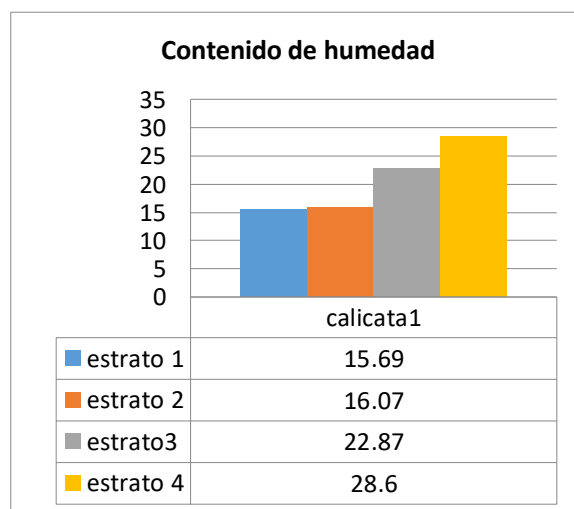
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: en esta distribución destacamos los porcentajes de la clasificación de material en cada estrato de la calicata realizada, en este caso es la calicata número dos en el estrato 0.00 cm con respecto al NTN, tenemos una capa de 50 cm de arena mal graduada con presencia de limo contaminado con material no calificado con un valor de 87.68% de material arenoso, 8.50% de material gravoso y 3.82% de finos. Seguido por el estrato - 100 cm con respecto al NTN, teniendo como predominante la arena en su rango más alto con un valor total de 82.27% de material arenoso, 11.47% de material gravoso y 6.26% de finos. Seguido por el estrato – 150 cm con respecto al NTN, con un valor de 85.45% de material arenoso, 8.71% de material gravoso y 5.84% de finos. Sucesivo el estrato – 200 cm con respecto al NTN, con un valor de 92.95% de material arenoso, 2.75% de material gravoso y 4.30% de fino. Seguido por el estrato - 250

cm con respecto al NTN, teniendo como predominante la arena en su rango más alto con un valor total de 95.37% de material arenoso, 2.61% de material gravoso y 2.01% de finos. Seguido por el estrato – 300 cm con respecto al NTN, con un valor de 92.67% de material arenoso, 3.66% de material gravoso y 3.67% de finos. Sucesivo el estrato – 350 cm con respecto al NTN, con un valor de 94.59% de material arenoso, 1.9% de material gravoso y 3.51% de finos y finalmente seguido por el estrato – 400 cm con respecto al NTN, de la calicata número dos con un valor de 95.55% de material arenoso, 1.82% de material gravoso y 2.63% de finos.

Interpretación: de acuerdo a su estratigrafía del suelo de la segunda calicata realizada, las muestras fueron llevadas al laboratorio para su respectivo estudio, donde podemos decir que la zona está conformado por material de relleno y arenas mal gradadas limo arcillosos, se destacó en la mayoría de los estratos el alto porcentaje de material arenoso, quedando retenido en la malla mayor a N°200 y menor a la malla N°4 de los tamiz trabajados en laboratorio, por ello se obtuvo el resultado de acuerdo a la clasificación SUCS un tipo de suelo predominante SP (Arena mal graduada con pocos finos) y con el sistema de clasificación AASHTO A - 2 - 4(0).

Tabla 8 Contenido de humedad calicata uno

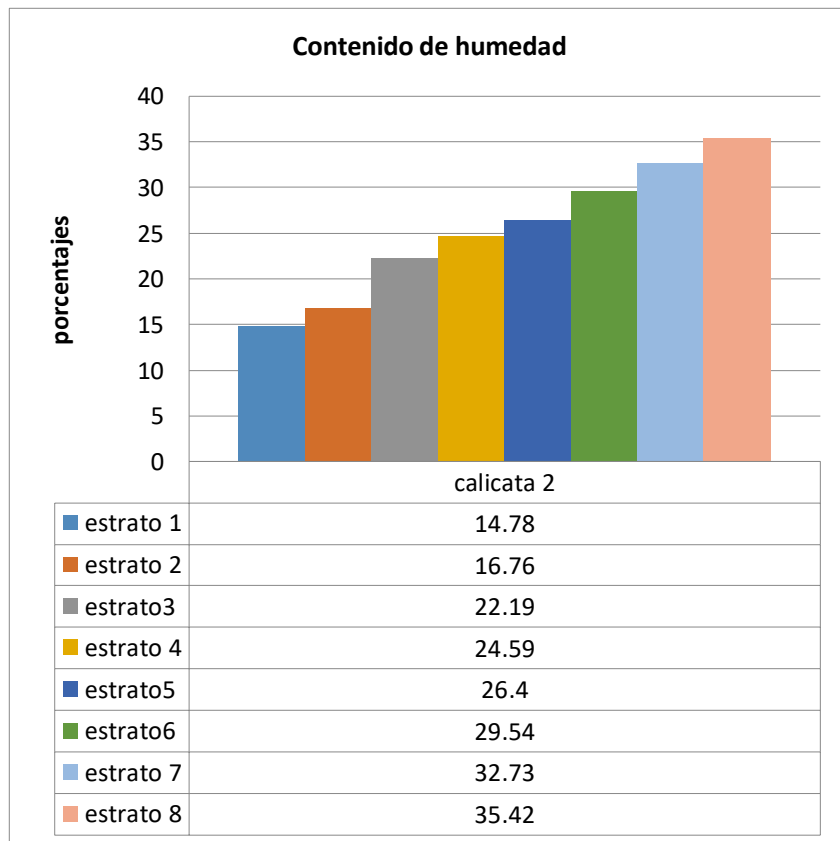


Fuente: Elaboración propia

Descripción: en esta distribución destacamos los porcentajes de su contenido de humedad de los estratos de la primera calicata realizada, en el estrato - 25 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 15.69%. Seguido por el estrato – 50 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 16.07% Seguido por el estrato – 130 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 22.87% y finalmente seguido por el estrato – 180 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 28.60%.

Interpretación: de los resultados obtenidos podemos destacar de la calicata número uno el porcentaje de humedad de los estratos del suelo, realizados en laboratorio, donde el punto más alto tiene el estrato – 180 cm, con un porcentaje de contenido de humedad de 28.60%, con respecto al punto más bajo de la calicata número uno obteniendo un 15.69% de contenido de humedad

Tabla 9 Contenido de humedad calicata dos.

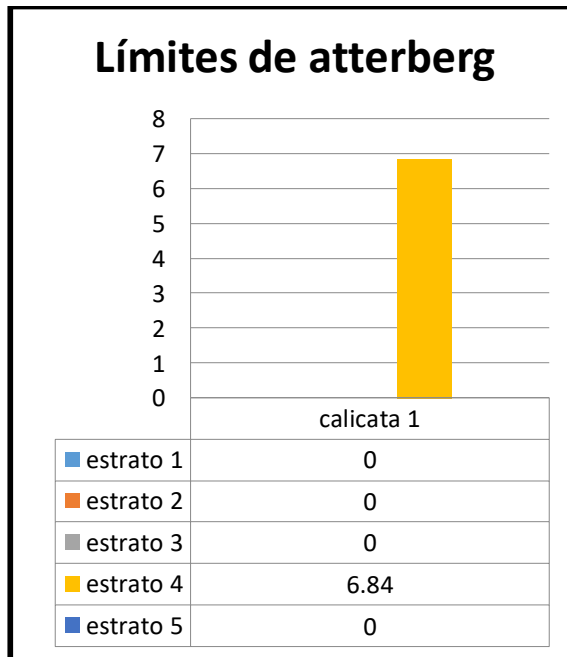


Fuente: Elaboración propia

Descripción: en esta distribución destacamos los porcentajes de su contenido de humedad de los estratos de la segunda calicata realizada, en el estrato – 0.00 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 14.78%. Seguido por el estrato – 50 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 16.76%. Seguido por el estrato – 100 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 22.19% Seguido por el estrato – 150 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 24.59%. Seguido por el estrato – 200 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 26.40%. Seguido por el estrato – 250 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 29.54%. Seguido por el estrato – 300 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 32.73% y finalmente seguido por el estrato – 350 cm con respecto al NTN, el porcentaje de humedad es de 35.42%.

Interpretación: de los resultados obtenidos podemos destacar de la calicata número dos el porcentaje de humedad de los estratos del suelo realizados en laboratorio, donde el punto más alto tiene el estrato – 350 cm con respecto al NTN, con un porcentaje de contenido de humedad de 35.42%, con respecto al punto más bajo de la calicata número dos obteniendo un 14.78% de contenido de humedad.

Tabla 10 Límites de atterberg calicata uno

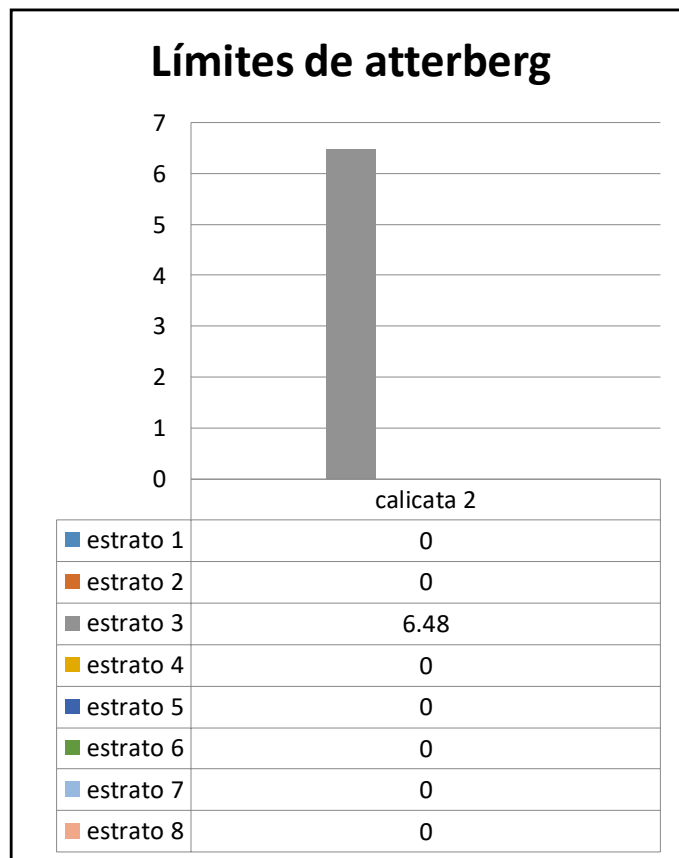


Fuente: Elaboración propia

Descripción: en esta distribución destacamos los límites de Atterberg de sus respectivos estratos de las calicatas uno realizada, teniendo como el rango más alto de porcentaje del estrato – 130 cm con respecto al NTN, con un valor total de 6.84% Índice de Plasticidad de la primera calicata. Por último, el estrato 0.00 cm, - 0.25 cm, - 50 cm y – 180 cm con respecto al NTN, no tuvieron índice de plasticidad por no tener límite líquido y/o límite plástico.

Interpretación: se destaca en la mayoría de las calicatas el porcentaje de Índice de Plasticidad realizado en laboratorio, solo se realizó al patrón natural ya que en la mayoría de mis estratos no contenía índice de plasticidad por ser arenas.

Tabla 11 Límites De Atterberg Calicata Dos



Fuente: Elaboración propia

Descripción: en esta distribución destacamos los límites de Atterberg de sus respectivos estratos de la calicata dos realizada, teniendo como el rango más alto de porcentaje del estrato – 100 cm con respecto al NTN, con un valor total de

6.48% Índice de Plasticidad de la segunda calicata. Por último, el estrato 0.00 cm, - 0.50 cm, - 150 cm y – 200 cm, - 250 cm, - 300 cm, - 350 cm con respecto al NTN, no tuvieron índice de plasticidad por no tener límite líquido y/o límite plástico.

Interpretación: se destaca en la mayoría de los estratos de la segunda calicata el porcentaje de Índice de Plasticidad realizado en laboratorio, se realizó al patrón natural ya que en la mayoría de mis estratos no contenía índice de plasticidad por ser arenas.

Tabla 12 Contenido de sales calicata uno

| Nº | ANALISIS QUIMICO | VALORES MAXIMOS ADMISIBLES | RESULTADOS (%) | | |
|----|---------------------------------------|----------------------------|----------------|------------|----------|
| | | | C-1 | C-1 | PROMEDIO |
| | Profundidad (m) | | 0.00 - 1.20 | 0.00 -1.20 | |
| 1 | Sales Delicuescentes o Cloruros | 0.15% | 0.52% | 0.50% | 0.51% |
| 2 | Sulfatos Solubles (SO4) | 0.10% | 0.32% | 0.35% | 0.34% |
| 3 | Sales Solubles Totales | 0.50% | 1.10% | 1.08% | 1.09% |
| 4 | Sólidos en suspensión | 1000 | | | |
| 5 | Materia Orgánica expresado en Oxígeno | 10 | | | |
| 6 | Sales Solubles de Magnesio | 150 | | | |
| 7 | Límite de Turbidez | 2000 | | | |
| 8 | Dureza | > 5 | | | |
| 9 | Potencial de Hidrógeno (PH) | > 7 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |

Fuente: Elaboración propia

Descripción: en el ensayo químico de contenido de sales del terreno natural (calicata uno), realizadas en el laboratorio, obtuvimos como promedio para Cloruros 0.51%, para sulfatos 0.34%, sales solubles totales 1.09%.

Interpretación: se destaca en la calicata número uno, el contenido de sales supera ampliamente los límites permitidos, en el promedio de cloruros excede en 0.36% el cual origina el ataque químico al concreto de la cimentación. En sulfatos excede en 0.24% el límite permitido, ocasionando problemas de corrosión en las armaduras metálicas. Finalmente, en sales solubles totales excede en 0.59% el límite permitido, ocasionando problemas de resistencia por LIXIVIACION.

Tabla 13 Contenido de sales calicata dos

| Nº | ANÁLISIS QUÍMICO | VALORES MAXIMOS ADMISIBLES | RESULTADOS (%) | | |
|----|---------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------|
| | | | C-2 | C-2 | PROMEDIO |
| | Profundidad (m) | | 0.00 - 1.20 | 0.00 - 1.20 | |
| 1 | Sales Delicuescentes o Cloruros | 0.15% | 0.56% | 0.46% | 0.51% |
| 2 | Sulfatos Solubles (SO4) | 0.10% | 0.62% | 0.51% | 0.57% |
| 3 | Sales Solubles Totales | 0.50% | 0.98% | 1.05% | 1.02% |
| 4 | Sólidos en suspensión | 1000 | | | |
| 5 | Materia Orgánica expresado en Oxígeno | 10 | | | |
| 6 | Sales Solubles de Magnesio | 150 | | | |
| 7 | Límite de Turbidez | 2000 | | | |
| 8 | Dureza | > 5 | | | |
| 9 | Potencial de Hidrógeno (PH) | > 7 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |

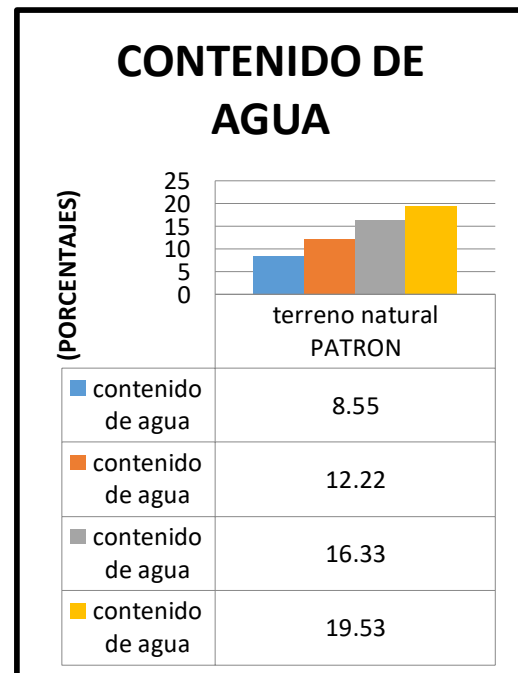
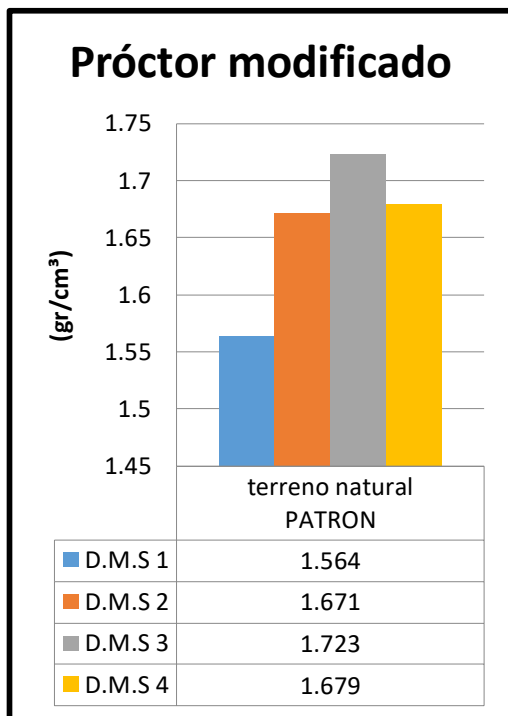
Fuente: Elaboración propia

Descripción: en el ensayo químico de contenido de sales del terreno natural (calicata uno), realizadas en el laboratorio, obtuvimos como promedio para Cloruros 0.51%, para sulfatos 0.57%, sales solubles totales 1.02%.

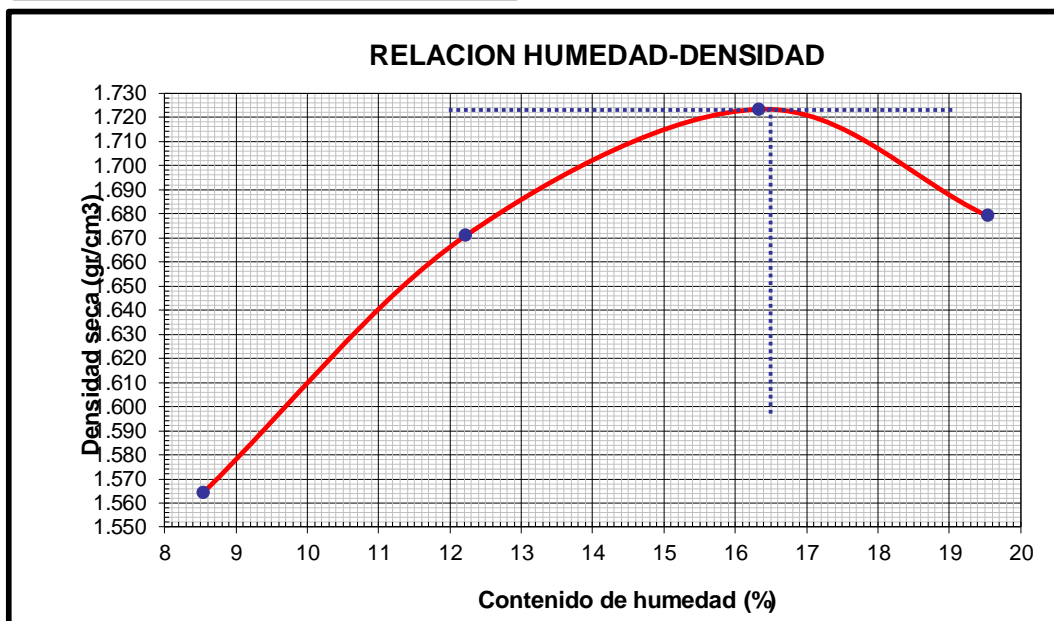
Interpretación: se destaca en la calicata número uno, el contenido de sales supera ampliamente los límites permitidos, en el promedio de cloruros excede en 0.36% el cual origina el ataque químico al concreto de la cimentación.

En sulfatos excede en 0.47% el límite permitido, ocasionando problemas de corrosión en las armaduras metálicas. Finalmente, en sales solubles totales excede en 0.52% el límite permitido, ocasionando problemas de resistencia por LIXIVIACION.

Tabla 14 Próctor modificado y porcentajes de humedad



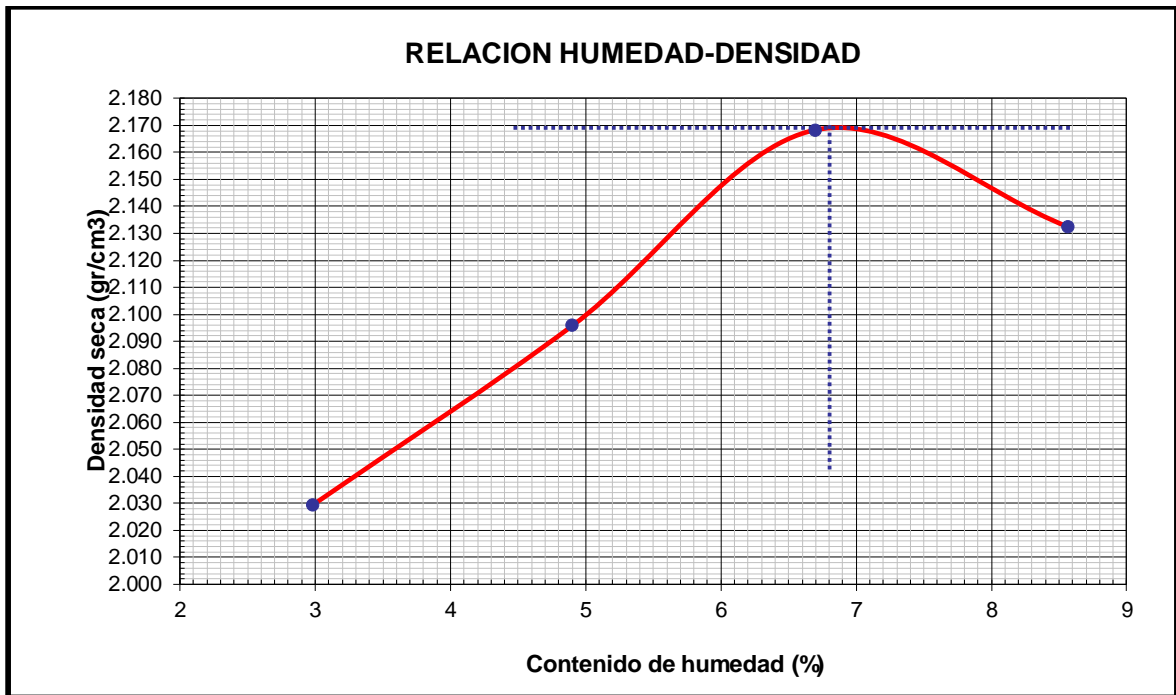
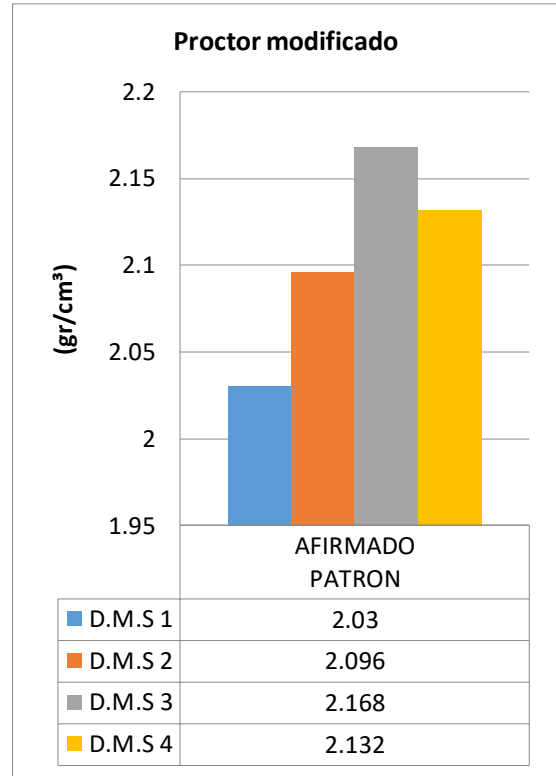
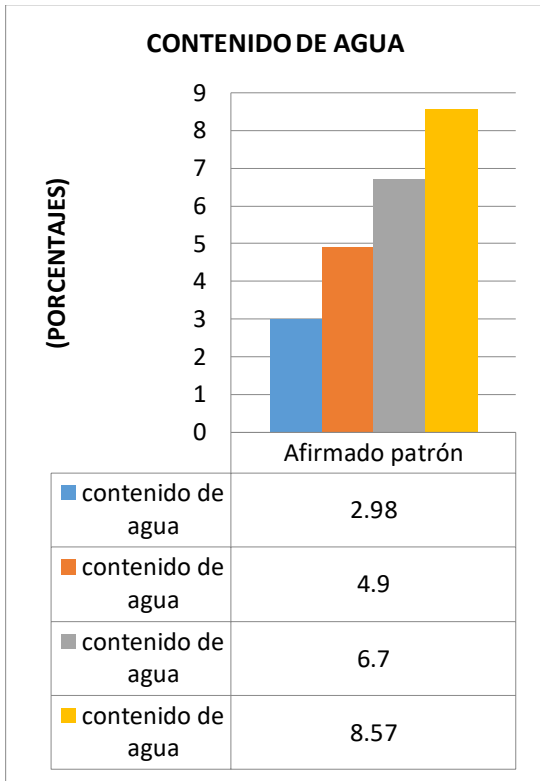
Fuente: Elaboración propia



Descripción: en el Próctor modificado para la calicata uno, se tomó de referencia al suelo natural en cuatro puntos o porcentajes de humedad, para así hallar la curva o relación entre humedad y densidad del material trabajado. Empezando con un porcentaje de humedad de 8% y obteniendo como peso volumétrico seco 1.564 gr/cm^3 , Sucesivamente al 12% de porcentaje de humedad obtuvimos una densidad máxima seca de 1.671 gr/cm^3 , sucesivamente con un porcentaje de humedad de 16% su densidad máxima seca es 1.723 gr/cm^3 . Por último al 19% de porcentaje de humedad se obtuvo una densidad máxima seca de 1.679 gr/cm^3 de la muestra utilizada en el molde del Próctor modificado.

Interpretación: se destaca en la calicata número uno, el Próctor modificado con material del terreno natural de la zona de estudio, se trabajó con diferentes porcentajes de agua para obtener un balance de humedad óptima y dar como resultado una mejor compactación, donde se analizó mediante una curvatura máxima entre humedad y densidad. En el ensayo de Próctor modificado que se realizó en el laboratorio, podemos decir que al 16.33% de humedad óptima nos arrojó una máxima densidad seca de 1.723 gr/cm^3 como pico más alto de la curvatura.

Tabla 15 Próctor modificado y porcentajes de humedad



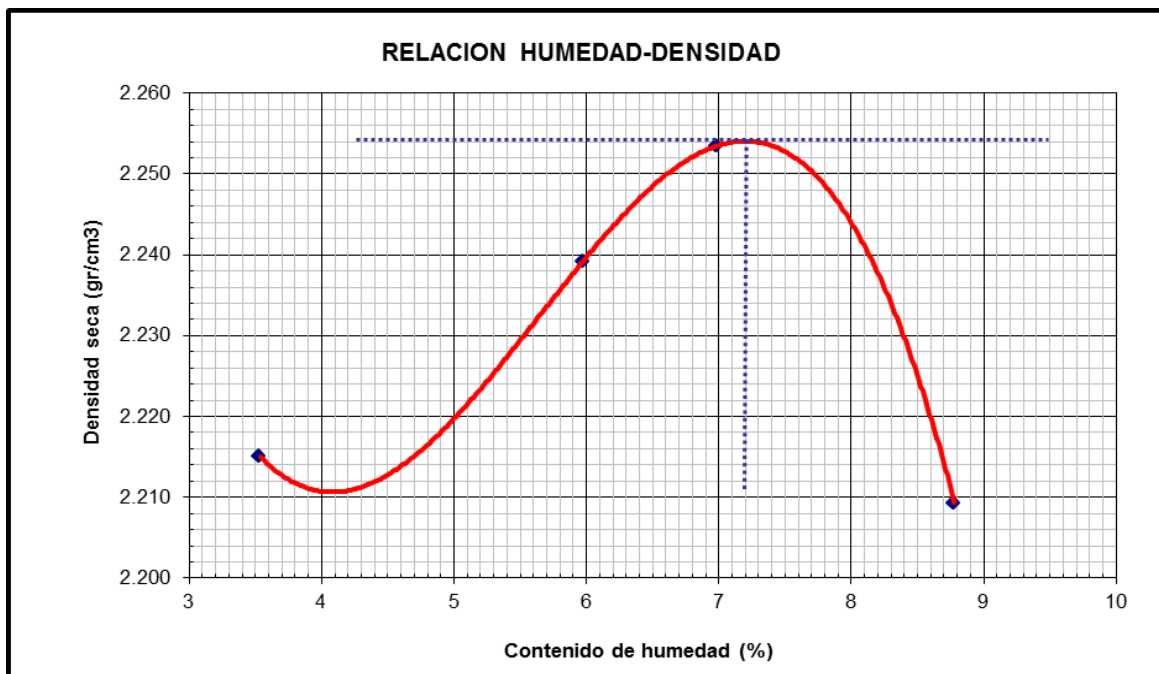
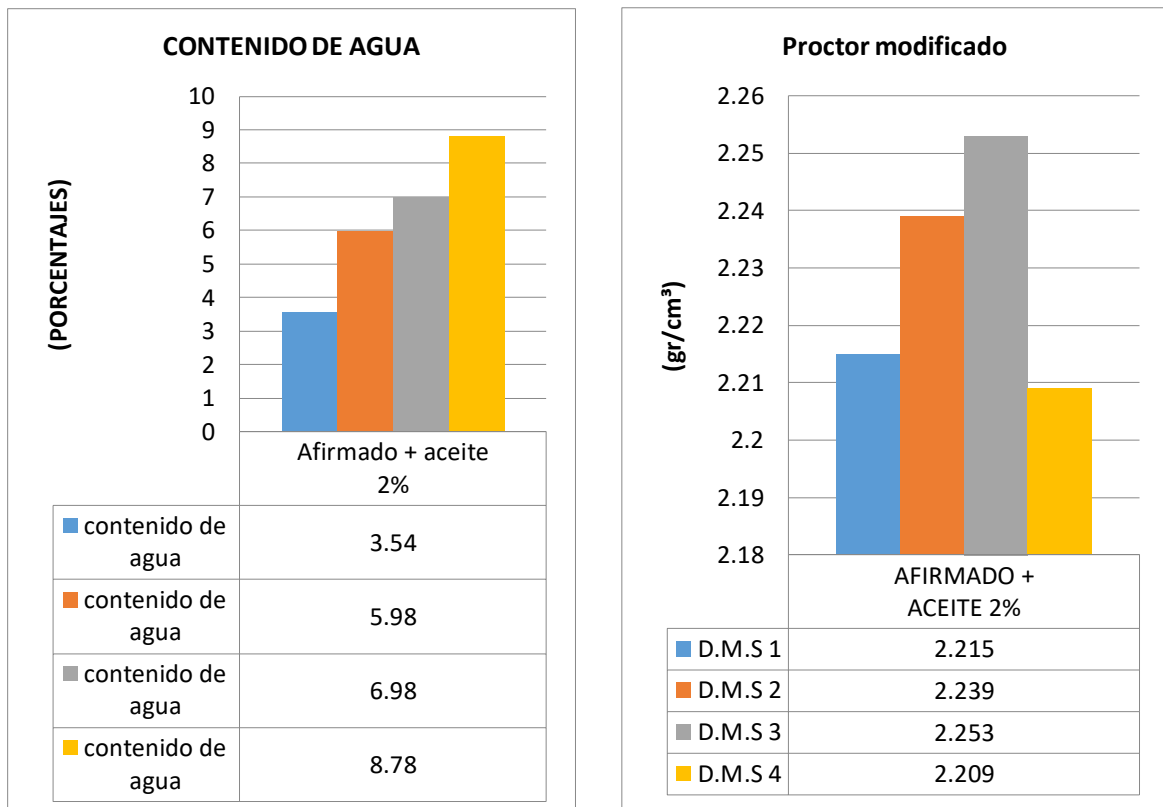
Fuente: Elaboración propia

Descripción: en el Próctor modificado del material granular o afirmado como material para mejoramiento del suelo, lo utilizamos como patrón general, para ver los cambios en sus propiedades mecánicas. Tomamos de referencia al afirmado en cuatro puntos o porcentajes de humedad, para así hallar la curva o relación entre humedad y densidad del material trabajado. Empezando con un porcentaje de humedad de 2% y obteniendo como peso volumétrico seco 2.030 gr/cm^3 , sucesivamente al 4% de porcentaje de humedad obtuvimos una densidad máxima seca de 2.096 gr/cm^3 , sucesivamente con un porcentaje de humedad de 6% su densidad máxima seca es 2.168 gr/cm^3 .

Por último, al 8% de porcentaje de humedad se obtuvo una densidad máxima seca de 2.132 gr/cm^3 de la muestra utilizada en el molde del Próctor modificado.

Interpretación: se destaca en el Próctor modificado con afirmado, se trabajó con diferentes porcentajes de agua para obtener un balance de humedad óptima y dar como resultado una mejor compactación, donde se analizó mediante una curvatura máxima entre humedad y densidad. En el ensayo de Próctor modificado que se realizó en el laboratorio, podemos decir que al 6.80 % de humedad óptima nos arrojó una máxima densidad seca de 2.170 gr/cm^3 como pico más alto de la curvatura.

Tabla 16 Próctor modificado y porcentajes de humedad



Fuente: Elaboración propia

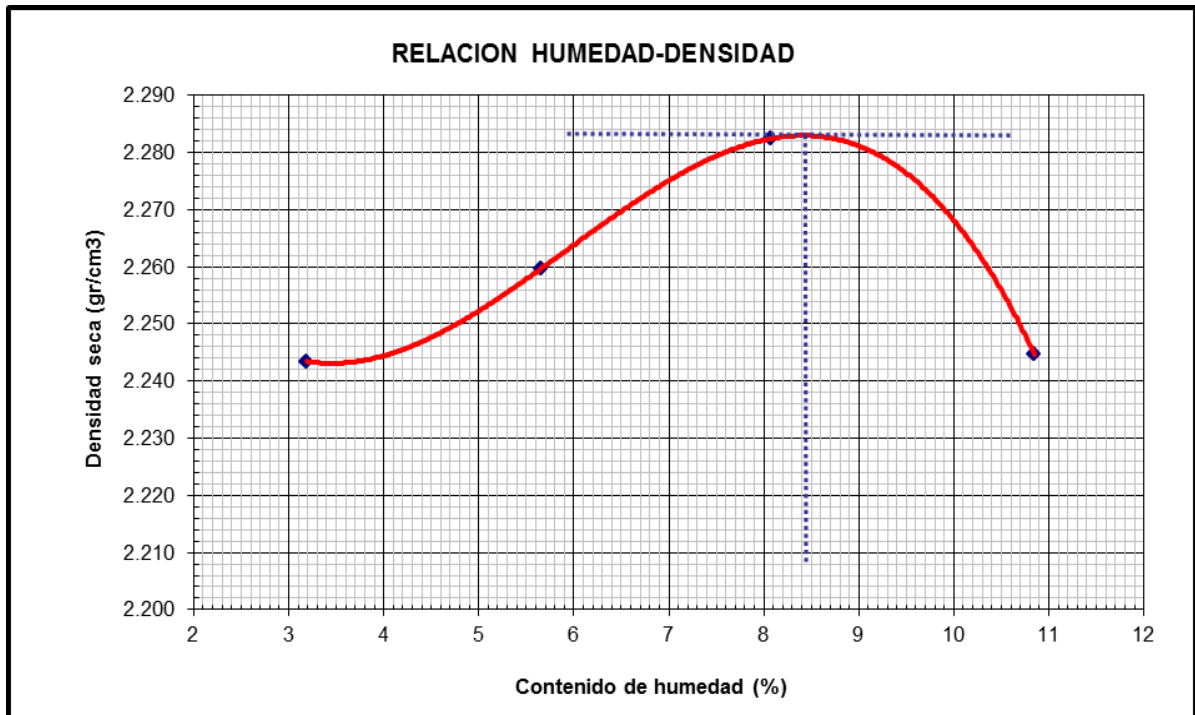
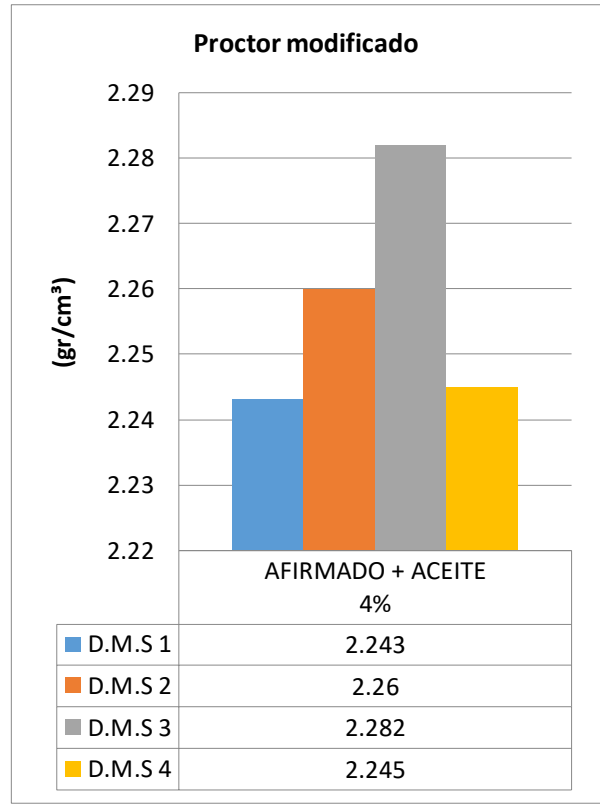
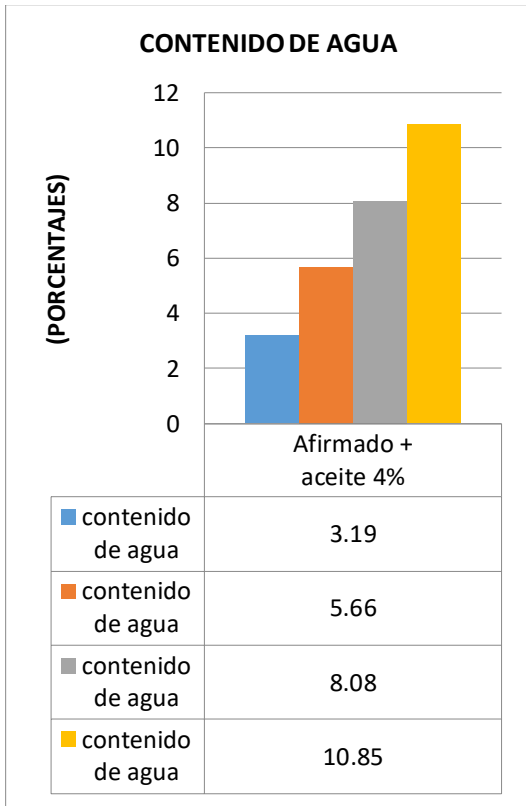
Descripción: en el Próctor modificado del material granular o afirmado como material para mejoramiento del suelo mezclado con 2.00% de aceite reciclado de motores, veremos los cambios en sus propiedades mecánicas. Tomamos de referencia al afirmado con el aceite reciclado de motores al 2.00% en cuatro puntos o porcentajes de humedad, para así hallar la curva o relación entre humedad y densidad del material trabajado. Empezando con un porcentaje de humedad de 3% y obteniendo como peso volumétrico seco 2.215 gr/cm^3 , sucesivamente al 5% de porcentaje de humedad, obtuvimos una densidad máxima seca de 2.239 gr/cm^3 , sucesivamente con un porcentaje de humedad de 6% su densidad máxima seca es 2.253 gr/cm^3

Por último, al 8% de porcentaje de humedad se obtuvo una densidad máxima seca de 2.209 gr/cm^3 de la muestra utilizada en el molde del Próctor modificado.

Interpretación: se destaca en el Próctor modificado con afirmado, se trabajó con diferentes porcentajes de agua para obtener un balance de humedad óptima y dar como resultado una mejor compactación, donde se analizó mediante una curvatura máxima entre humedad y densidad.

En el ensayo de Próctor modificado que se realizó en el laboratorio, podemos decir que al 7.20 % de humedad óptima nos arrojó una máxima densidad seca de 2.254 gr/cm^3 como pico más alto de la curvatura.

Tabla 17 Próctor modificado y porcentajes de humedad



Fuente: Elaboración propia

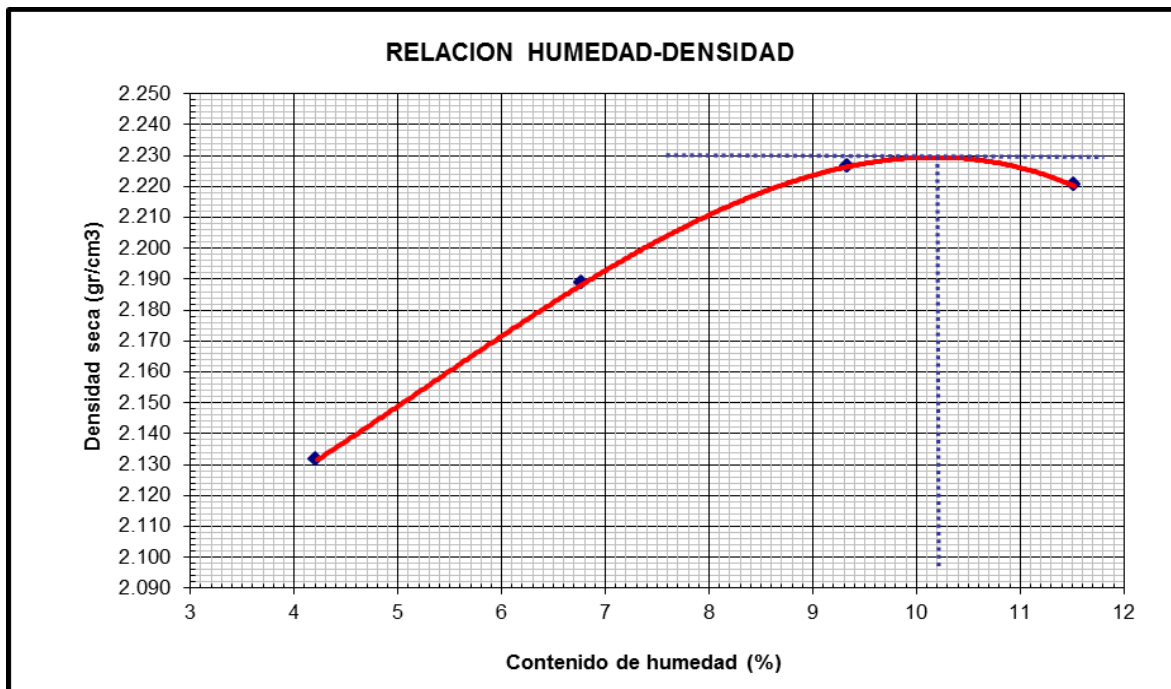
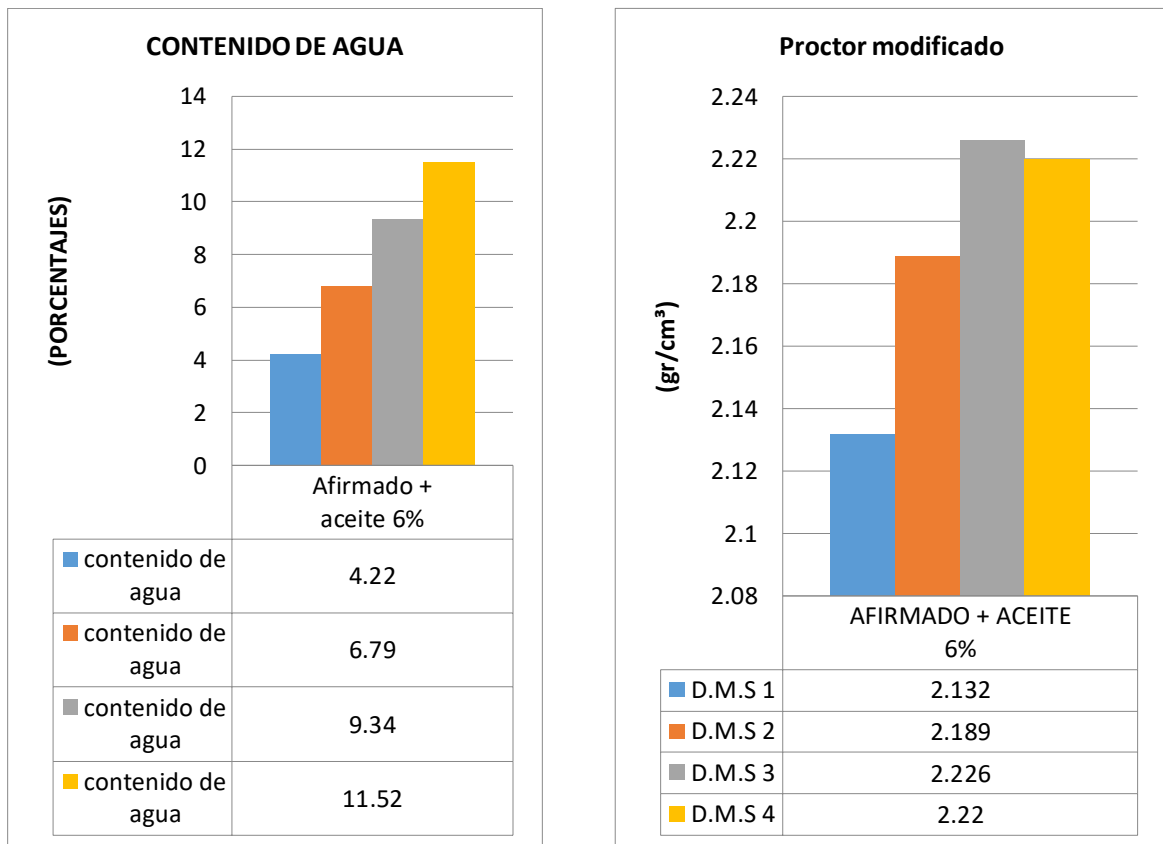
Descripción: en el Próctor modificado del material granular o afirmado como material para mejoramiento del suelo mezclado con 4.00% de aceite reciclado de motores, veremos los cambios en sus propiedades mecánicas. Tomamos de referencia al afirmado con el aceite reciclado de motores al 4.00 % en cuatro puntos o porcentajes de humedad, para así hallar la curva o relación entre humedad y densidad del material trabajado. Empezando con un porcentaje de humedad de 3% y obteniendo como peso volumétrico seco 2.243 gr/cm^3 , sucesivamente al 5% de porcentaje de humedad, obtuvimos una densidad máxima seca de 2.260 gr/cm^3 , sucesivamente con un porcentaje de humedad de 8 % su densidad máxima seca es 2.282 gr/cm^3 .

Por último, al 10 % de porcentaje de humedad se obtuvo una densidad máxima seca de 2.245 gr/cm^3 de la muestra utilizada en el molde del Próctor modificado.

Interpretación: se destaca en el Próctor modificado con afirmado, se trabajó con diferentes porcentajes de agua para obtener un balance de humedad óptima y dar como resultado una mejor compactación, donde se analizó mediante una curvatura máxima entre humedad y densidad.

En el ensayo de Próctor modificado que se realizó en el laboratorio, podemos decir que al 8.40 % de humedad óptima nos arrojó una máxima densidad seca de 2.283 gr/cm^3 como pico más alto de la curvatura.

Tabla 17: Próctor modificado y porcentajes de humedad



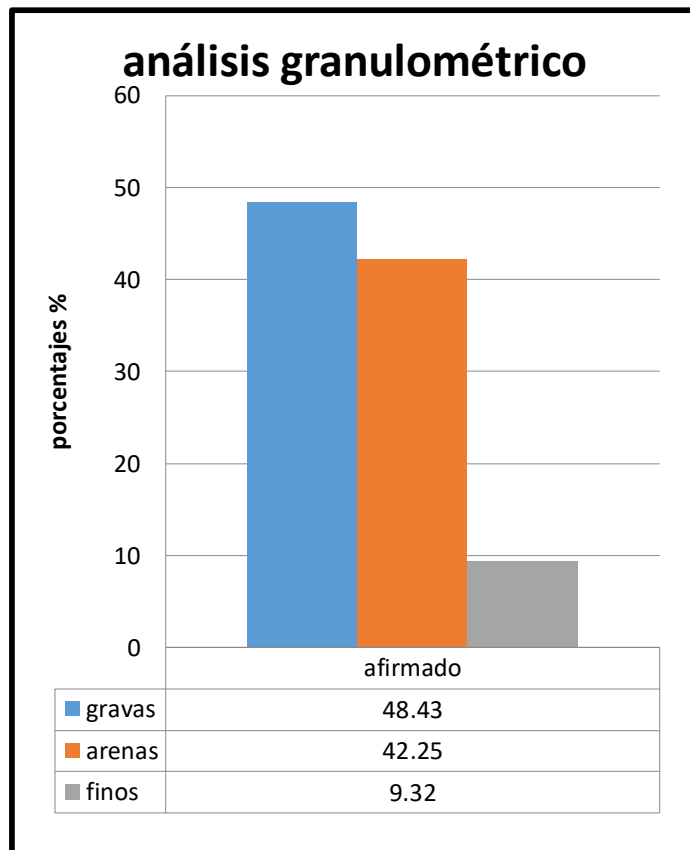
Fuente: Elaboración propia

Descripción: en el Próctor modificado del material granular o afirmado como material para mejoramiento del suelo mezclado con 6.00% de aceite reciclado de motores, veremos los cambios en sus propiedades mecánicas. Tomamos de referencia al afirmado con el aceite reciclado de motores al 6.00 % en cuatro puntos o porcentajes de humedad, para así hallar la curva o relación entre humedad y densidad del material trabajado. Empezando con un porcentaje de humedad de 4% y obteniendo como peso volumétrico seco 2.132 gr/cm^3 , sucesivamente al 6% de porcentaje de humedad, obtuvimos una densidad máxima seca de 2.189 gr/cm^3 , sucesivamente con un porcentaje de humedad de 9 % su densidad máxima seca es 2.226 gr/cm^3

Por último, al 11 % de porcentaje de humedad se obtuvo una densidad máxima seca de 2.220 gr/cm^3 de la muestra utilizada en el molde del Próctor modificado.

Interpretación: se destaca en el Próctor modificado con afirmado, se trabajó con diferentes porcentajes de agua para obtener un balance de humedad óptima y dar como resultado una mejor compactación, donde se analizó mediante una curvatura máxima entre humedad y densidad. En el ensayo de Próctor modificado que se realizó en el laboratorio, podemos decir que al 10.20 % de humedad óptima nos arrojó una máxima densidad seca de 2.230 gr/cm^3 como pico más alto de la curvatura.

Tabla 18 Análisis granulométrico afirmado

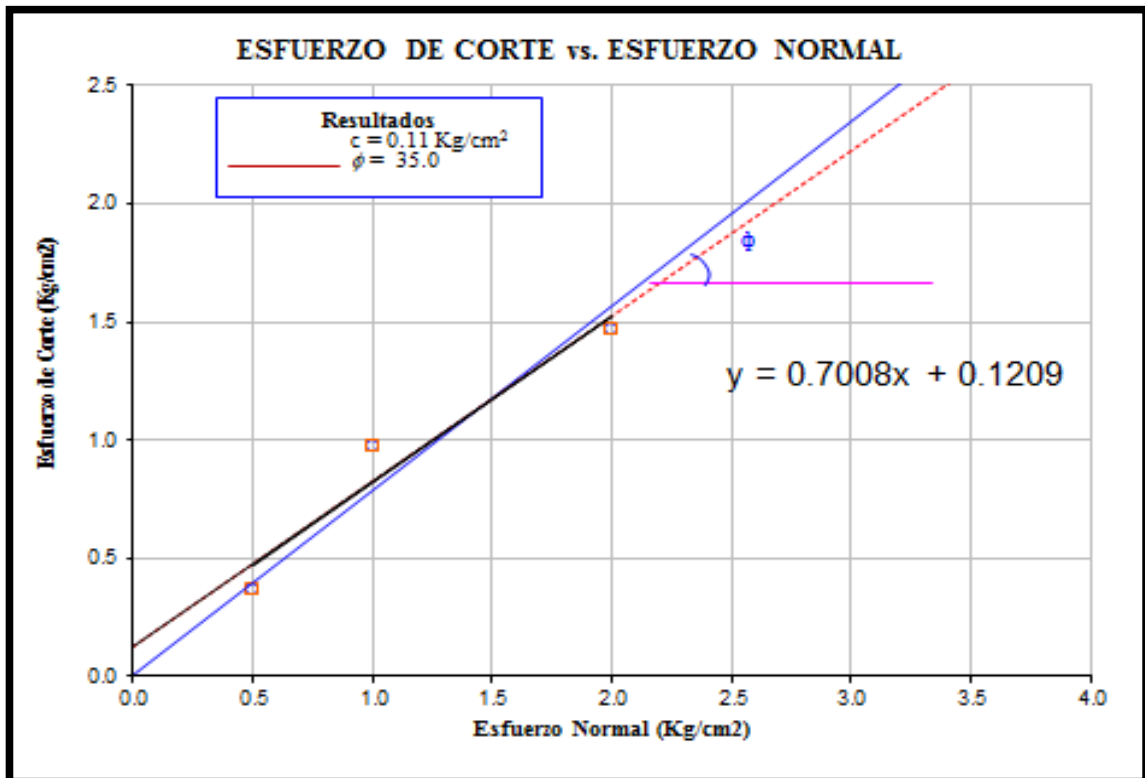
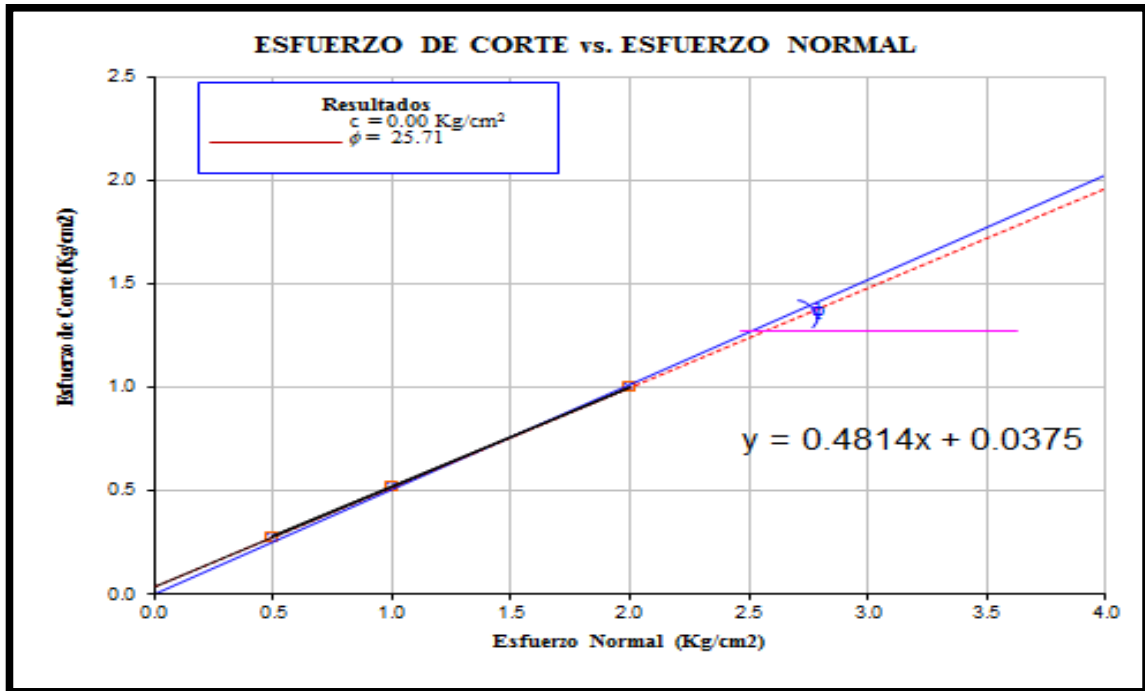


Fuente: Elaboración propia

Descripción: en esta distribución destacamos los porcentajes de la clasificación de material granular afirmado cuyo contenido es el siguiente: material gravoso 48.33%, material arenoso 42.25% y finos con 9.32%. Con un índice de plasticidad de 7.75% y contenido de humedad de 2.10%.

Interpretación: de acuerdo a su granulometría del afirmado, llevadas al laboratorio para su respectivo estudio, donde podemos decir que el material granular contiene un gran porcentaje de gravas, arenas bien gradadas SW y arena arcillosa SC, por ello se obtuvo el resultado de acuerdo a la clasificación SUCS y con el sistema de clasificación AASHTO.

Tabla 19 Angulo de fricción y cohesión



Fuente: Elaboración propia

Descripción: en el ensayo de corte directo, se tomó de referencia el suelo de patrón natural con su ángulo de fricción de 25.71° con una cohesión de 0.00 kg/m^2 y con mejoramiento de suelo mezclando afirmado con aceite reciclado de motores su ángulo de fricción se elevó a 35° con una cohesión de 0.11 kg/m^2 de la muestra utilizada en el molde del corte directo.

Interpretación: para el ensayo de corte directo con mejoramiento de suelo con un ángulo de inclinación de 35° con una cohesión de 0.11 kg/m^2 se verificó en el ensayo de laboratorio que tuvo más resistencia al esfuerzo del corte con respecto al terreno natural, con estos datos obtenidos tendremos que reemplazar en la fórmula establecida por Terzaghi para poder hallar la capacidad de carga admisible o la capacidad portante del suelo en la zona de estudio.

IV. DISCUSIÓN.

- 4.1 Nuestra investigación realizada tuvo como objetivo demostrar la viabilidad en el empleo del aceite reciclado que emanan los vehículos, de esta manera se emplearan en el mejoramiento de las propiedades del material a utilizar. Es una forma de contribuir con nuestra localidad en el mejoramiento de los terrenos con baja resistencia para los fines de cimentación.
- 4.2 Las muestras (ensayos) realizados y analizados fueron: Ensayo Próctor modificado, D.P.L, corte directo en el laboratorio. Nuestra investigación se determinó los porcentajes del aceite reciclado con la mezcla del agua y aceite reciclado de motores al mezclar un material granular de préstamo.
- 4.3 Al tener los resultados de nuestra investigación se procedió a verificar los datos del aceite reciclado de motores para el mejoramiento en cada una de las características a emplear el material granular (afirmado).
- 4.4 Se utilizó el agregado de la cantera LA VIBORA ubicada en el km 17 del pueblo de RINCONADA, ubicada en la provincia del Santa, cuya peculiaridad de dicha cantera contiene finos plásticos mezclados con carbonato de calcio (CAL).
- 4.5 Se concentró un porcentaje de humedad en el Proctor modificado, y el aceite reciclado se utilizó solo el 4%, de esta manera se elevó las características siendo más resistentes y bajando su nivel de plasticidad a un 3.50%.

4.6 En la investigación que realizó Teodoro Orestedes Arteaga Iraitia busca determinar la capacidad del aceite reciclado de motores diésel para un mejoramiento del material (afirmado) tomando como muestras las bases y las sub bases granulométricas de la construcción en pavimentos. La metodología que se empleó para desarrollar la investigación contó con una mecánica característica del afirmado, así como del aceite reciclado por utilizarse, luego en los ensayos Próctor modificado se obtuvo cálculos después de ser mejorados el líquido del material afirmado, aunque de la mezcla de agua y aceite en porcentajes diferidos. La mejora en sus propiedades mecánicas, para el mejoramiento de esta investigación se trabajó con también con afirmado y aceite reciclado en porcentajes del 2%, 4% y 6%, según Reyes Lezcano las características cementantes mejoran mezclando afirmado con aceite reciclado de motores. El mejoramiento del terreno de esta investigación arroja resultados positivos trabajando al 4% de aceite reciclado de motores mezclado con material granular (afirmado).

4.7 En la investigación que realizó Elmer Eduardo Caceda Rodríguez, también propone que el “mejoramiento del terreno colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en la ciudad de Chimbote”.

El trabajo consistió en el reconocimiento de todo el terreno para las perforaciones (calicatas) y poder obtener muestras llevadas al laboratorio para su análisis, posteriormente su procesamiento digital con cálculos del programa estadístico Excel, se realizó por ello ensayos de granulometría (ASTM D422), así como límite de Atterberg (ASTM D4318), contenido de humedad (ASTM D2216), corte directo (ASTM D3080) y Próctor modificado (ASTM D1557. Se debe tener en cuenta que el casco urbano de la misma ciudad también presenta napa freática y por ende nuestro mejoramiento de suelo es muy diferente a la estabilización de suelo porque uno de los objetivos al utilizar aceite reciclado de motores es aprovechar las características impermeables del aceite reciclado de motores para contrarrestar la napa freática del suelo.

V. CONCLUSIÓN.

- 5.1 En la zona de estudio ubicada en la avenida Víctor Raúl Haya de la torre 220 casco urbano de la ciudad de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash, mediante su perfil geotécnico tiene un tipo de suelo SP según SUCS (Arena mal gradada de presencia de pocos o nulos finos plásticos) en estado suelto y saturado, con un límite líquido casi inexistente , límite plástico de casi inexistente y con un índice de plasticidad casi nulo, por ser arenas , también se observó napa freática a 1 metro de profundidad, es decir se analizó las propiedades del terreno del lugar que se estudia. La cimentación de esta zona en estudio se dará por medio de cimentaciones profundas, consistentes en hincado de PILOTES con una profundidad de 6 metros y una longitud adicional de 2 metros de empotramiento, medidos con respecto al nivel de la superficie actual, siendo motivadas por la baja resistencia portante del terreno según el estudio de suelos realizado, bajo la norma E 0.50 cap. 5 Art. 25 inciso C, esperando una segunda alternativa mejorada, el cual nos evite sobrecostos en el proceso constructivo.
- 5.2 Los componentes químicos del aceite reciclado encontrados, contienen carbono en 62%, el cual entrelazadas químicamente con los carbonatos de calcio (CAL) del afirmado, aumentan las propiedades cementantes de la propuesta de mejoramiento de suelo para la cimentación.
- 5.3 En el lugar de estudio, los análisis químicos de sales o cloruros, sulfatos solubles, y sales solubles elaborados en laboratorio nos indican que sobrepasan los límites de valores máximos admisibles, ocasionando ataques químicos al concreto de la cimentación, deterioro de los metales, salinización y problemas del concreto perdiendo su textura de su ductilidad
- 5.4 Al realizarse el análisis de licuación, tomando la muestras para los resultados de los ensayos de D.P.L. y correlacionado con el ensayo de S.P.T. y CORTE DIRECTO obtuvimos como punto de fricción 26° y una cohesión de 0.00 kg/cm^2 , por ser arenas mal gradadas para evaluar su resistencia cíclica de sus estratos, dieron como resultados que sus índices de factor resistencia a la licuación (FRL) no supera a 1 hasta los 5 metros de profundidad, dando la

condición de LICUABLE a la mayoría de sus estratos, no apto para cimentaciones superficiales.

5.5 El terreno cuando se tomó las muestras tubo una densidad máxima de 1.723 gr/cm^3 y de líquido de humedad de 16.33%. es así como el aceite ha tenido y ha mejorado las características físico-mecánicas conjuntamente con el afirmado teniendo un material resistente y super mejorado.

VI. RECOMENDACIONES:

6.1 Al utilizar una segunda propuesta de mejoramiento de suelo, reemplazando la zona de cimentación con material de préstamo, en este caso afirmado con aceite reciclado de motores al 4% en un porcentaje de H₂O de 4.08 %, donde evaluamos el grado de porcentaje del aceite con su contenido de H₂O, llegamos a su humedad óptima estimada necesaria para que todos los elementos actuantes (afirmado, aceite reciclado de motores y agua) agudicen sus características cementantes, teniendo como resultado a 2.283 gr/cm^3 , el cual mejoró su capacidad físico-mecánicas, su capacidad portante del terreno natural mejorando a un $0,57 \text{ kg/cm}^2$ a 1.99 kg/cm^2 a la profundidad de 1.5 metros, donde comienza la profundidad de la zapata a cimentar , mínimo requerido para evitar asentamientos diferenciales.

6.2 Al mejorar el terreno con afirmado y adicionarle aceite reciclado de motores al 4% con un porcentaje de agua de 4.08 % y mejorar su densidad máxima seca a 2.283 gr/cm^3 , el mejoramiento del suelo tiene un ángulo de fricción de 35° con una cohesión de 0.11 kg/m^2 , se verificó en el ensayo de laboratorio que tuvo más resistencia al esfuerzo del corte, a comparación que en terreno natural la mejora del terreno fue de estado crítico, tuvimos que reemplazar en la fórmulas establecidas por Terzaghi los nuevos datos, para poder hallar la capacidad de carga admisible o la capacidad portante del suelo en la zona de estudio, donde la capacidad portante del suelo sin mejoramiento es de 0.58 kg/cm^2 y la capacidad portante del suelo con mejoramiento es de 1.99 kg/cm^2 , por ende en el ensayo de D.P.L., correlacionado con el ensayo S.P.T, se pudo mejorar las condiciones de suelo a NO LICUABLE.

- 6.3 Se recomienda que en las zapatas sean cuadradas al menos de una profundidad de 1,5 metros segun los cálculos estimados de asentamiento diferencial arrojó como resultados que son inferiores a lo permisible 2.50 cm de asentamiento.
- 6.4 Emplear el cemento portland de tipo V, ya que esa área de estudio está ubicada cerca de la zona costera y de acuerdo con su análisis químico del terreno existen elementos que van a deteriorar la cimentación, de allí la recomendación del cemento portland tipo V, para mitigar eventuales daños por ataques químicos de sales.
- 6.5 Realizar una inspección a los materiales de calidad a los agregados a utilizar en la preparación del concreto de los cimientos, de acuerdo a la resistencia solicitada.

REFERENCIAS

ARTEAGA, Iraitá, T. En la Tesis: Uso Del Aceite Reciclado De Motores Diésel Para Mejorar El Cbr.Y El Índice Plástico Del Afirmado Usado En La Construcción De Pavimentos De Nvo. Chimbote, Provincia Del Santa, Región De Ancash.

CACEDA Rodríguez, Elmer Eduardo. Mejoramiento del suelo colapsable con fines de cimentación mezclando cemento diluido en agua en el Asentamiento Humano Magdalena Nueva – Chimbote 2017. [en línea]. Para optar por el título de ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo. Perú. 2017 [Fecha de consulta: 28 de abril del 2018]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10222?show=full>

CAPOTE, Abreu Jorge. La Mecánica De Suelos Y Las Cimentaciones En Las Construcciones Industriales <https://grupos.unican.es/gidai/web/asignaturas/CI/Cimentaciones.pdf>.

CARRILLO GIL, Geotecnia De Los Suelos Peruanos Casos De Cimentaciones Especiales En El Peru [Fecha de consulta: 29 de abril del 2018]. <https://es.scribd.com/document/242417814/Propiedades-geotecnicas-del-suelo-docx>.

CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5. a ed. Limusa: México, 2004. 650 pp.ISBN: 9681864891

FUENTES, Guizado, F. Cimentaciones superficiales y profundas. [en línea]. Para optar por el título de ingeniero civil, Universidad Alas Peruanas - Perú, 2011 [Fecha de consulta: 29 de abril del 2018]. <https://es.scribd.com/doc/68077807/Tema-Cimentaciones-Superficiales-y-Profundas>.

GAVELAN, E. y VARGAS, S. Evaluación De Las Canteras Para Obras Civiles en la Provincia del Santa” [en línea]. Universidad Nacional del Santa, Chimbote – Perú 2003. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2018]. Disponible en: http://biblioteca.uns.edu.pe/ver_tesis.asp?tipo=3&idm=22367.

Grupo Investigación Geotecnia, Universidad Militar Nueva Granada & Grupo CECATA, Universidad Javeriana. Uso de aceite quemado para mejorar bases y subbases granulares. (En línea). [Consultado el 25 de abril de 2018]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/911/91101109.pdf>.

LEAL, Daniela., ORIANA, Batista., GUANIPA, Francys., Génesis, Guanipa., Irailu, Sibida. Estabilización De Suelos, Universidad Nacional Experimental “Francisco De Miranda”, mayo 2012. [Fecha de consulta: 25 de abril del 2018].

[https://es.scribd.com/doc/96603291/estabilizaci3n-desuelos.](https://es.scribd.com/doc/96603291/estabilizaci3n-desuelos)

MIRANDA REBOLLEDO, M. Deterioros en pavimentos flexibles y r3gidos. [en l3nea]. Para optar por el t3tulo de ingeniero civil, Universidad Austral De Valdivia - Chile, 2010 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2018].

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Per3). MTC, Manual de ensayos de materiales, Lima: INN, 2016. 1268 pp.

NUÑEZ, Sol3s., Oswaldo, Lu3s y RODAS, Romo., Nicolay, Israel. Gu3a para el mejoramiento de la capacidad de carga en terreno de consistencia blanda o media. Tesis para obtener el t3tulo de ingeniero civil. Quito - Ecuador: Universidad central de Ecuador, Facultad de ingenier3a, 2015. 199 pp.

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES (Per3). RNE, E – 0.50 Reglamento Nacional de Edificaciones, suelo y cimentaciones. Lima: INN, 2006. 400 pp.

REYES LESCANO, F. Empleo del Aceite Quemado para mejorar las propiedades mec3nicas de bases y sub bases granulares. [en l3nea]. Para optar por el t3tulo de ingeniero civil, Universidad Militar de nueva granada Colombia. 2010 [Fecha de consulta: 28 de agosto del 2015]. Disponible en: <http://artemisa.unicauca.edu.co/~sicolpav/PonenciasPDF/AceiteFredy.PDF>.

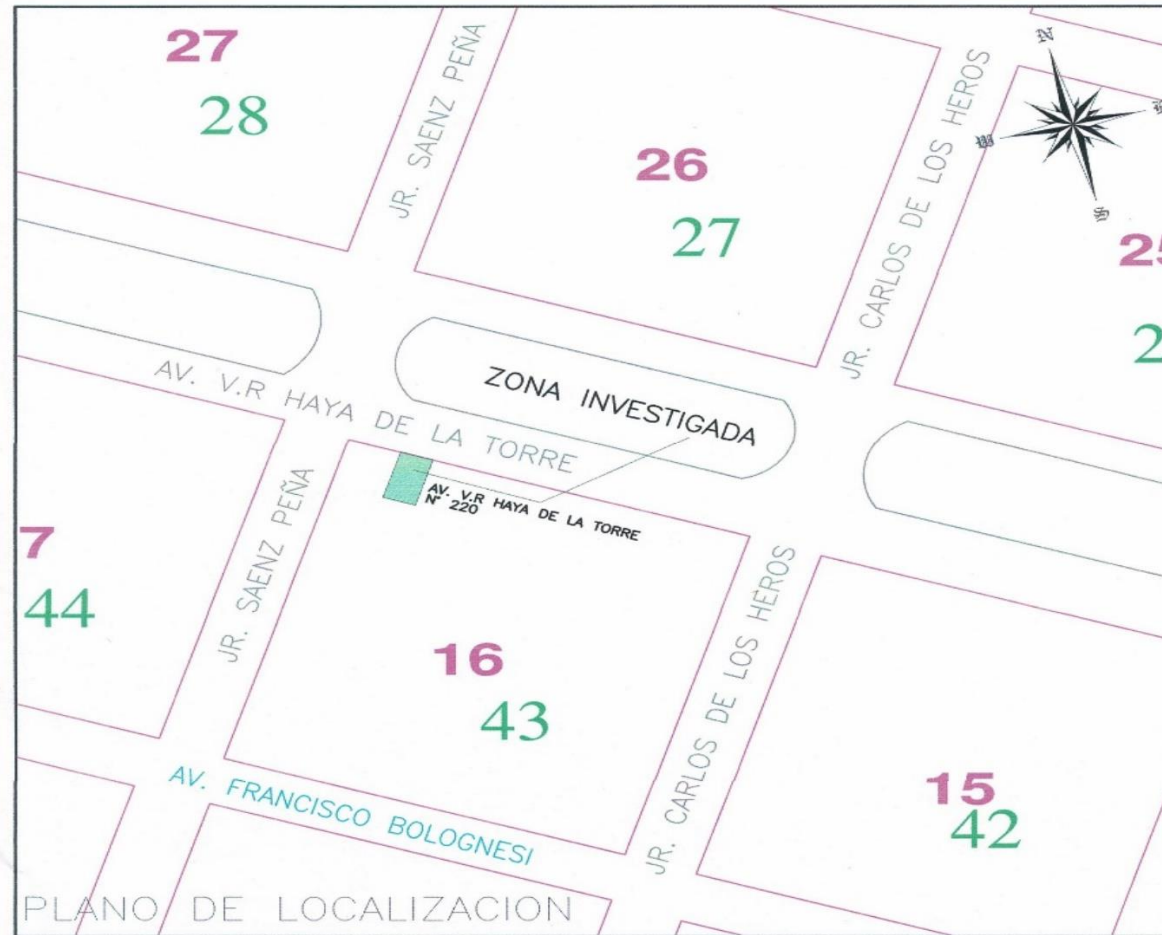
RIVAS Duran, E. Ensayos de Laboratorio necesarios para el Control de Calidad de Pavimentos Afirmados Tomo 1 Lima –Per3 N.P 07 p 2006. ISBN 9701142482

TAVERA, Zonificaci3n S3smica – Geot3cnica de la ciudad de Chimbote. Lima: Ministerio del Ambiente, Instituto Geof3sico del Per3, 2014. 124 pp

Anexo 1. Matriz De Consistencia

| VARIABLE | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | JUSTIFICACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---------------|--|--|--|--|--|---|
| INDEPENDIENTE | ¿Cómo influye en el resultado del mejoramiento del suelo con fines de cimentación la mezcla de afirmado y aceite reciclado de motores en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 en la ciudad de Chimbote? | Objetivo general: - Determinar la influencia en el resultado del mejoramiento del suelo con fines de cimentación en la mezcla de afirmado y aceite reciclado de motores, en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 –Chimbote. | Mezclando porcentajes de aceite reciclado, si será posible el mejoramiento del suelo con fines de cimentación en la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre 220 – Chimbote 2018 | La justificación de la presente investigación es mejorar las propiedades de los suelos con fines de cimentación, mezclando afirmado y aceite reciclado de motores para verificar si podremos mejorar las propiedades físico-mecánico del suelo en estudio que se proyectará a construir en el casco urbano de Chimbote, donde se podrá beneficiar la población en costo beneficio porque brindará mayor protección y seguridad mínima requerida. Se establecerán los materiales y porcentajes adecuados para la obtención de un suelo con la capacidad o resistencia portante mínima requerida, económica y de gran durabilidad, es decir una combinación que represente una alternativa eficaz en el mejoramiento de suelos para su posterior cimentación y construcción de viviendas de Chimbote. | Afirmado mezclado con aceite reciclado en porcentajes de 2%,4%y6% de la muestra a mejorar. | Cantidad de porcentaje de aceite reciclado en mililitros, |
| | | Objetivos Específicos: - Caracterización del suelo en estudio. - Determinar sus componentes químicos del aceite reciclado de motores. - Proponer una dosificación de afirmado y aceite reciclado de motores para mejorar los suelos, con fines de cimentación. - Realizar el ensayo DPL para verificar la capacidad portante del terreno con mejoramiento y sin mejoramiento y correlacionarlo con el ensayo SPT, para hallar su factor de resistencia a la licuación FRL. - Determinar la densidad máxima seca del suelo a estudiar, con mejoramiento y sin mejoramiento mediante el ensayo del Próctor modificado. | | | - Análisis granulométrico (ASTM D422) - Límites de atterberg (ASTM D4318) - Ensayo de contenido de humedad (ASTM D2216) - Ensayo de compactación próctor modificado (ASTM D | |
| DEPENDIENTE | | | | | Propiedades del suelo. | 1557) |

Anexo 2. Plano De Ubicación



PLANO DE UBICACION

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE N°216 - CHIMBOTE."

DEPARTAMENTO :
ANCASH
PROVINCIA :
SANTA
REPARTO :
CHIMBOTE

ALUMNOS : OSORIO ARELLANO ALEJANDRO
YAYA CHUMPITAZ ELIAS RICAR

LAMINA :
UL-01

ASESOR :
Mg.Ing. MIGUEL ANGEL SOLAR JARA

| | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------------------|
| FECHA : DICIEMBRE - 2018 | ESCALA : 1/5,000 . 1/20,000 | CICLO : x | PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------------------|

Anexo 3. Norma E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES

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.

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)).

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 responsables 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.

CAPÍTULO 2 ESTUDIOS

Artículo 9

INFORMACIÓN PREVIA

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

- d) 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.
- e) 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.

- f) Los movimientos de tierras ejecutados y los previstos en el proyecto.
- g) 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior. | | | | | |
| TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES | ≤ 9 m de altura | | | | |
| | B | | | | |

9.3. Datos generales de la zona

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

- h) Usos anteriores (terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, relleno sanitario, etc.).
- i) 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 sótano 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) |
| 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 penetrómetro 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 jebe ** | ASTM D2167 |
| Cono Dinámico Superpesado (DPSH) | UNE 103-801:1994 |
| Cono Dinámico Tipo Peck | UNE 103-801:1994*** |

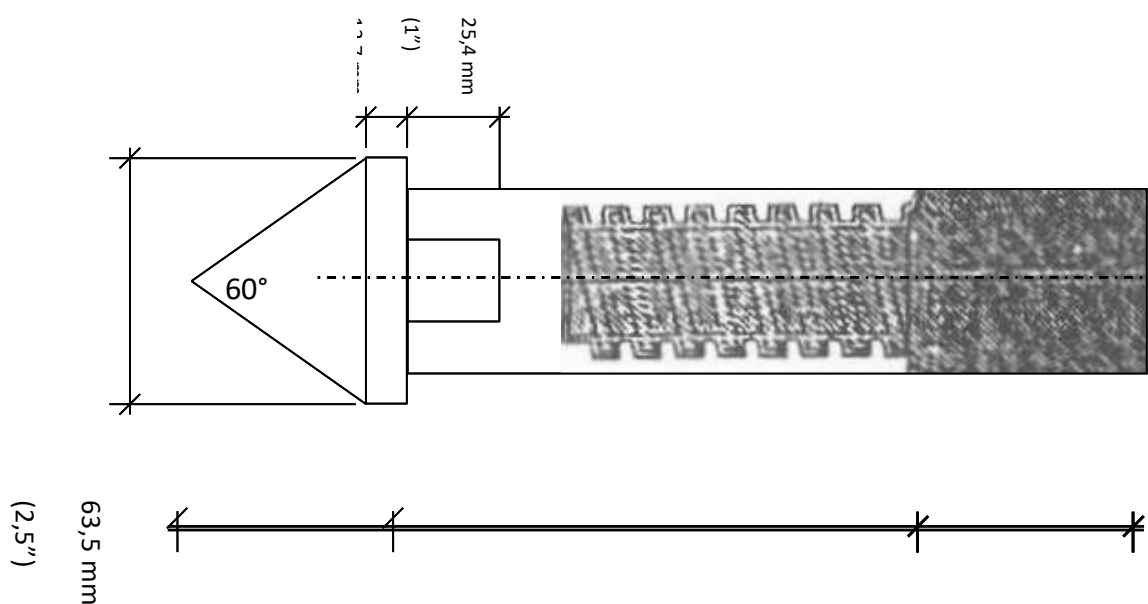
* En todos los casos se utilizará la última versión de la Norma.

** 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

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.

a) 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.

b) 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.

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

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 **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.

d) 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.

e) 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.

f) 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.

g) 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

| <p align="center">TABLA N° 3 APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</p> | | | | | | | | |
|--|--------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | Norma Aplicable | Aplicación Recomendada | | | Aplicación Restringida | | Aplicación No Recomendada | |
| | | Técnica de Investig. | Tipo de Suelo ⁽¹⁾ | Parámetro a obtener ⁽²⁾ | Técnica de Investig. | Tipo de Suelo ⁽¹⁾ | Técnica de Investig. | Tipo de Suelo ⁽¹⁾ |
| SPT | NTP 339.133 (ASTM D1586) | Perforación | SW, SP, SM, SC-SM | N | Perforación | CL, ML, SC, M, H, C, H | Calicata | Lo restante |
| DPSH | UNE 103 801:1994 | Auscultación | SW, SP, SM, SC-SM | N ₂₀ | Auscultación | CL, ML, SC, M, H, C, H | Calicata | Lo restante |
| Cono tipo Peck | UNE 103 801:1994 (4) | Auscultación | SW, SP, SM, SC-SM | C _n | Auscultación | CL, ML, SC, M, H, C, H | Calicata | Lo restante |

Tridimensionalmente homogéneo, comprende la profundidad activa de la

| | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------|--------------|-----------------------|----------|----------------|
| CPT | NTP 339.148 (ASTM D3441) | Auscultación | Todos excepto gravas | qc, fc | Auscultación | --- | Calicata | avas |
| DPL | NTP 339.159 (DIN 4094) | Auscultación | SP | n | Auscultación | S W , S M | Calicata | Lo restante |
| Veleta de Campo (3) | NTP 339.155 (ASTM D2573) | Perforación / Calicata | CL, ML, CH, MH | Cu, St | --- | --- | --- | Lo restante |
| Prueba de carga | NTP 339.153 (ASTM D1194) | --- | Suelos granula- res y rocas blandas | Asentamiento vs. Presión | --- | --- | --- | --- |

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.

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

(2) Leyenda:

C_u = 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_c = Fricción en el manguito.

St = Sensibilidad.

(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 preconsolidación, 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.

| TABLA N° 4 | | | | |
|---|--|---------------------------------|----------------------|---|
| 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 |
| 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 | | suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención). |
| 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:

- a) Condiciones de frontera.
- b) Número n de puntos a investigar.
- c) Profundidad p a alcanzar en cada punto.
- d) Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- e) Número y tipo de muestras a extraer.
- f) 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.

| TABLA N° 6 NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION | |
|--|---|
| Tipo de edificación | Número de <i>puntos de investigación</i> (n) |
| A | 1 cada 225 m ² |
| B | 1 cada 450 m ² |
| C | 1 cada 800 m ² |
| Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos | 3 por cada Ha. de terreno habilitado |

(n) nunca será menor de 3.

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, **n** se determinará en función del área en planta de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, **n** se determinará en función del área total del terreno.

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.

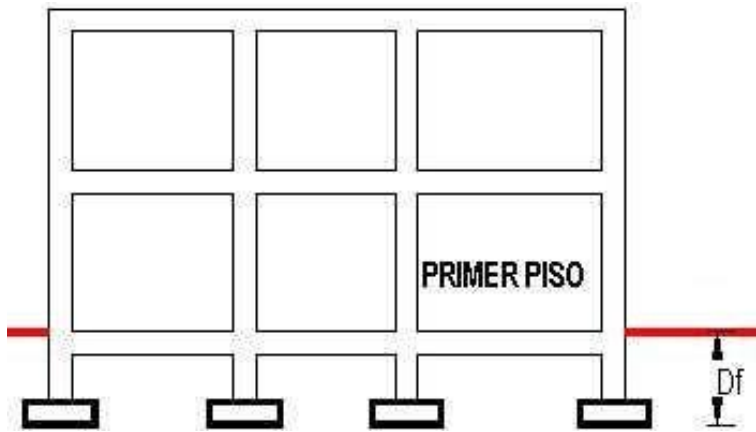
h = Distancia vertical entre el nivel terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

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

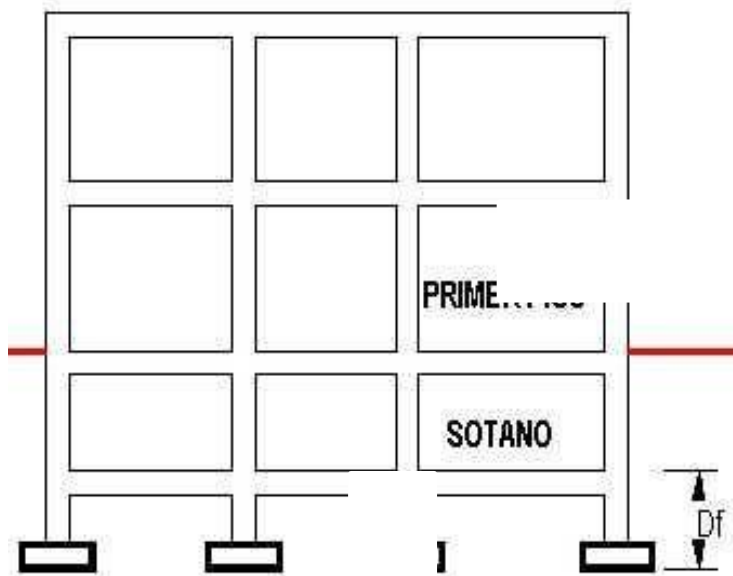
En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar una profundidad z menor a $1,5 B$. En este caso la profundidad 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)

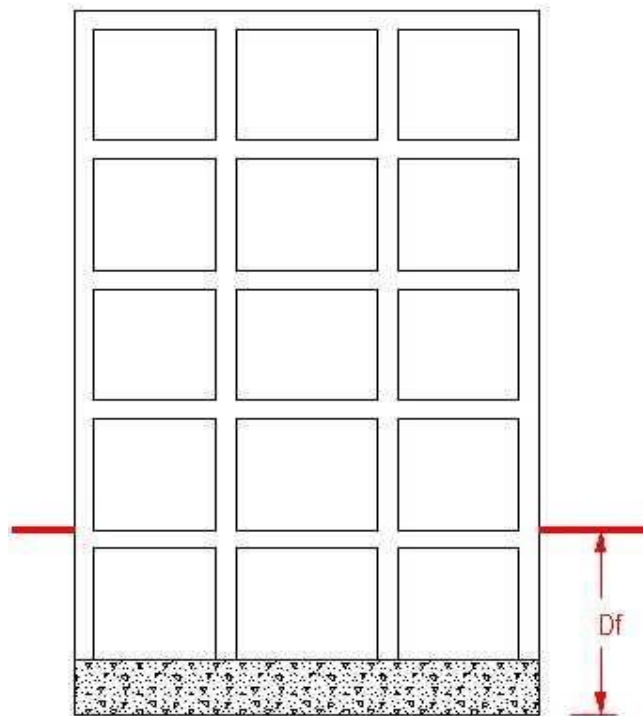


PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (D_f) EN ZAPATAS SUPERFICIALES



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 responderá 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 tomará 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.

a) 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.

b) Número y tipo de muestras a extraer

Cuando el plano de apoyo de la cimentación prevista no sea roca, se tomará en cada sondaje una muestra tipo **Mab** por estrato, o al menos una cada 2 metros de profundidad hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista **Df** 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**.

c) 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 capa 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 (**Df**).
- 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 capa freática, contenido de sales agresivas al concreto, etc.)
- Parámetros para el diseño de muros de contención y/o calzada.
- 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(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

i) 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.

| TABLA N° 7 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN | | |
|---|---------|---|
| TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN | SÍMBOLO | |
| Pozo o Calicata | C – n |  |
| Perforación | P – n |  |
| Trinchera | T – n |  |
| Auscultación | A – n |  |

n – número correlativo de sondaje.

j) 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

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

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:

k) 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.

l) 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.

m) 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.

n) Para el cálculo de asentamientos, en el caso de edificaciones con sótanos en las cuales se empleó 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.

| TABLA N° 8 DISTORSIÓN ANGULAR = α | |
|--|--|
| α | DESCRIPCIÓN |
| 1/ | Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales. |
| 1/ | Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible. |
| 1/ | Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas. |
| 1/ | Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes. |
| 1/ | Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas. |
| 1/ | Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas. |
| 1/ | Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m. |
| 1/ | Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos. |

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

Artículo 15

CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga es la presión que soporta el suelo sin que ocurra falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas de la mecánica de suelos.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcillosa), se empleará un ángulo de fricción interna (ϕ) 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:

- a) Para cargas estáticas: 3,0
- b) 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:

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

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

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

CAPÍTULO 4 CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Artículo 18

DEFINICIÓN

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho (Df/B) es menor o igual a cinco (5), siendo Df 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, sucio, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitario o industrial, ni 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:

- a) **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 ¾” y sin elementos distintos de los suelos naturales.
- b) **Materiales no seleccionados:** todo aquél que no cumpla con la condición anterior.

Por las condiciones bajo las que son colocados:

- a) Controlados.
- b) 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:

- a) 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.
- b) 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:

a) 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.

b) 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 respectivamente, el sistema formado por estas tres solicitaciones será estáticamente equivalente a una carga vertical excéntrica de valor Q , ubicada en el punto (e_x, e_y) siendo:

El lado de la cimentación, ancho (B) o largo (L), se corrige por excentricidad

reduciéndolo en dos veces la excentricidad para ubicar la carga en el centro de gravedad del “área efectiva = $B'L$ ”

$$B = B - 2e_x \quad , \quad L = L - 2e_y$$

El centro de gravedad del “área efectiva” debe coincidir con la posición de la carga excéntrica y debe seguir el contorno más próximo de la base real con la mayor precisión posible. Su forma debe ser rectangular, aún en el caso de cimentaciones circulares. (Ver Figura N° 6).

Artículo 23

CARGAS INCLINADAS

La carga inclinada modifica la configuración de la superficie de falla, por lo que la ecuación de capacidad de carga debe ser calculada tomando en cuenta su efecto.

Artículo 24

CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TALUDES

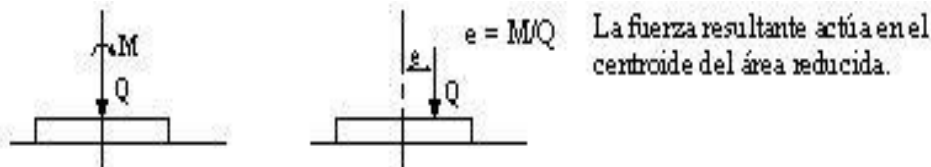
En el caso de cimientos ubicados en terrenos próximos a taludes o sobre taludes o en terreno inclinado, la ecuación de capacidad de carga debe ser calculada teniendo en cuenta la inclinación de la superficie y la inclinación de la base de la cimentación, si la hubiera.

Adicionalmente debe verificarse la estabilidad del talud, considerando la presencia de la estructura.

El factor de seguridad mínimo del talud, en consideraciones estáticas debe ser 1,5 y en condiciones sísmicas 1,25.

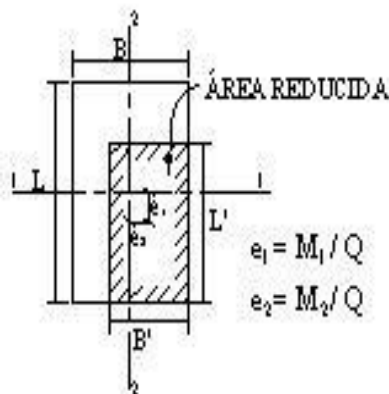
Figura N° 6

Cimientos cargados excéntricamente



La fuerza resultante actúa en el centroide del área reducida.

(A) CARGAS EQUIVALENTES

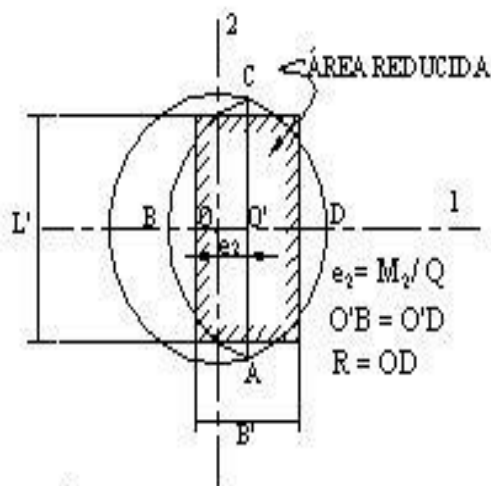


Para cimientos rectangulares se reducen las dimensiones así:

$$L' = L - 2e_1 \quad e_1 = M_1 / Q$$

$$B' = B - 2e_2 \quad e_2 = M_2 / Q$$

(B) ÁREA REDUCIDA - CIMIENTO RECTANGULAR



Para un cimiento circular de radio R, el área efectiva + 2x(área del segmento circular ADC), considerar A'e como un rectángulo con $L'/B' = AC/BD$

$$e = M / Q$$

$$A'_c = S = B'L'$$

$$L' = \sqrt{\left(S \sqrt{\frac{R+e_2}{R-e_2}} \right)}$$

$$B' = L' \sqrt{\frac{R-e_2}{R+e_2}}$$

$$S = \frac{\pi R^2}{2} \cdot \left[e_2 \sqrt{R^2 - e_2^2} + R^2 \sin^{-1} \left(-\frac{e_2}{R} \right) \right]$$

(C) ÁREA REDUCIDA - CIMIENTO CIRCULAR

CAPITULO 5

CIMENTACIONES PROFUNDAS

Artículo 25

DEFINICIÓN

Son aquellas en las que la relación profundidad /ancho (**Df/B**) es mayor a cinco (5), siendo **Df** la profundidad de la cimentación y **B** el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones profundas: los pilotes y micropilotes, los pilotes para densificación, los pilares y los cajones de cimentación.

La cimentación profunda será usada cuando las cimentaciones superficiales generen una capacidad de carga que no permita obtener los factores de seguridad indicados en el Artículo 16 o cuando los asentamientos generen asentamientos diferenciales mayores a los indicados en el Artículo 14. Las cimentaciones profundas se pueden usar también para anclar estructuras contra fuerzas de levantamiento y para colaborar con la resistencia de fuerzas laterales y de volteo. Las cimentaciones profundas pueden además ser requeridas para situaciones especiales tales como suelos expansivos y colapsables o suelos sujetos a erosión.

Algunas de las condiciones que hacen que sea necesaria la utilización de cimentaciones profundas, se indican a continuación:

- c) Cuando el estrato o estratos superiores del suelo son altamente compresibles y demasiado débiles para soportar la carga transmitida por la estructura. En estos casos se usan pilotes para transmitir la carga a la roca o a un estrato más resistente.
- d) Cuando están sometidas a fuerzas horizontales, ya que las cimentaciones con pilotes tienen resistencia por flexión mientras soportan la carga vertical transmitida por la estructura.
- e) Cuando existen suelos expansivos, colapsables, licuables o suelos sujetos a erosión que impiden cimentar las obras por medio de cimentaciones superficiales.
- f) Las cimentaciones de algunas estructuras, como torres de transmisión, plataformas en el mar, y losas de sótanos debajo del nivel freático, están sometidas a fuerzas de levantamiento. Algunas veces se usan pilotes para resistir dichas fuerzas.

Artículo 26

CIMENTACIÓN POR PILOTES

Los pilotes son elementos estructurales hechos de concreto, acero o madera y son usados para construir cimentaciones en los casos en que sea necesario apoyar la cimentación en estratos ubicados a una mayor profundidad que el usual para cimentaciones superficiales.

Programa de exploración para pilotes

El programa de exploración para cimentaciones por pilotes se sujetará a lo indicado en el Artículo 11.

Estimación de la longitud y de la capacidad de carga del pilote

Los pilotes se dividen en dos categorías principales, dependiendo de sus longitudes y del mecanismo de transferencia de carga al suelo, como se indica en los siguientes a continuación:

a) Si los registros de la perforación establecen la presencia de roca a una profundidad razonable, los pilotes se extienden hasta la superficie de la roca. En este caso la capacidad última de los pilotes depende por completo de la capacidad de carga del material subyacente.

b) Si en vez de roca se encuentra un estrato de suelo bastante compacto y resistente a una profundidad razonable, los pilotes se prolongan unos cuantos metros dentro del estrato duro. En este caso, la carga última del pilote se expresa como:

$$Q_u = Q_p + \sum Q_f$$

donde:

| | | |
|------------|---|--|
| Q_u | = | capacidad última del pilote. |
| Q_p | = | capacidad última tomada por la punta del pilote. |
| $\sum Q_f$ | = | capacidad última tomada por la fricción Superficial desarrollada en los lados del pilote, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción. |

Si ΣQ_f es muy pequeña:

$$Q_u = Q_p$$

En este caso, la longitud requerida de pilote se estima con mucha precisión si se dispone de los registros de exploración del subsuelo.

c) Cuando no se tiene roca o material resistente a una profundidad razonable, los pilotes de carga de punta resultan muy largos y antieconómicos. Para este tipo de condición en el subsuelo, los pilotes se hincan a profundidades específicas. La carga última de esos pilotes se expresa por la ecuación:

$$Q_u = Q_p + \Sigma Q_f$$

donde:

| | | |
|--------------|---|--|
| Q_u | = | capacidad última del pilote. |
| Q_p | = | capacidad última tomada por la punta del pilote. |
| ΣQ_f | = | capacidad última tomada por la fricción superficial desarrollada en los lados del pilote, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción. |

Sin embargo, si el valor de Q_p es pequeño:

$$Q_u \approx \Sigma Q_f$$

Éstos se denominan pilotes de fricción porque la mayor parte de la resistencia se deriva de la fricción superficial. La longitud de estos pilotes depende de la resistencia cortante del suelo, de la carga aplicada y del tamaño del pilote. Los procedimientos teóricos para dicho cálculo se presentan más adelante.

Consideraciones en el cálculo de capacidad de carga

Dentro de los cálculos de la capacidad de carga de los pilotes no se deben considerar los estratos licuables, aquellos de muy baja resistencia, suelos orgánicos ni turbas.

Capacidad de carga del grupo de pilotes

- En el caso de un grupo de pilotes de fricción en arcilla, deberá analizarse el

efecto de grupo.

- En el caso de pilotes de punta apoyados sobre un estrato resistente de poco espesor, debajo del cual se tiene un suelo menos resistente, debe analizarse la capacidad de carga por punzonamiento de dicho suelo.

a) Factores de seguridad

- Para el cálculo de la capacidad de carga admisible, mediante métodos estáticos, a partir de la carga última, se utilizarán los factores de seguridad estipulados en el Artículo 16.
- Para el cálculo mediante métodos dinámicos, se utilizará el factor de seguridad correspondiente a la fórmula utilizada. En ningún caso el factor de seguridad en los métodos dinámicos será menor de 2.

b) Espaciamiento de pilotes

- El espaciamiento mínimo entre pilotes será el indicado en la Tabla 9.

| TABLA 9 ESPACIAMIENTO MÍNIMO ENTRE PILOTES | |
|---|--------------------------|
| LONGITUD (m) | ESPACIAMIENTO ENTRE EJES |
| $L < 10$ | 3b |
| $10 \leq L < 25$ | 4b |
| $L \geq 25$ | 5b |

Donde **b** = diámetro o mayor dimensión del pilote.

- Para el caso de pilotes por fricción, este espaciamiento no podrá ser menor de 1,20 m.

c) Fricción negativa

- La fricción negativa es una fuerza de arrastre hacia abajo ejercida sobre el pilote por el suelo que lo rodea, la cual se presenta bajo las siguientes condiciones:

- Si un relleno de suelo arcilloso se coloca sobre un estrato de suelo granular en el que se hincan pilotes, el relleno se consolidará gradualmente, ejerciendo una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote durante el período de consolidación.
- Si un relleno de suelo granular se coloca sobre un estrato de

arcilla blanda, inducirá el proceso de consolidación en el estrato de arcilla y ejercerá una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote.

- Si existe un relleno de suelo orgánico por encima del estrato donde está hincado el pilote, el suelo orgánico se consolidará gradualmente, debido a la alta compresibilidad propia de este material, ejerciendo una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote.

- El descenso del nivel freático incrementará el esfuerzo vertical efectivo sobre el suelo a cualquier profundidad, lo que inducirá asentamientos por consolidación en la arcilla. Si un pilote se localiza en el estrato de arcilla, quedará sometido a una fuerza de arrastre hacia abajo.

- Este efecto incrementa la carga que actúa en el pilote y es generado por el desplazamiento relativo hacia abajo del suelo con respecto al pilote; deberá tomarse en cuenta cuando se efectúa pilotaje en suelos compresibles.

d) Análisis del efecto de la fricción negativa

- Para analizar el efecto de la fricción superficial negativa se utilizarán los métodos estáticos, considerando únicamente en ellos la fricción lateral suelo – pilote, actuando hacia abajo.

- La fricción negativa debe considerarse como una carga adicional a la que transmite la estructura.

Asentamientos

d) Se estimará primero el asentamiento tolerable por la estructura y luego se calculará el asentamiento del pilote aislado o grupo de pilotes para luego compararlos.

e) En el cálculo del asentamiento del pilote aislado se considerarán: el asentamiento debido a la deformación axial del pilote, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

f) En el caso de pilotes en suelos granulares, el asentamiento del grupo está en función del asentamiento del pilote aislado.

g) En el caso de pilotes en suelo cohesivo, el principal componente del asentamiento del grupo proviene de la consolidación de la arcilla. Para estimar el asentamiento, en este caso, puede reemplazarse al grupo de pilotes por una zapata imaginaria ubicada a $2/3$ de la profundidad del grupo de pilotes, de dimensiones

iguales a la sección del grupo y que aplica la carga transmitida por la estructura.

Consideraciones durante la ejecución de la obra

Durante la ejecución de la obra deberán efectuarse pruebas de carga y la capacidad de carga deberá ser verificada por una fórmula dinámica confiable según las condiciones de la hinca.

e) Pruebas de carga

- Se deberán efectuar pruebas de carga según lo indicado en la Norma ASTM D 1143.
- El número de pruebas de carga será de una por cada lote o grupos de pilotes, con un mínimo de una prueba por cada cincuenta pilotes.
- Las pruebas se efectuarán en zonas con perfil de suelo conocido como más desfavorables.

f) Ensayos diversos

Adicionalmente a la prueba de carga, se recomiendan los siguientes ensayos en pilotes ya instalados:

- Verificación del buen estado físico.
- Prueba de carga estática lateral, de acuerdo a las solicitaciones.
- Verificación de la inclinación.

Artículo 27

CIMENTACIÓN POR PILARES

Los pilares son elementos estructurales de concreto vaciados “in situ” con diámetro mayor a 1,00 m, con o sin refuerzo de acero y con o sin fondo ampliado.

27.1. Capacidad de carga

La capacidad de carga de un pilar deberá ser evaluada de acuerdo a los mismos métodos estáticos utilizados en el cálculo de pilotes. Se tomará en cuenta los efectos por punta y fricción.

27.2. Factor de seguridad

La capacidad admisible se obtendrá dividiendo la capacidad última por el factor de

seguridad. Se utilizarán los factores estipulados en el Artículo 16.

27.3. Acampanamiento en la base del pilar

Se podrá acampanar el pilar en el ensanchamiento de la base a fin de incrementar la capacidad de carga del pilar, siempre y cuando no exista peligro de derrumbes.

27.4. Aflojamiento del suelo circundante

El aflojamiento del suelo circundante deberá controlarse mediante:

- a) Una rápida excavación del fuste y vaciado del concreto.
- b) El uso de un forro en la excavación del fuste.
- c) La aplicación del Método del Lodo Bentonítico.

27.5. Asentamientos

- d) Una vez comprobada la capacidad de carga del suelo, deberá estimarse el grado de deformación que se producirá al aplicar las cargas. El asentamiento podrá ser un factor de limitación en el proyecto estructural del pilar.
- e) Se calculará el asentamiento debido a la deformación axial del pilar, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

Artículo 28

CAJONES DE CIMENTACIÓN

Los cajones de cimentación son elementos estructurales de concreto armado que se construyen sobre el terreno y se introducen en el terreno por su propio peso al ser excavado el suelo ubicado en su interior. El **PR** deberá indicar el valor la fricción lateral del suelo para determinar el peso requerido por el cajón para su instalación.

28.1. Capacidad de carga

La capacidad de carga de un cajón de cimentación deberá ser evaluada de acuerdo a los mismos métodos estáticos utilizados en el cálculo de zapatas o pilares y dependerá de la relación profundidad /ancho (D_f/B) si es menor o igual a cinco (5) se diseñará como cimentación superficial, si es mayor a cinco (5) se diseñará como un pilar.

28.2. Factor de seguridad

La capacidad admisible se obtendrá dividiendo la capacidad última por el factor de seguridad. Se utilizarán los factores estipulados en el Artículo 16.

28.3. Asentamientos

- a) Una vez comprobada la capacidad de carga del suelo, se deberá calcular el asentamiento que se producirá al aplicar las cargas.
- b) Se calculará el asentamiento debido a la deformación axial del cajón, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

CAPÍTULO 6

PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN

Artículo 29

SUELOS COLAPSABLES

Son suelos que cambian violentamente de volumen por la acción combinada o individual de las siguientes acciones:

- a) al ser sometidos a un incremento de carga o
- b) al humedecerse o saturarse

29.1. Obligatoriedad de los Estudios

En los lugares donde se conozca o sea evidente la ocurrencia de hundimientos debido a la existencia de suelos colapsables, el **PR** deberá incluir en su **EMS** un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 (ASTM D4318), del ensayo para determinar el peso volumétrico NTP 339.139 (BS 1377), y del ensayo de humedad NTP 339.127 (ASTM D2216), con la finalidad de evaluar el potencial de colapso del suelo en función del Límite Líquido (LL) y del peso volumétrico seco (ρ_d). La relación entre los colapsables y no colapsables y los parámetros antes indicados se muestra en la gráfica siguiente:

Evaluación del Potencial de Colapso

Cuando el **PR** encuentre evidencias de la existencia de suelos colapsables deberá sustentar su evaluación mediante los resultados del ensayo de ensayo

de Colapsabilidad Potencial según NTP 339.163 (ASTM D 5333). Las muestras utilizadas para la evaluación de colapsabilidad deberán ser obtenidas de pozos a cielo abierto, en condición inalterada, preferentemente del tipo **Mib**.

El potencial de colapso (CP) se define mediante la siguiente expresión:

$$\Delta e = \text{Cambio en la relación de vacíos debido al colapso bajo humedecimiento.}$$

$$e_0 = \text{Relación de vacíos inicial.}$$

$$\Delta H_c = \text{Cambio de altura de la muestra.}$$

$$H_0 = \text{Altura inicial de la muestra.}$$

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

| CP (%) | Severidad del problema |
|---------|------------------------|
| 0 a 1 | No colapsa |
| 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.

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.

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 () 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 cloruro a las cimentaciones se restringen al ataque químico al acero de refuerzo del concreto armado.

Cuando el contenido de cloro sea determinado mediante la NTP 400.014, sea mayor 0,2 %, o cuando el contenido de 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 ($LL \geq 50$), 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 $2 \mu m$, del índice de plasticidad (IP) y de la actividad (A) de la arcilla. La relación entre la Expansión Potencial (E_p) y los parámetros antes indicados se muestra en la gráfica siguiente:

31.2. Evaluación del Potencial de Expansivos

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

| <i>Potencial de expansión</i> | <i>Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm²)</i> | <i>Índice de plasticidad</i> | <i>Porcentaje de partículas menores que dos micras</i> |
|-------------------------------|--|------------------------------|--|
| % | % | % | % |
| Muy alto | > 30 | > 32 | > 37 |
| Alto | 20 – 30 | 23 – 45 | 18 – 37 |
| Medio | 10 – 20 | 12 – 34 | 12 – 27 |
| Bajo | < 10 | < 20 | < 17 |

31.1 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.

31.2 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 sollicitaciones 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 sobre yacentes.

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 penetrómetro 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** efectuara 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 ($N_1)_{60}$, 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 m \square 15%.
- Límite líquido (LL) \square 35.
- Contenido de humedad (w) > 0,9 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 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 excavaciones efectuadas. Tienen por función prevenir las fallas por inestabilidad o asentamiento excesivo y mantener la integridad del

terreno colindante y de las obras existentes en él, hasta entre en funcionamiento las obras de sostenimiento definitivas. Las calzaduras están constituidas por paños de concreto que se construyen alternada y progresivamente. El ancho de las calzaduras debe ser inicialmente igual al ancho del cimiento por calzar y deberá irse incrementando con la profundidad. Las calzaduras deben ser diseñadas para las cargas verticales de la estructura que soportan y para poder tomar las cargas horizontales que le induce el suelo y eventualmente los sismos.

33.3 Parámetros a ser proporcionados en el EMS

El informe del **EMS** deberá incluir los parámetros de suelos requeridos para el diseño de las obras de sostenimiento de las edificaciones, muros perimetrales, pistas y terrenos vecinos, considerando que estos puedan ser desestabilizados como consecuencia directa de las excavaciones que se ejecuten para la construcción de los sótanos directa de las excavaciones que se ejecuten para la construcciones de los sótanos.

Para cumplir lo anterior el **PR**, deberá proveer toda la información referente al perfil de suelos en toda la profundidad de excavación, el nivel freático, las características físicas de los suelos, el peso unitario, el valor de la cohesión y el ángulo de la fricción interna de los diferentes estratos, según se aplique. Estos mismos parámetros deben ser proporcionados por el **PR** del **EMS** para el caso de una eventual saturación del suelo.

En caso de ser requerido el bombeo o abatimiento de la Napa Freática durante la excavación y la construcción de las obras de sostenimiento y/o calzaduras, el **PR** deberá proponer los coeficientes de permeabilidad horizontal y vertical del terreno, aplicables al cálculo del caudal de agua a extraer y deberá prevenir cualquier consecuencia negativa que pueda coaccionar a la obra o a las edificaciones existente, el acto de bombear o abatir la Napa Freática.

33.4 Consideraciones para el Diseño y Construcción de Obras de Sostenimiento

En el proyecto de las estructuras de sostenimiento el Contratista de la Obras deberá considerar los siguientes aspectos como mínimo:

- Los empujes del suelo.
- Las cargas de las edificaciones vecinas.
- Las variaciones en la carga hidrostática (saturación, humedecimiento y secado).
- Las sobrecargas dinámicas (sismos y vibraciones causadas artificialmente).
- La ejecución de accesos para la construcción.
- La posibilidad de realizar anclajes en los terrenos adyacentes (de ser aplicable).
- La excavación, socavación o erosión delante de las estructuras de

sostenimiento.

- La perturbación del terreno debido a las operaciones de hinca o de sondeos.
- La disposición de los apoyos o puntales temporales (de ser requeridos).
- La posibilidad de excavación entre puntales.
- La capacidad del muro para soportar carga vertical.
- El acceso para el mantenimiento del propio muro y cualquier medida de drenaje.

En el caso de las calzaduras el Contratista de la Obra no deberá permitir que éstas permanezcan sin soporte horizontal, por un tiempo tal que permita la aparición de grietas de tensión y fuerzas no previstas en el cálculo de las calzaduras (permanentes o eventuales) y que puedan producir el colapso de las calzaduras (permanentes o eventuales) y que pueda producir el colapso de las mismas.

33.5 Efectos de Sismo

De producirse un sismo con una magnitud mayor o igual a 3,5 grados de la Escala Richter, el Contratista a cargo de las excavaciones, deberá proceder de inmediato, bajo su responsabilidad y tomando las precauciones del caso, a sostener cualquier corte de más de 2,00 m de profundidad, salvo que un estudio realizado por un especialista determine que no es necesario.

33.6 Excavaciones sin Soporte

No se permitirán excavaciones sin soporte, si las mismas reducen la capacidad de carga o producen inestabilidad en las cimentaciones vecinas.

El **PR** deberá determinar, si procede, la profundidad máxima o altura crítica (H_c) a la cual puede llegar la excavación sin requerir soporte.

ANEXO I GLOSARIO

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL.- Máxima diferencia de nivel entre dos cimentaciones adyacentes de una misma estructura.

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL TOLERABLE.- Máximo asentamiento diferencial entre dos elementos adyacentes a una estructura, que al ocurrir no produce daños visibles ni causa problemas.

CAJÓN (CAISSON).- Elemento prefabricado de cimentación, que teniendo dimensiones exteriores de un elemento macizo, se construye inicialmente hueco (como una caja), para ser relleno después de colocado en su posición final.

CAPACIDAD DE CARGA.- Presión requerida para producir la falla de la cimentación por corte (sin factor de seguridad).

CARGA ADMISIBLE.- Sinónimo de presión admisible.

CARGA DE SERVICIO.- Carga viva más carga muerta, sin factores de ampliación.

CARGA DE TRABAJO.- Sinónimo de presión admisible.

CARGA MUERTA. - Ver NTE E.020 Cargas.

CARGA VIVA.- Ver NTE E.020 Cargas

CIMENTACIÓN.- Parte de la edificación que transmite al subsuelo las cargas de la estructura.

CIMENTACIÓN CONTINUA.- Cimentación superficial en la que el largo (**L**) es igual o mayor que diez veces el ancho (**B**).

CIMENTACIÓN POR PILARES.- Cimentación profunda, en la cual la relación Profundidad / Ancho (**Df / B**) es mayor o igual que 5, siendo **Df** la profundidad enterrada y **B** el ancho enterrada del pilar. El pilar es excavado y vaciado en el sitio.

CIMENTACIÓN POR PILOTES.- Cimentación profunda en la cual la relación Profundidad / Ancho (**d / b**) es mayor o igual a 10, siendo **d** la profundidad enterrada del pilote y **b** el ancho o diámetro del pilote.

CIMENTACIÓN POR PLATEA DE CIMENTACIÓN.- Cimentación constituida por una losa sobre la cual se apoyan varias columnas y cuya área se aproxima sensiblemente al área total de la estructura soportada.

CIMENTACIÓN PROFUNDA.- Aquella que transmite cargas a capas del suelo mediante pilotes o pilares.

CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.- Aquella en la cual la relación Profundidad/Ancho (**Df / B**) es menor o igual a 5, siendo **Df** la profundidad de la cimentación y **B** el

ancho o diámetro de la misma.

ESTRATO TÍPICO.- Estrato de suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS).- Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.

GEODINÁMICA EXTERNA.- Conjunto de fenómenos geológicos de carácter dinámico, que pueden actuar sobre el terreno materia del Estudio de Mecánica de Suelos, tales como: erupciones volcánicas, inundaciones, huaycos, avalanchas, tsunamis, activación de fallas geológicas.

LICUEFACCIÓN O LICUACIÓN. - Fenómeno causado por la vibración de los sismos en los suelos granulares saturados y que produce el incremento de la presión del agua dentro del suelo con la consecuente reducción de la tensión efectiva. La licuación reduce la capacidad de carga y la rigidez del suelo. Dependiendo del estado del suelo granular saturado al ocurrir la licuación se produce el hundimiento y colapso de las estructuras cimentadas sobre dicho suelo.

NIVEL FREÁTICO.- Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.

PILOTE. - Elemento de cimentación profunda en el cual la relación Profundidad/Ancho (Df/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 cimientto.

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 al 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 ORGANICO.- 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 °C \pm 5 °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).

N20 = 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.

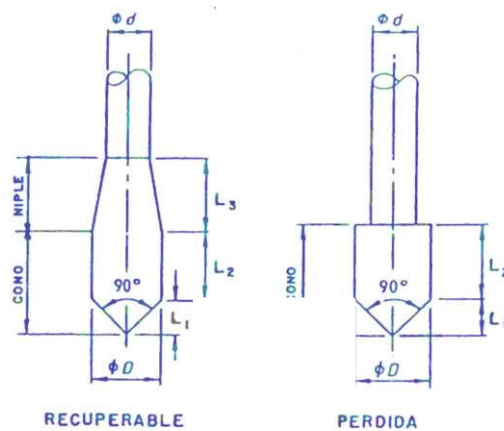


FIG. 9 - Alternativas de cono

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 kg ± 0,5 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 golpe pueda existir desplazamiento relativo entre ambos.

4.5 **Guiadera:** 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 guiadera hasta la cabeza de impacto. La velocidad de la maza cuando se libere será nula.

4.7 **Dispositivos de golpeo:** Conjunto de elementos que comprende la maza, la cabeza de impacto, la guiadera y el sistema de elevación y escape.

4.8 **Martillo de seguridad:** Dispositivo de golpeo automático en el que la maza, la cabeza de impacto, la guiadera, y el sistema de elevación y escape están integrados en un mismo elemento. Permite izar la maza y liberarla siempre a la misma altura sin producir movimientos sobre el varillaje de forma que la caída por la guiadera sea totalmente libre y la energía transferida a la cabeza de impacto sea la misma en todos los golpes. El martillo de seguridad permite igualmente establecer una frecuencia de golpeo uniforme ⁽³⁾.

4.9 **Guía soporte:** Pieza que asegura la verticalidad y el soporte lateral en el tramo del varillaje que sobresale del suelo.

5. DIMENSIONES Y MASAS

En el procedimiento descrito en la Norma los aparatos definidos en el capítulo 4 tendrán las siguientes dimensiones y masas.

- A = Área nominal de la sección 20 cm^2
- D = Diámetro $50,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.
- L1 = Longitud parte cónica $25 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$.
- L2 = Longitud parte cilíndrica $50 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.
- L3 = Longitud parte troncocónica $< 50 \text{ mm}$.

Varillaje

d = Diámetro – $33 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$. Masa (máx.) – 8 kg/m .
Deflexión (máx.) – $0,2 \%$ ⁽⁴⁾
Excentricidad en las conexiones (máx.) – $0,2 \text{ mm}$.

Dispositivo de golpeo

Maza: Masa – $63,5 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$.

Relación altura L_m al diámetro D_m – $1 \pm L_m/D_m \pm 2$ Altura de caída: $760 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$.

Cabeza de impacto: Diámetro d_c – $100 \text{ mm} < d_c < 0,5 D_m$. Masa total dispositivos de golpeo $\pm 115 \text{ kg}$.

6. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

6.1 **Contador de golpes:** El dispositivo de golpeo utilizado, deberá disponer de un contador automático de golpes.

6.2 **Referencia de profundidad:** el equipo de penetración deberá incluir una escala de profundidad de avance marcada de forma indeleble y visible.

6.3 **Medidor de par:** Permitirá la medida en N- par necesario para girar el varillaje. La capacidad de medida no será inferior a 200 N-m con una graduación de 10 N-m. Su exactitud será comprobada periódicamente.

6.4 **Referencia de Verticalidad:** Inclínómetro que permitirá observar en grados o en tanto por ciento la desviación de verticalidad del varillaje durante la ejecución de la prueba.

7. PROCEDIMIENTO OPERATIVO

7.1 **Selección del punto de ensayo:** Con el fin de que no haya habido perturbaciones en el punto de ensayo este debe distanciarse por lo menos metro y medio de cualquier otro punto ya ensayado y en el caso de existir sondeos previos, la separación deberá ser como mínimo de veinticinco diámetros.

7.2 **Emplazamiento y conexiones:** En el punto seleccionado se emplazará el dispositivo de golpeo de tal forma que el soporte guía y el eje de la guiadera queden perfectamente verticales y centrados sobre el punto (5).

El cono ya acoplado (perdido) o enroscado (recuperable) a un extremo del primer tramo de varillaje, se situara sobre el punto elegido a través del soporte guía, conectando posteriormente el otro extremo de varillaje al dispositivo de golpeo. Una vez efectuada esta conexión se comprobara que:

- El varillaje y la guiadera quedan coaxiales.
- Las desviaciones de la verticalidad del primer tramo de varillaje no supera el 2%.
- La longitud libre de varillaje entre el soporte guía y la conexión al dispositivo de golpeo no supera 1,2 m.

7.3 **Golpeo y penetración:** El golpeo se efectuará con una frecuencia comprendida entre 15 golpes y 30 golpes por minuto registrando el número de golpes necesario para introducir en el terreno el cono cada intervalo de 20 cm. Este número de golpes se anota como N20.

Cuando sea necesario añadir una varilla debe asegurarse que al retirar el dispositivo de golpeo no se introduce movimientos de ascenso o rotación en el varillaje. Se comprobara cuando se añade la varilla que esta queda enroscada a tope y la desviación de su inclinación frente a la vertical no excede de 5%. El tramo que sobresalga a partir del soporte guía no será superior 1,2 m.

Deberán anotarse todas las introducciones mayores de 15 minutos durante todo el proceso de penetración.

7.4 Rotación: Cada metro de penetración debe medirse y anotarse el par necesario para girar el tren de varillaje una vuelta y media ⁽⁶⁾. Se considerará que el rozamiento no es significativo por debajo del valor de 10 N.m.

7.5 Finalización de la prueba: La prueba se dará por finalizada cuando se satisfagan algunas de las siguientes condiciones:

- Se alcance la profundidad que previamente se haya establecido.
- Se supere los 100 golpes para una penetración de 20 cm. Es decir $N_{20} > 100$.
- Cuando tres valores consecutivos de N_{20} sean iguales o superiores a 75 golpes.
- El valor del par de rozamiento supere los 200 N.m.

8. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De cada prueba realizada con arreglo a esta norma se presentará un gráfico como el de la figura 2 en el que se incluyan los siguientes puntos:

Comprobaciones antes de la prueba

- Tipo de cono utilizado. Dimensiones y masa
- Longitud de cada varilla. Masa por metro de varillaje, incluidos nicles de unión.
- Masa de dispositivos de golpeo.
- Fecha y hora de la prueba. Tiempo de duración.

Comprobaciones después de la prueba

- Diámetros del cono.
- Excentricidad y deflexiones del varillaje.

Observaciones

- Interrupciones superiores a 5 min. Pérdidas de verticalidad superiores al 5%. Penetraciones sin golpeo. Obstrucciones temporales, etc.

9. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

Para la redacción de esta norma se han consultado los documentos y normas que a continuación se relacionan:

- Report of the ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing of Soils 16

with Reference Test Procedures for Dynamic probing super heavy DPSH. Swedish Geotechnical, Linköping, June 1989.

- NFP 94 – 115.(December 1990). Sondage an penetrometre dynamique type B.
- BS 1377: Part 9 (1990) : Dynamic probing super heavy (DPSH).

**PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH
EFECTUADA SEGÚN LA NORMA UNE 103-801-93**

LUGAR: _____ PUNTO: _____

TIPO DE CONO: RECUPERABLE: MASA Kg
 PERDIDO:

VARILLAJE: DIÁMETRO MASA Kg/m
 LONGITUD

DISPOSITIVO GOLPEO MASA Kg

FECHA: _____
 HORA: _____
 TIEMPO: _____
 DURACIÓN: _____
 COTA: _____

| PROFUNDIDAD GOLPEOS | Valores de N_{20} | | | | | | | | | | PAR N.m | |
|------------------------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------|-----|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | | 100 |
| 0 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES _____

Fig. 10

Anexo 4. Programa Presupuestal N° 068: Reducción De La Vulnerabilidad Y Atención De Emergencias Para Desastres



PERU

Ministerio
de Agricultura

Ministerio
de Vivienda

Ministerio
de Transportación



PROGRAMA PRESUPUESTAL N°068: REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES

Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica
Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico



ZONIFICACIÓN SÍSMICA – GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE Provincia de Santa – Departamento de Ancash (Comportamiento Dinámico del Suelo)

Responsable: Hernando Tavera

Lima – Perú
2014



10.1.- Clasificación de Suelos SUCS

En base a la información geotécnica recopilada de las calicatas, posteos y la publicada por INADUR (2000), se realiza la clasificación de suelos SUCS para la ciudad de Chimbote. Se ha identificado la existencia de 3 tipos de suelos cuyas características se describen a continuación (Tabla 5, Figura 60):

.- Suelos tipo SP: La ciudad de Chimbote se encuentra asentado sobre arenas pobremente gradadas, arenas y gravas con pocos finos, y de color que va de beige a marrón. El contenido de humedad varía desde 0.39% en el extremo norte de la ciudad de Chimbote a 22.91% en el extremo sur cerca a los pantanos, por ello el alto porcentaje de humedad. No presenta plasticidad, ni límite líquido.

.- Suelos tipo SM: Lo conforman arenas limosas, mezcla de arenas y limos mal gradados de color marrón. En el extremo Noreste de la ciudad de Chimbote se ubica el AH. La Campiña y Esperanza baja, con contenido de humedad de 9.94%. En la zona centro se encuentran los AH Pueblo Libre y Mirador Alto, con contenido de humedad de 20.37% (calicata 07) debido a que la napa freática es superficial. En el extremo sur, en el área denominada la base Chimbote, los suelos presentan un contenido de humedad de 19.72%, esto es alto por encontrarse a pocos metros de la zona pantanosa. No presenta límite plástico ni límite líquido.

.- Suelos tipo SP-SM: Lo conforman arenas pobremente gradadas con arenas limosas. Se encuentran en el extremo Este de la ciudad de Chimbote, abarca Av. Precursores, AH Alto Perú y parte del AH 10 de Setiembre. El contenido de humedad es de 19.20% y no presenta plasticidad ni límite líquido.

Tabla 5: Clasificación SUCS de suelos en la ciudad de Chimbote

| Calicata | Profundidad (m) | Uniformidad | Curvatura | Límite Plástico (%) | Límite Líquido (%) | Contenido de Humedad (%) | Grava(> 4.76 mm) | Arena (>0.74mm<4.76mm) | Finos (< 0.074) | SUCS | DENOMINACIÓN |
|----------|-----------------|-------------|-----------|---------------------|--------------------|--------------------------|------------------|------------------------|-----------------|-------|--------------------------|
| Ch_01 | 1.95 | 1.36 | 0.96 | NT | NP | 0.39 | 0 | 99 | 1 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_02 | 2.20 | 1.48 | 0.96 | NT | NP | 0.65 | 0 | 99 | 1 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_03 | 1.30 | 1.58 | 0.97 | NT | NP | 20.96 | 0 | 96 | 4 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_04 | 2.60 | — | — | NT | NP | 9.94 | 6 | 74 | 20 | SM | Arena limosa |
| Ch_05 | 3.00 | 1.46 | 0.96 | NT | NP | 0.48 | 0 | 99 | 1 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_06 | 2.40 | 1.51 | 0.96 | NT | NP | 19.87 | 0 | 98 | 2 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_07 | 2.50 | — | — | NT | NP | 20.37 | 0 | 63 | 37 | SM | Arena limosa |
| Ch_08 | 2.00 | 1.84 | 0.89 | NT | NP | 2.06 | 0 | 98 | 2 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_09 | 1.40 | 3.54 | 1.96 | NT | NP | 19.20 | 0 | 89 | 11 | SP-SM | Aren pobr. grad-Aren.lim |
| Ch_10 | 1.40 | 1.48 | 0.96 | NT | NP | 21.69 | 0 | 99 | 1 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_11 | 2.25 | 1.5 | 0.96 | NT | NP | 2.95 | 0 | 98 | 2 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_12 | 2.00 | 1.42 | 0.96 | NT | NP | 10.60 | 0 | 99 | 1 | SP | Arena pobr. gradada |
| Ch_13 | 1.50 | — | — | NT | NP | 19.72 | 0 | 82 | 18 | SM | Arena limosa |
| Ch_14 | 1.35 | 1.44 | 0.96 | NT | NP | 22.91 | 0 | 99 | 1 | SP | Arena pobr. gradada |

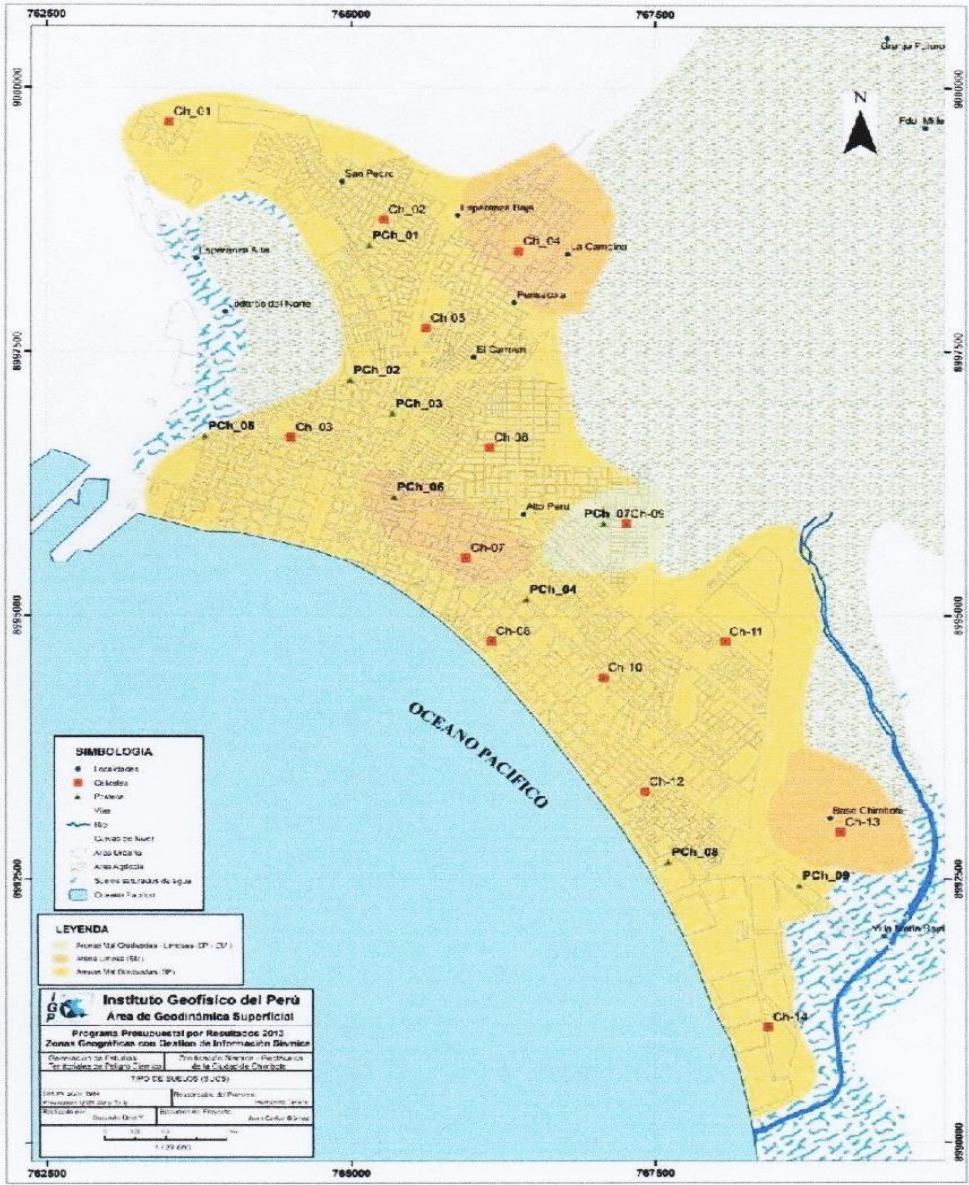


Figura 60: Mapa de clasificación SUCS de suelos en la ciudad de Chimbote

10.2.- Capacidad Portante

La capacidad del terreno para soportar cargas aplicadas sobre él es denominada como capacidad portante. Este parámetro ha sido determinado para los suelos de la ciudad de Chimbote a partir de ensayos de corte directo al material muestreado en 14 calicatas elaboradas en la ciudad. Los valores obtenidos en laboratorio corresponden a una profundidad y ancho mínimo de cimentación de 1.20 y 1.0 metros (Tabla 6). Los resultados obtenidos para la ciudad de Chimbote han permitido clasificar a los suelos en tres rangos que definen su capacidad portante en baja, media y alta, con las siguientes características (Figura 61):

Tabla 6: Valores de capacidad portante para las calicatas elaboradas en la ciudad de Chimbote

| CALICATAS | Angulo de Fricción interna del Suelo (°) | Cohesión Aparente del Suelo (Tn/m ²) | Densidad seca Promedio (gr/cm ³) (< N° 4) | Humedad Natural (%) | Capacidad Carga Admisible (Kg/cm ²) |
|-----------|--|--|---|---------------------|---|
| Ch 01 | 27.55 | 0.1 | 1.6 | 0.39 | 1.36 |
| Ch 02 | 26.56 | 0.3 | 1.8 | 0.65 | 1.35 |
| Ch 03 | 29.8 | 0.1 | 1.4 | 20.96 | 1.58 |
| Ch 04 | 28.6 | 0 | 1.4 | 9.94 | 1.35 |
| Ch 05 | 30.9 | 0 | 1.7 | 0.48 | 2.21 |
| Ch 06 | 32 | 0.5 | 1.65 | 19.87 | 2.47 |
| Ch 07 | 29.7 | 0.3 | 1.55 | 20.37 | 1.8 |
| Ch 08 | 29.05 | 0.1 | 1.65 | 2.06 | 1.69 |
| Ch 09 | 30.9 | 0.3 | 1.65 | 19.2 | 2.21 |
| Ch 10 | 29.05 | 0.1 | 1.6 | 21.69 | 1.63 |
| Ch 11 | 26.56 | 0.3 | 1.6 | 2.95 | 1.2 |
| Ch 12 | 26.56 | 0.3 | 1.65 | 10.6 | 1.24 |
| Ch 13 | 29 | 0 | 1.7 | 19.72 | 1.73 |
| Ch 14 | 28.05 | 0 | 1.6 | 22.91 | 1.44 |

- Capacidad portante baja (1-2 kg/cm²): Considera a suelos medianamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta dos pisos. Estos suelos están presentes en toda la zona urbana de la ciudad de Chimbote. En el extremo norte considera a los AAHH San Pedro, Esperanza Baja, Esperanza Alta, La Unión, Cesar Vallejo, casco urbano y La campiña. Asimismo, los AHH Miramar, Miramar bajo, Ciudad de Dios, Florida baja, Tres Estrellas, La Florida y P.J. Pueblo Libre, En el extremo sur, abarca a los AAHH Señor de los Milagros, La Libertad, San Juan y Villa España.

- *Capacidad portante media (2-3 kg/cm²):* Considera a suelos moderadamente compactos y recomendables para la cimentación de viviendas de hasta tres pisos con condiciones técnicas específicas. Estos suelos están presentes en los AAHH 16 de Diciembre, San Isidro, 10 de Setiembre y Alto Perú, además de la Urb. El Carmen y el P.J. Dos de Mayo

- *Capacidad portante alta (>3 kg/cm²):* Corresponde a suelos compactos y recomendables para la cimentación de viviendas con más de tres pisos. Estos suelos están presentes en Paseo del Mar a espaldas de la Urb. Los Domos.

10.3.- Nivel Freático Superficial

Otro de los objetivos primordiales del estudio geotécnico, es determinar el nivel freático superficial presente en la ciudad de Chimbote; es decir, conocer la ubicación, en el subsuelo, de la capa saturada, ya que la presencia de agua, en relación a los esfuerzos aplicados, produce una disminución de las propiedades y características de resistencia de los suelos. Para su determinación se ha tomado información de las calicatas y posteos elaborados en la ciudad de Chimbote y los resultados se presentan en la Figura 62 y Tabla 7. En la ciudad de Chimbote, la profundidad promedio del nivel freático es de 1.67 m. El nivel freático más profundo se encuentra a 2.35 m en el parque y AAHH Dos de Mayo; mientras que, el más superficial se encuentra a 1.10 m en el parque La Balanza, Urb. Enrique Palacios.

Tabla 7: Registro del nivel freático superficial para las ciudades de Chimbote (Ch_*, PostCh_*) y Nuevo Chimbote (Nch_*, PostNch_*)

| Punto | Norte | Este | Cota | SUCS | Nivel Freático (m) |
|------------|---------|--------|------|-------|--------------------|
| Ch_03 | 8996688 | 764511 | 15 | SP | 1.1 |
| CH_06 | 8996591 | 766142 | 14 | SP | 2.35 |
| Ch_08 | 8994757 | 766158 | 20 | SP | 2 |
| Ch_09 | 8995870 | 767263 | 30 | SP-SM | 1.45 |
| Ch_10 | 8994414 | 767075 | 26 | SP | 1.4 |
| Ch_12 | 8993334 | 767418 | 15 | SP | 2 |
| Ch_13 | 8992946 | 769026 | 22 | SP | 1.5 |
| Ch_14 | 8991098 | 768434 | 17 | SP | 1.35 |
| Nch_15 | 8990832 | 769514 | 17 | SP | 1.65 |
| PostCh_04 | 8995154 | 766443 | 29 | SP | 2 |
| PostCh_06 | 8996121 | 765356 | 15 | SP | 1.9 |
| PostCh_07 | 8995871 | 767075 | 26 | SP | 1.6 |
| PostCh_08 | 8992655 | 767609 | 28 | SP | 1.45 |
| PostCh_09 | 8992440 | 768685 | 21 | SP | 1.65 |
| PostNch_02 | 8991611 | 770318 | 22 | SP | 1.6 |



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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO 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 |
| 5/8" | 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 |
| 5/8" | 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.



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.

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 desmorone 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).

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 construidos 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

- 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 (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ 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 (¾ 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.

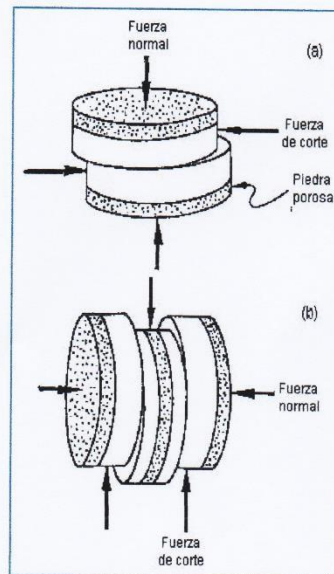


Figura 1: Esquema del ensayo del corte sencillo y del corte doble

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.

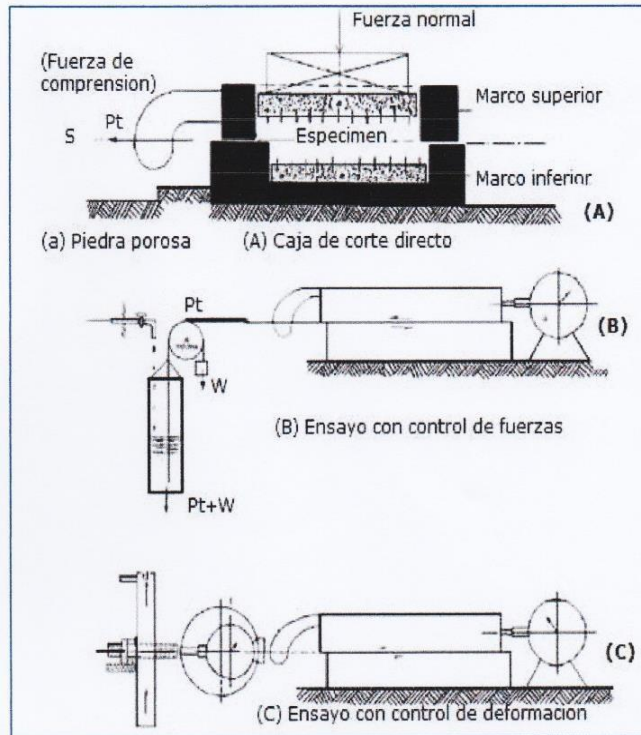


Figura 2: Dispositivo para el ensayo de corte directo

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 Especímen 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:

$$\text{Tiempo para falla} = 50t_{50}$$

Donde:

$50t_{50}$ = 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).

Anexo 5. Panel Fotográfico

“MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE N° 220 - CHIMBOTE.”

UBICACIÓN DE LA AVENIDA VICTOR RAUL RAYA DE LA TORRE N° 220



TOMA DE MUESTRA DE PROCTOR





CALICATA N° 1



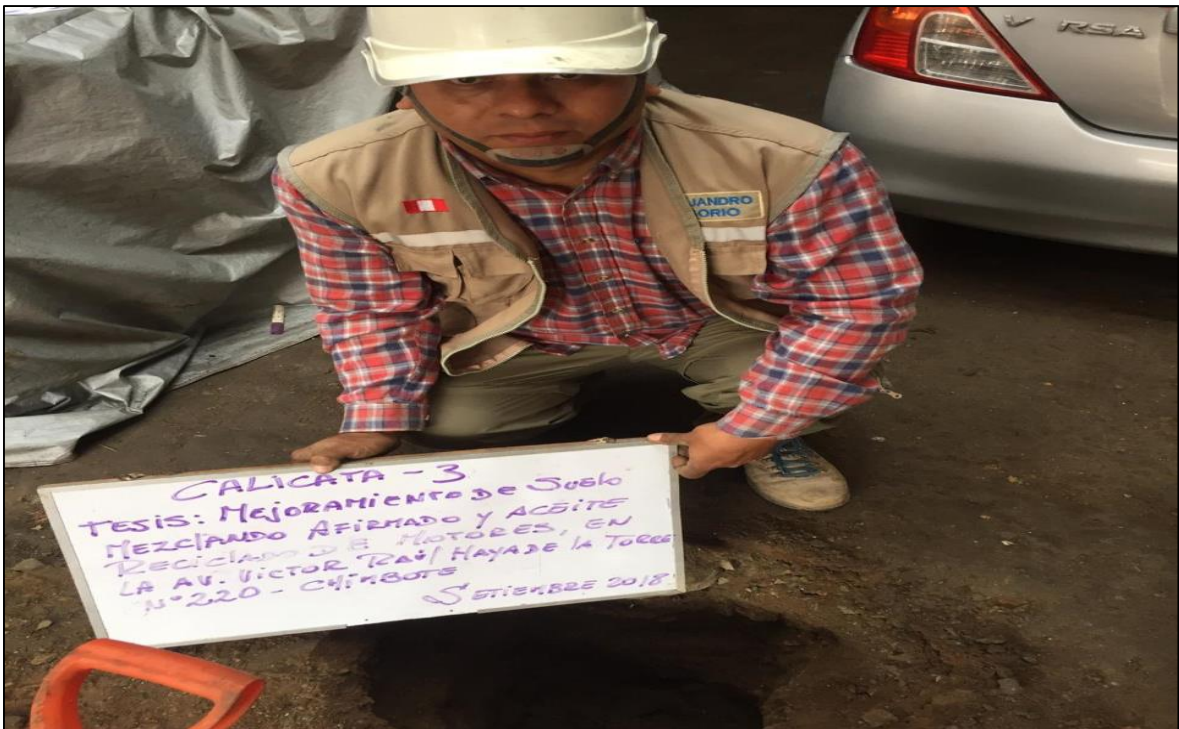


CALICATA N° 2



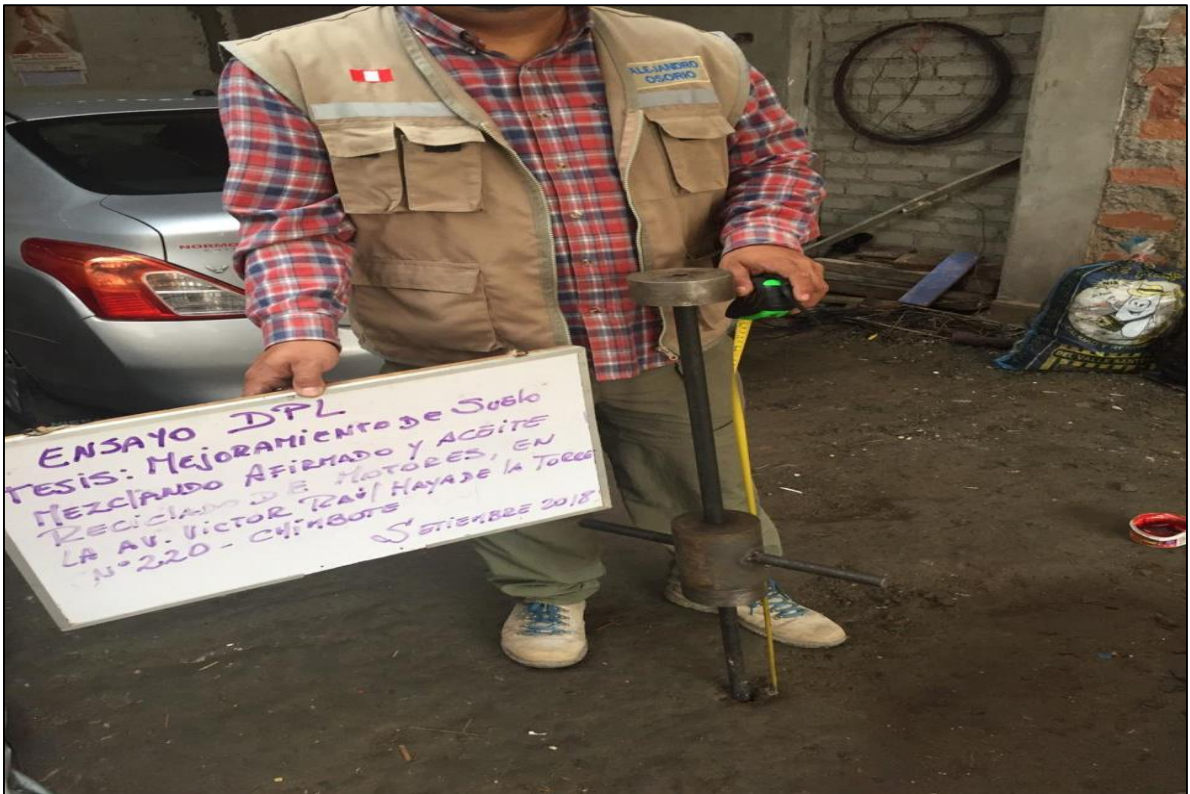


CALICATA N° 3



ENSAYOS DE DPL N° 1







ENSAYO DFL-1
Tesis: Mejoramiento de Suelo
Mezclando Arena y Aceite
Reciclado de Motores, en
la Autovía Tarma Hayade la Torre
N°220 - Chirinos
Septiembre 2018



DFL-1
TENTRO DE Suelo
MADO Y ACEITE
MOTORES, EN
PAU/ HAYADE LA TORRE
BOTE
SEPTIEMBRE 2018



ENSAYO DE PENETRACIÓN LIGERA (D.P.L) - I
 (TERRENO NATURAL)
 TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELO MEZCLANDO
 AFIRMADO CON ACEITE RECICLADO DE MOTORES DIÉSEL
 CON FINES DE CIMENTACIÓN C/ LA AV. VICTOR RAÚL HAYA
 DEL TORRE 220 - CHIMBOTE
 SOLICITANTE: OSORIO ARELLANO ALEJANDRO.
 YAYA CHUMBITAZ ELIAS.

| Nº GOLPES | ACUMULADO | REGIMEN DE PENETRACION |
|-----------|-----------|------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0.10 cm/s |
| 1 | 2 | 0.20 cm/s |
| 1 | 3 | 0.30 cm/s |
| 3 | 6 | 0.40 cm/s |
| 1 | 7 | 0.50 cm/s |
| 1 | 8 | 0.60 cm/s |
| 1 | 9 | 0.70 cm/s |
| 3 | 12 | 0.80 cm/s |
| 2 | 14 | 0.90 cm/s |
| 3 | 17 | 1.00 cm/s |
| 4 | 21 | 1.10 cm/s |
| 4 | 25 | 1.20 cm/s |
| 5 | 30 | 1.30 cm/s |
| 5 | 35 | 1.40 cm/s |
| 7 | 42 | 1.50 cm/s |
| 12 | 54 | 1.60 cm/s |
| 15 | 69 | 1.70 cm/s |
| 19 | 88 | 1.80 cm/s |
| 10 | 98 | 1.90 cm/s |
| 15 | 113 | 2.00 cm/s |
| 15 | 128 | 2.10 cm/s |
| 9 | 137 | 2.20 cm/s |
| 10 | 147 | 2.30 cm/s |
| 10 | 157 | 2.40 cm/s |
| 28 | 185 | 2.50 cm/s |

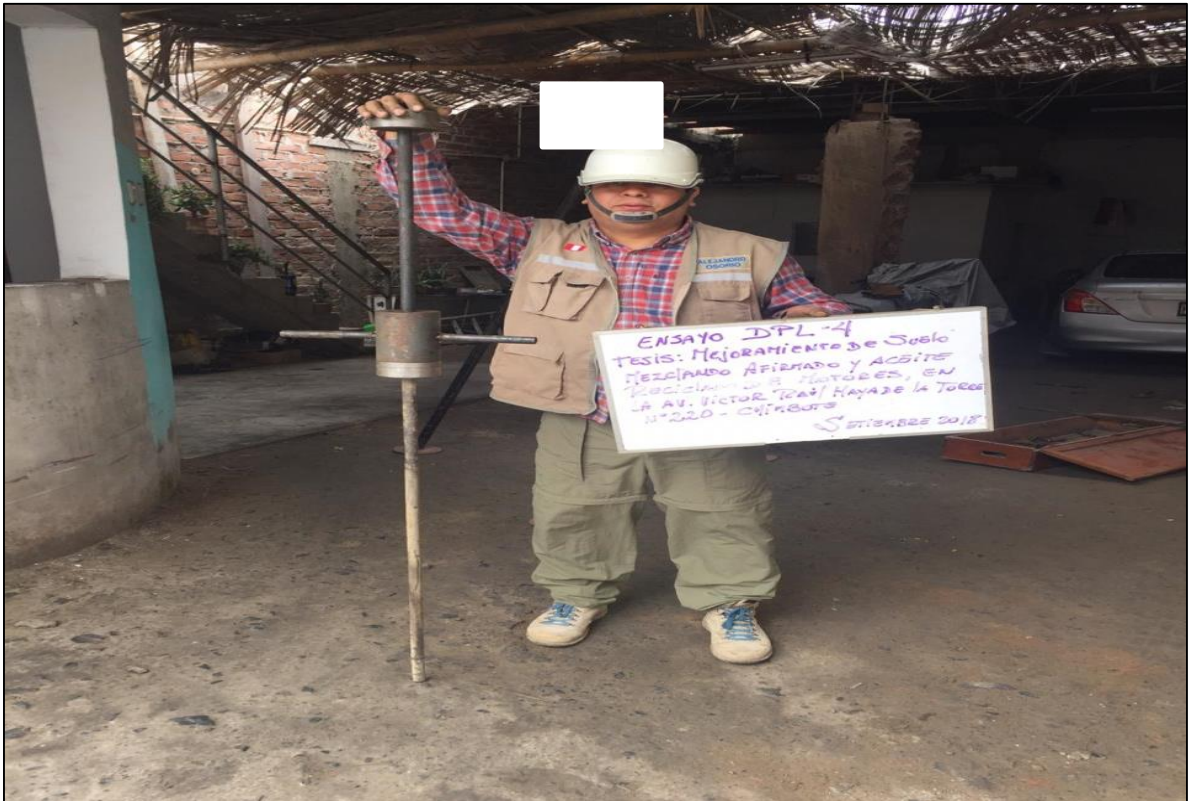
Fuente: Elaboración Propia.

| Nº GOLPES | ACUMULADO | RÉGIMEN DE PENETRACIÓN |
|-----------|-----------|------------------------|
| 42. | 227 | 2.60 m/s |
| 31 | 258 | 2.70 m/s |
| 41. | 299 | 2.80 m/s |
| 42 | 341 | 2.90 m/s |
| 45 | 386 | 3.00 m/s |
| 56 | 442 | 3.10 m/s |
| 54 | 496 | 3.20 m/s |
| 67 | 583 | 3.30 m/s |

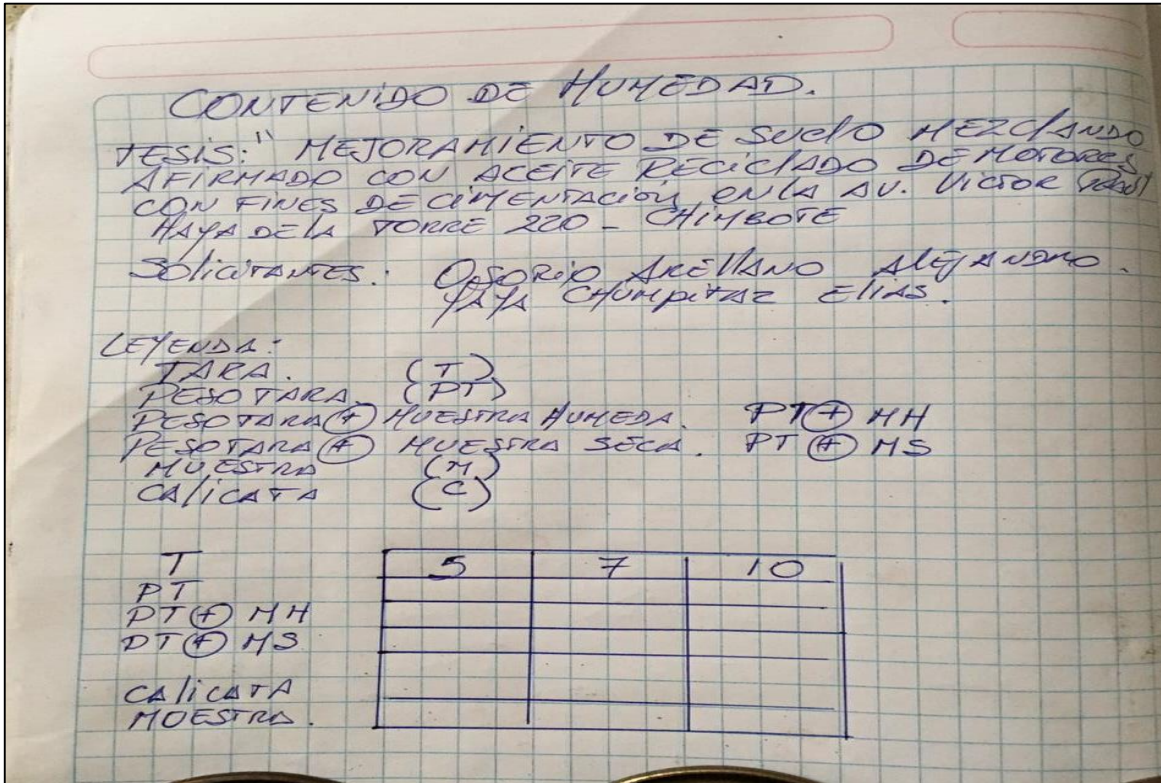
Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE DPL N° 2



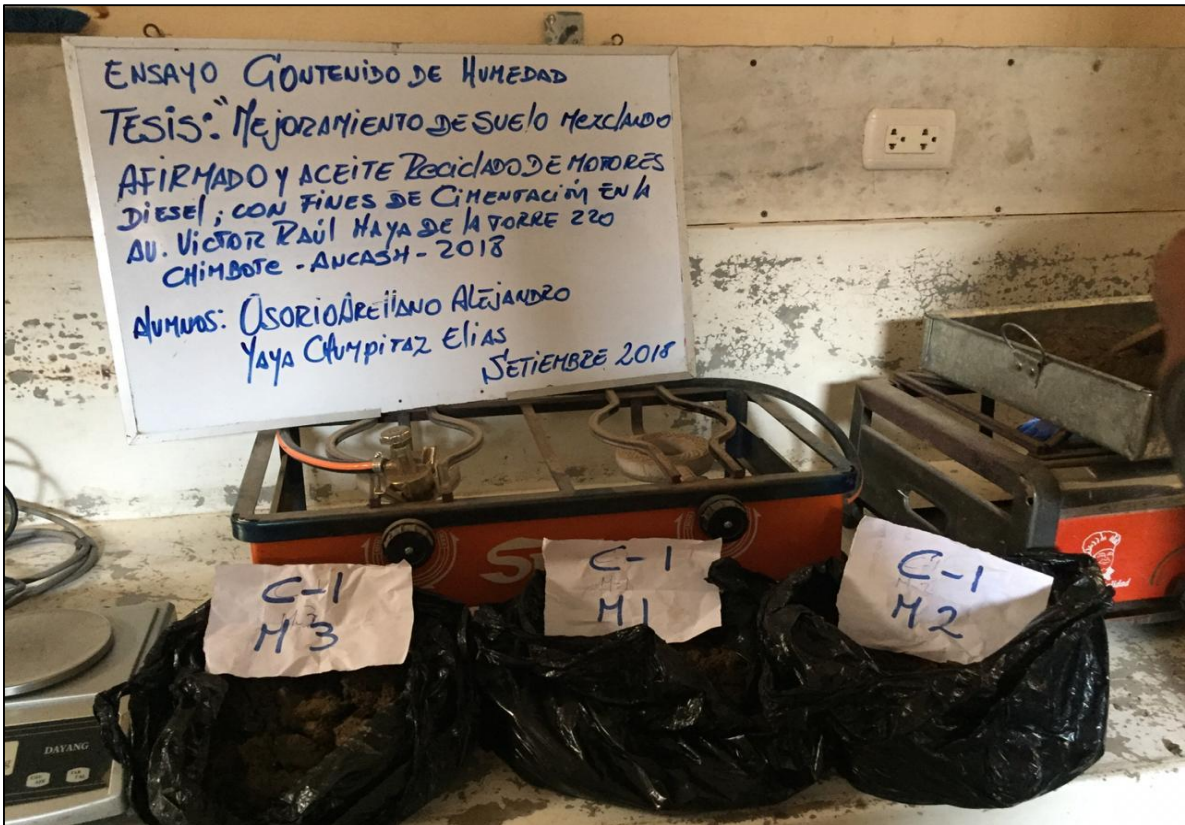


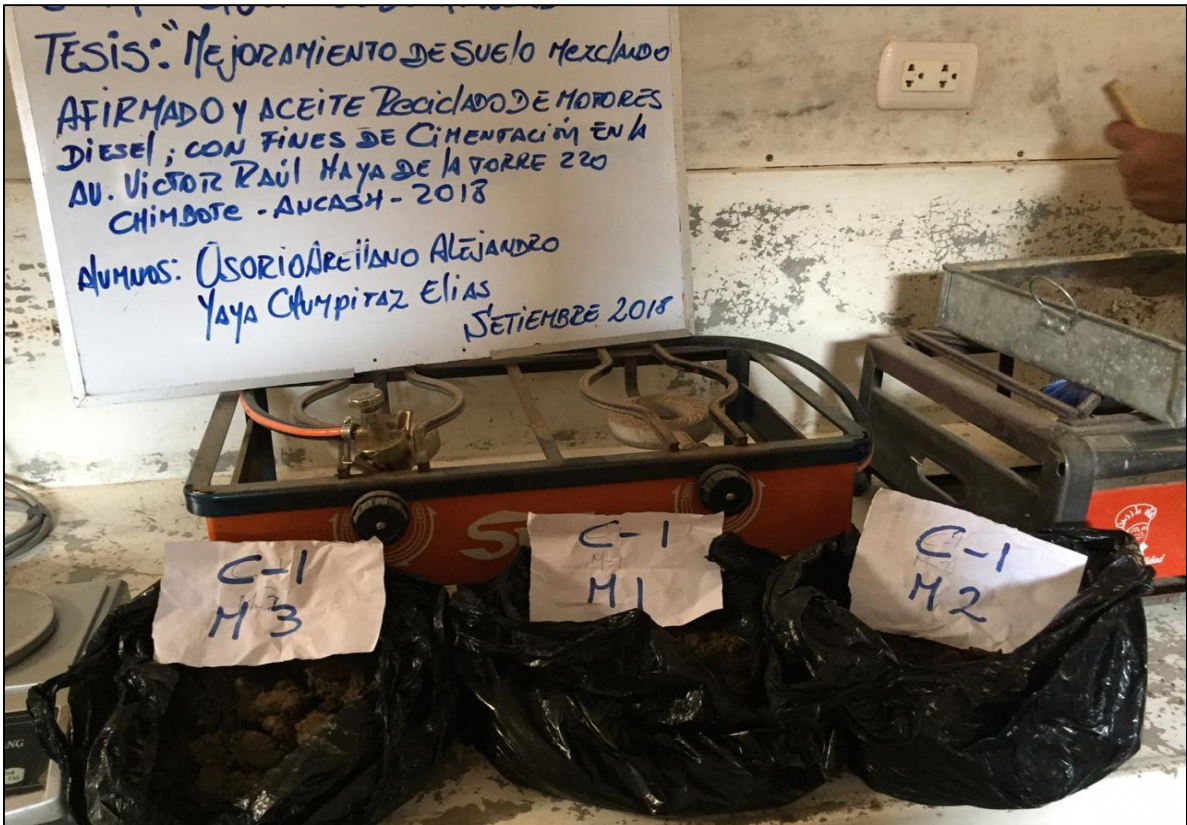
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

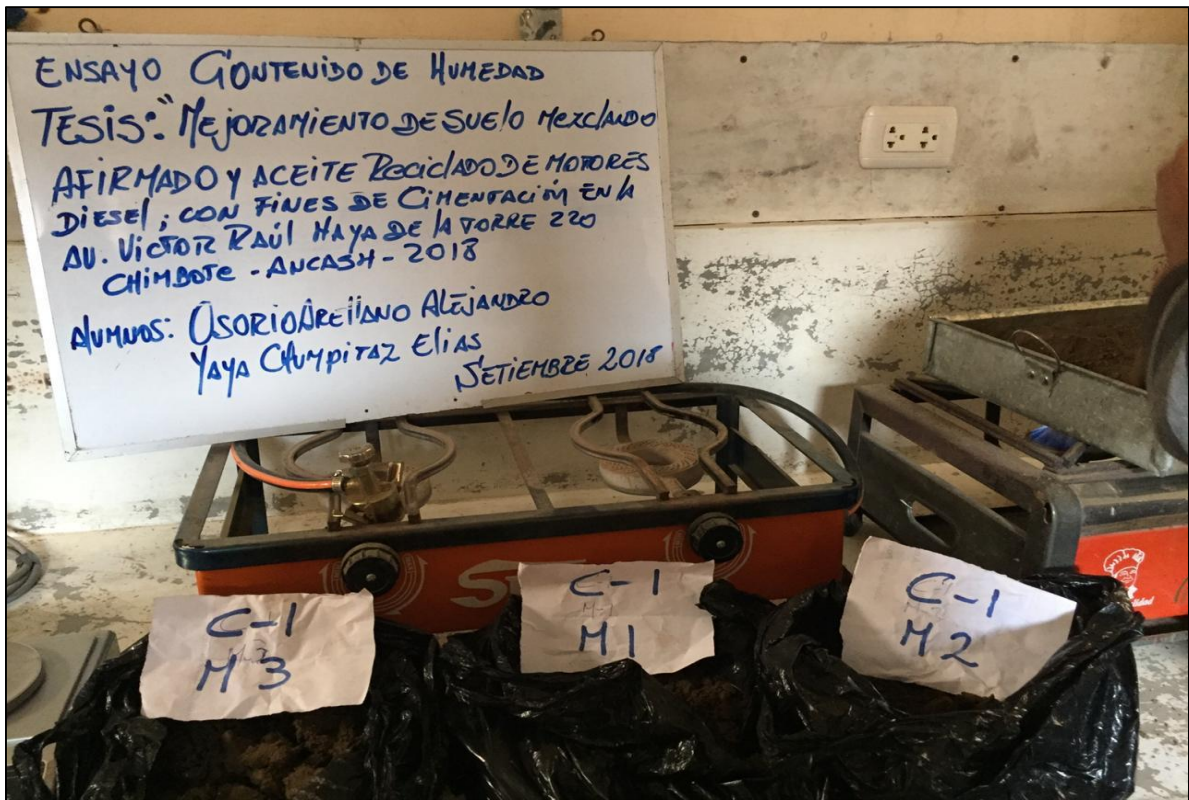


Fuente: Elaboración Propia.

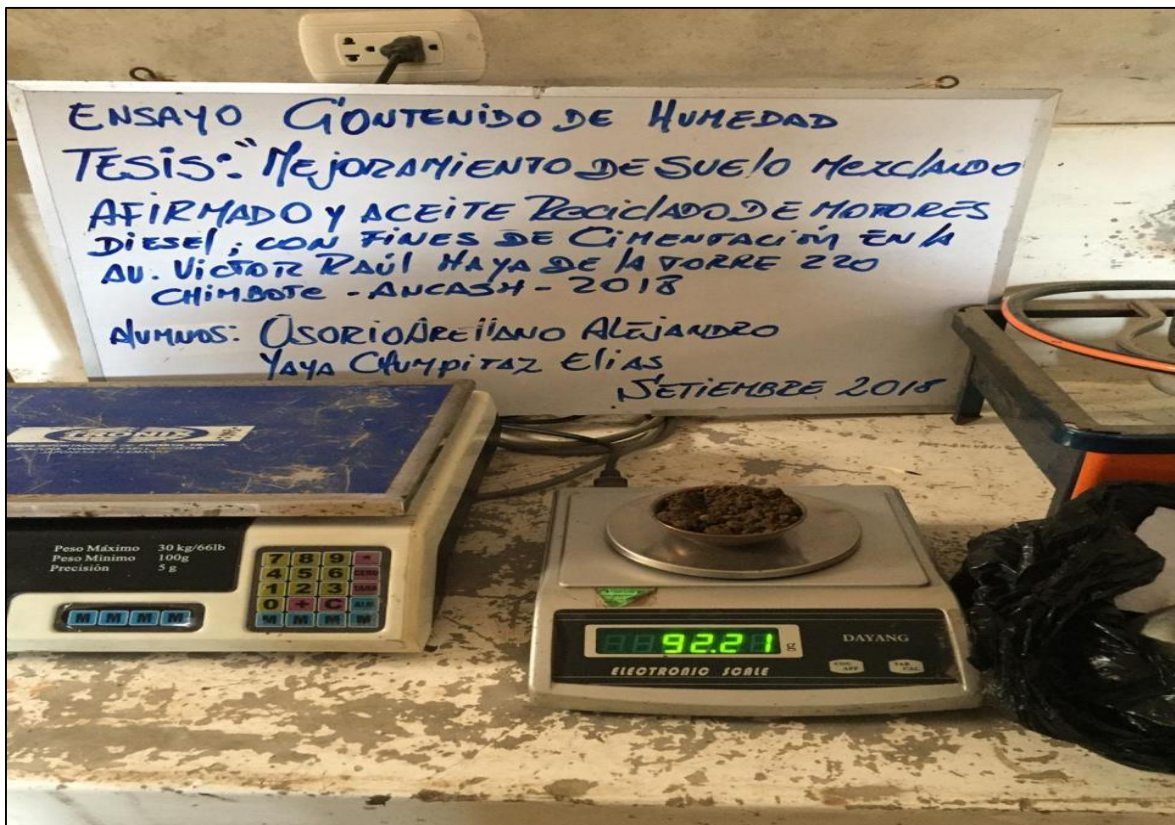




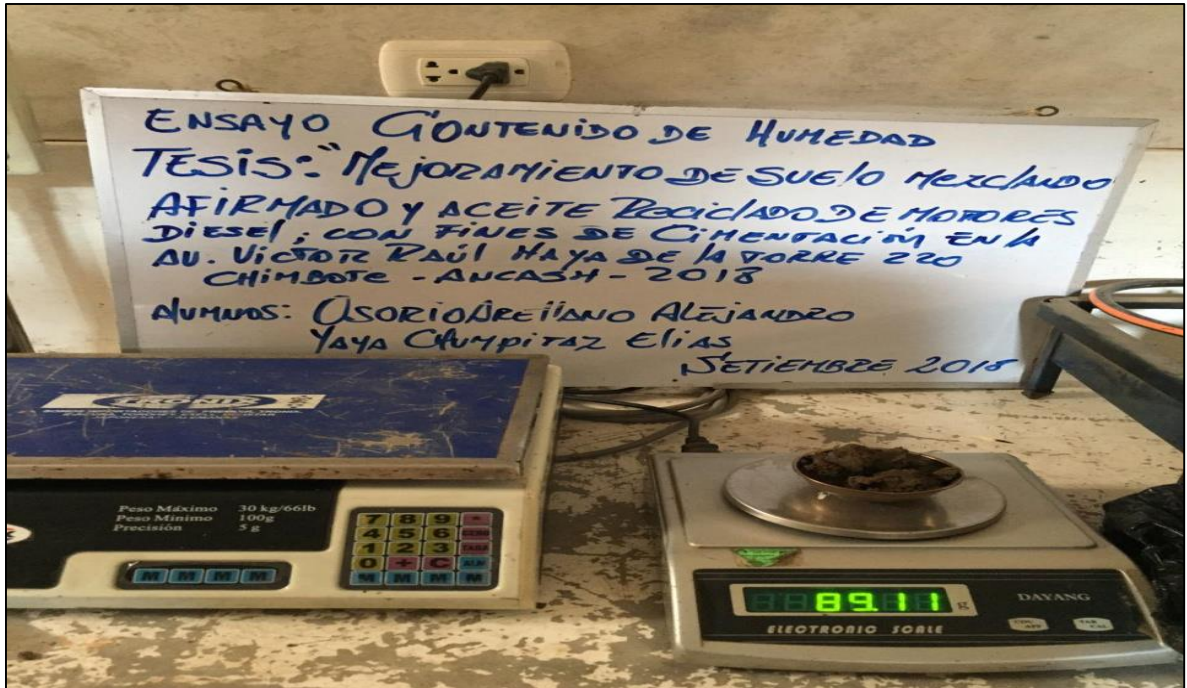




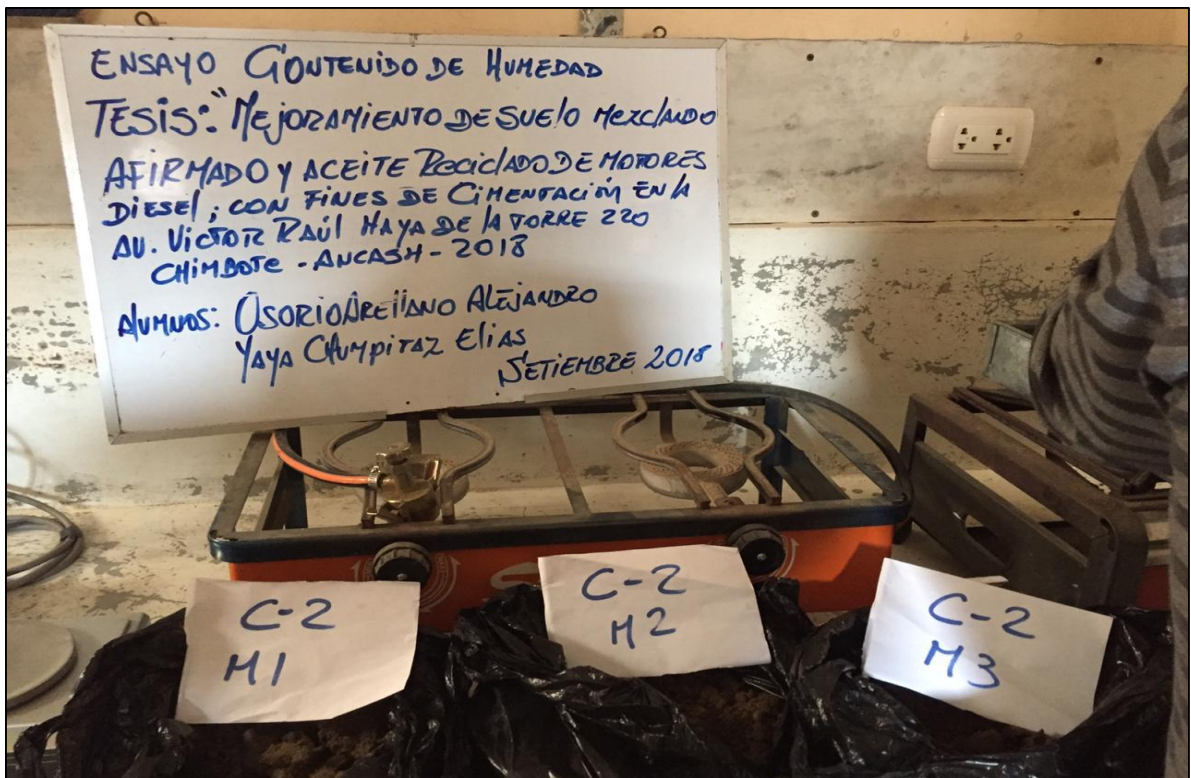
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD PRIMERA MUESTRA

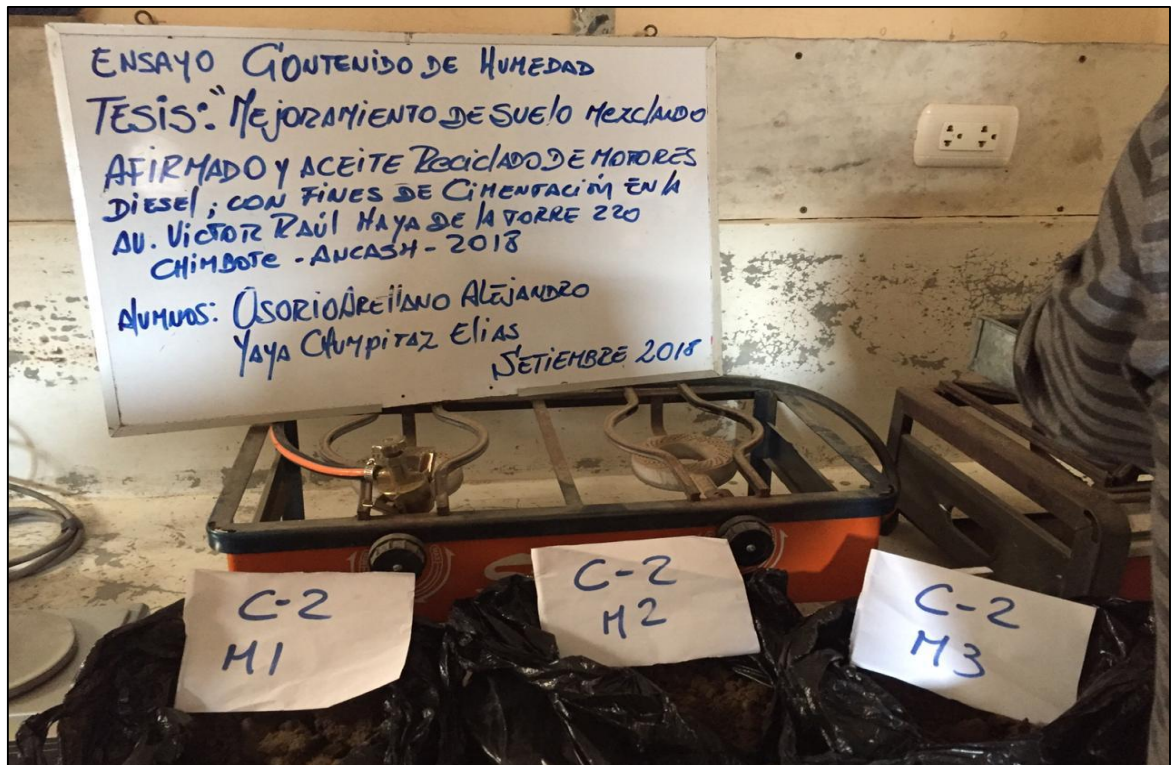
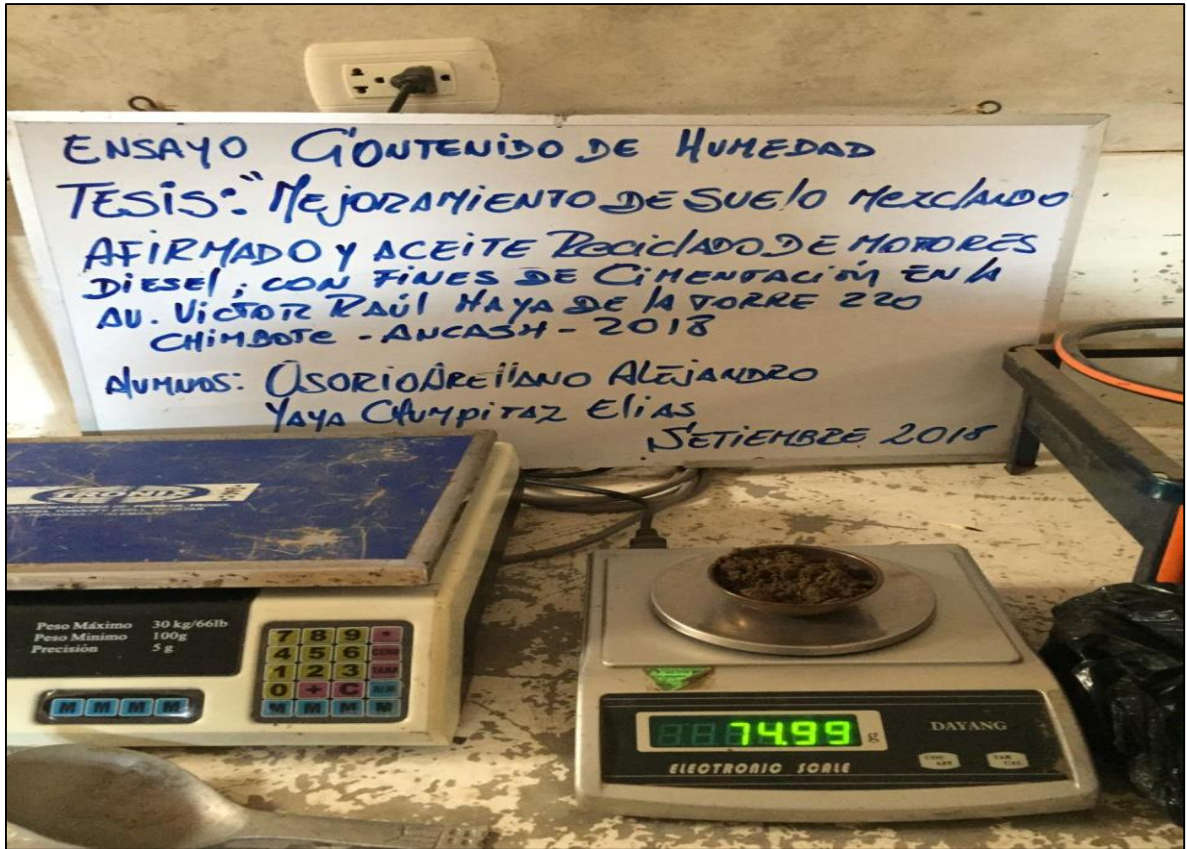


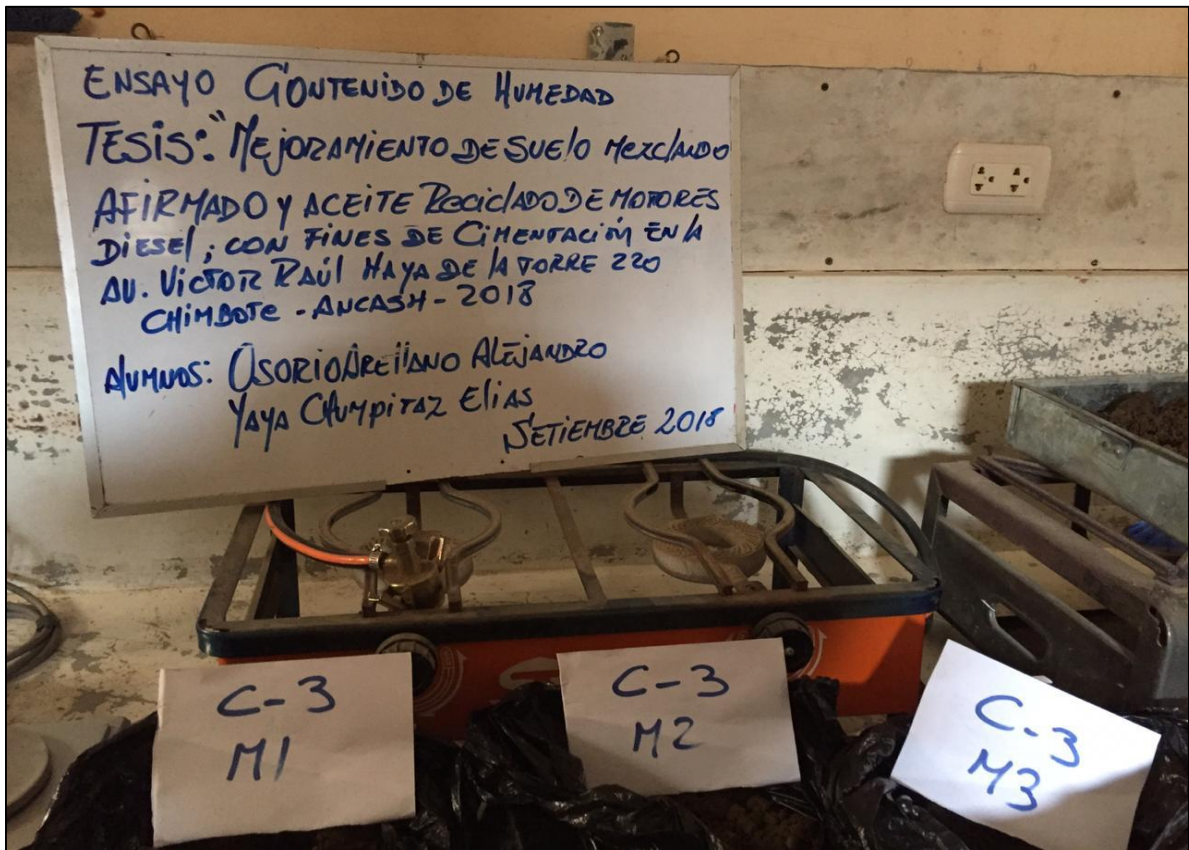
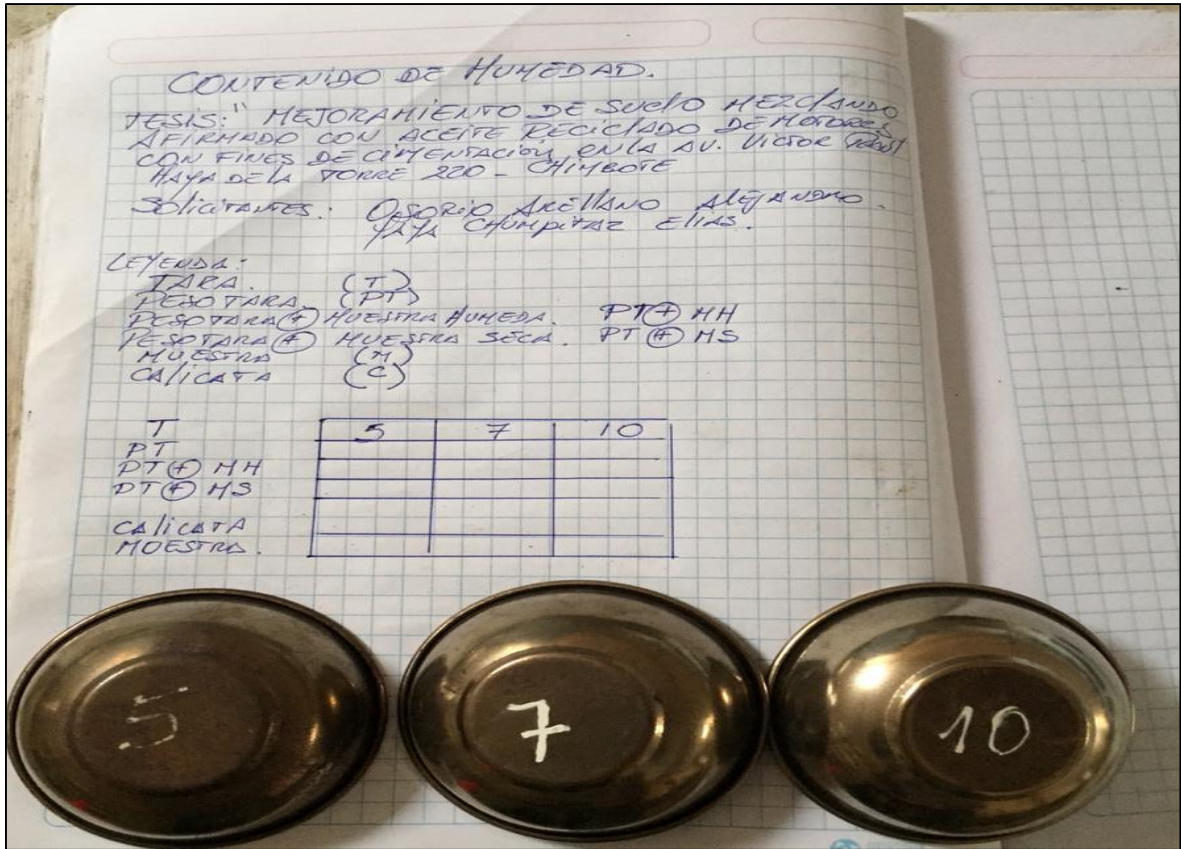
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



SEGUNDA MUESTRA

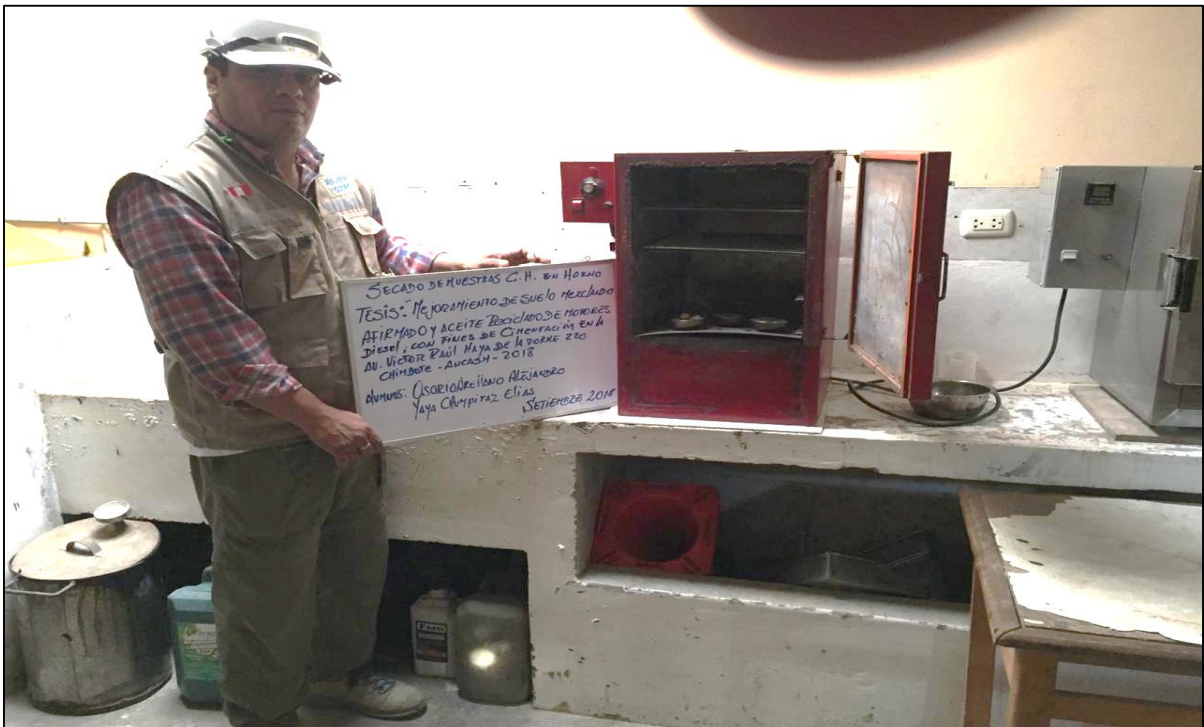








SECADO DE MUESTRAS . EN HORNO



CONTENIDO DE HUMEDAD. (TERRENO NATURAL)

TESIS: "MEJORAMIENTO DE SUELO MEZCLANDO AFIRMADO CON ACEITE RECICLADO DE MOTORES CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA AV. VÍCTOR PRADO HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE"

SOLICITANTES: OSORIO ARELLANO ALEJANDRO,
YAYA CHUMPIZAS ELIAS.

LEYENDA:

TARA. (T)

PESO TARA. (PT)

PESO TARA (+) MUESTRA HUMEDA. PT (+) MH

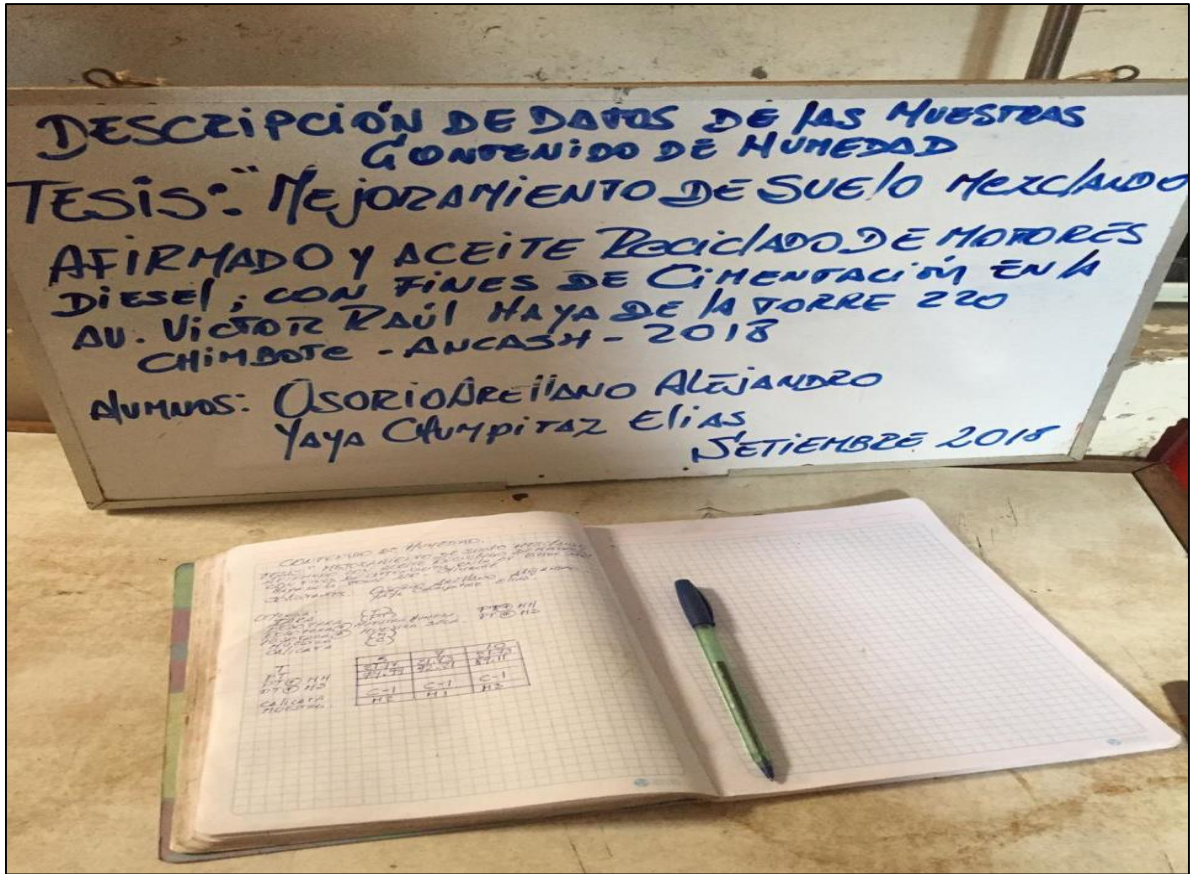
PESO TARA (+) MUESTRA SECA. PT (+) MS

MUESTRA (M)

CALICATA (C)

| T | 5 | 7 | 10 |
|-----------|-------|-------|-------|
| PT | 21.17 | 21.73 | 21.73 |
| PT (+) MH | 74.99 | 92.21 | 89.11 |
| PT (+) MS | 67.69 | 82.45 | 76.57 |
| CALICATA | C-1 | C-1 | C-1 |
| MOESTRA. | M2 | M1 | M3 |

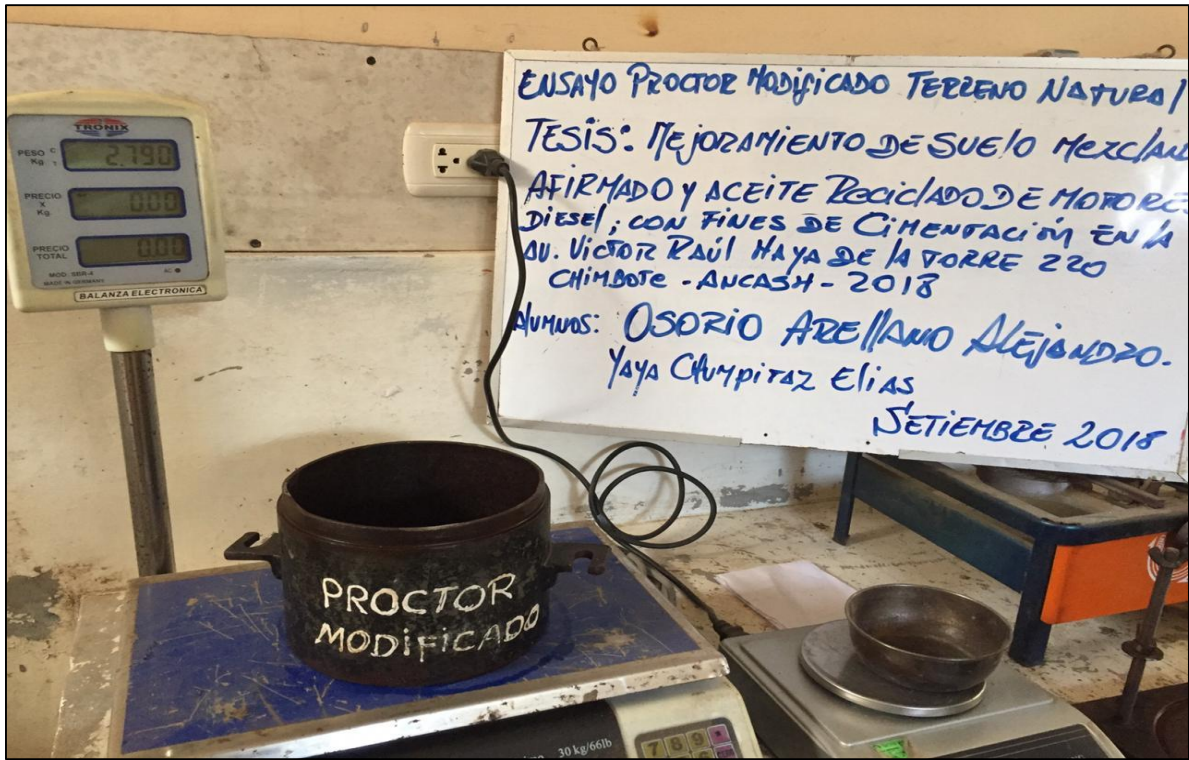
Fuente: Elaboración Propia.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TERRENO NATURAL







ENSAYO PROCTOR MODIFICADO.
(TERRENO NATURAL)

TESIS: "MEJORAMIENTO DE SUELO MEZCLANDO AFIRMADO CON ACEITE RECICLADO DE MOTORES DIESEL, CON PINES DE CIMENTACIÓN EN LA AV. VÍCTOR PAUL HAY DE LA TORRE 220 - CHIMBORÉ

SOLICITANTES: OSORIO ARELLANO ALEJANDRO
YAYA CHUMBITAZ ELIAS.

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| % AGUA | 5% | 9% | 13% | 17% |
| Nº GOLPES | 25 | 25 | 25 | 25 |
| PESO MOLDE (+) MUESTRA. | 6390 | 6765 | 7040 | 7045 |
| PESO MOLDE | 2790 | 2790 | 2790 | 2790 |

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL PROCTOR M.
(TERRENO NATURAL)

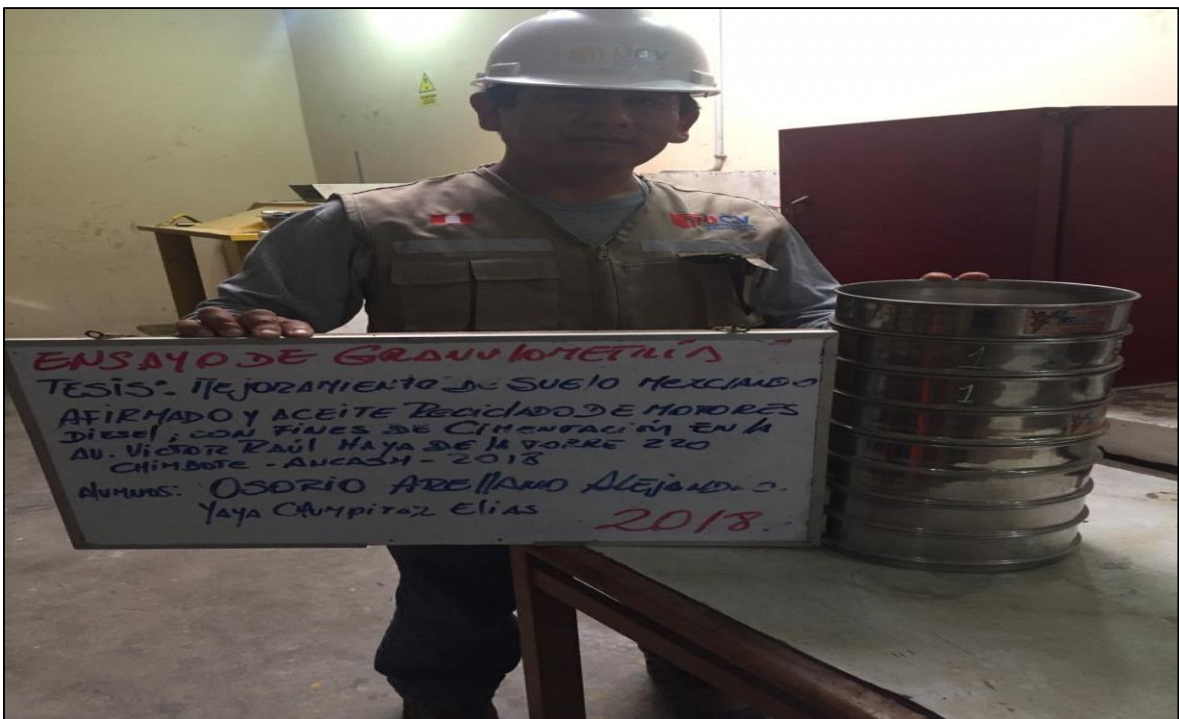
| | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| TARA | 2 | 6 | 11 | 4 |
| PESO TARA | 20.58 | 20.97 | 20.62 | 21.24 |
| PESOTARA (+) MUESTRA HUMEDA | 91.46 | 86.27 | 78.82 | 78.21 |
| PESO TARA (+) MUESTRA SECA. | 85.88 | 79.16 | 71.35 | 70.97 |

Fuente: Elaboración Propia.

TAMIZADO DE MUESTRAS



ENSAYO DE GRANULOMETRIA



GRANULOMETRÍA (TERRENO NATURAL)

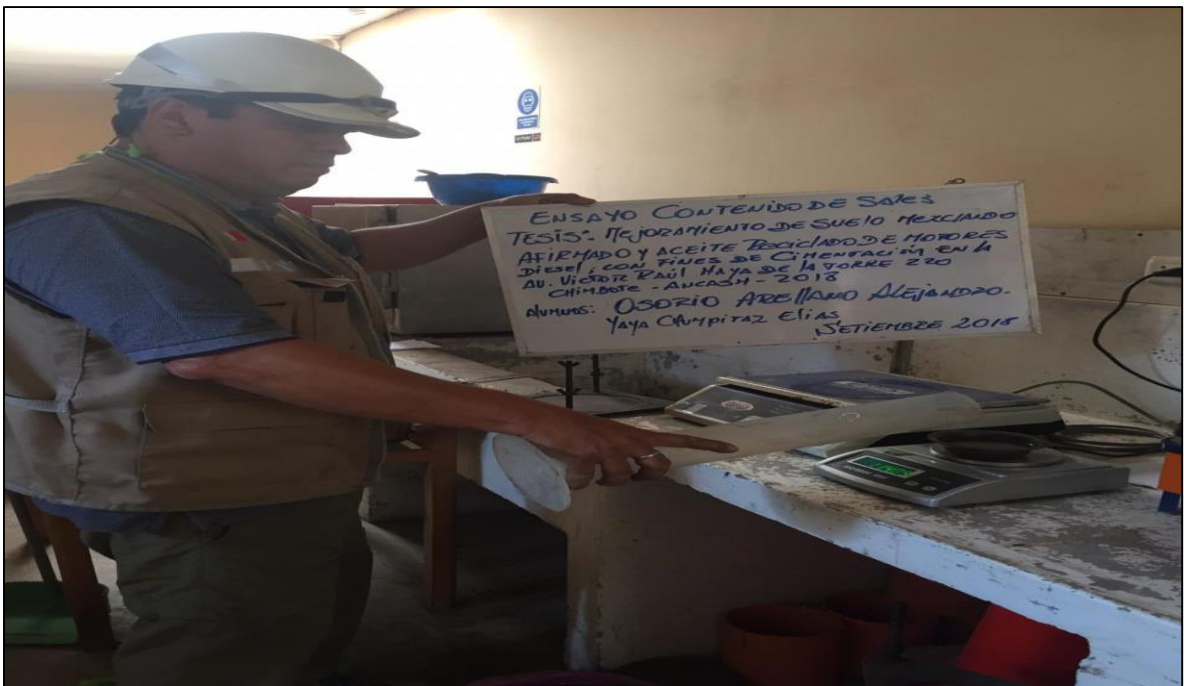
TESIS: "MEJORAMIENTO DE SUELO MEZCLANDO AFIRMADO CON ACEITE RECICLADO DE MOTORES DIESEL CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA AV. VICTOR ROO/ HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

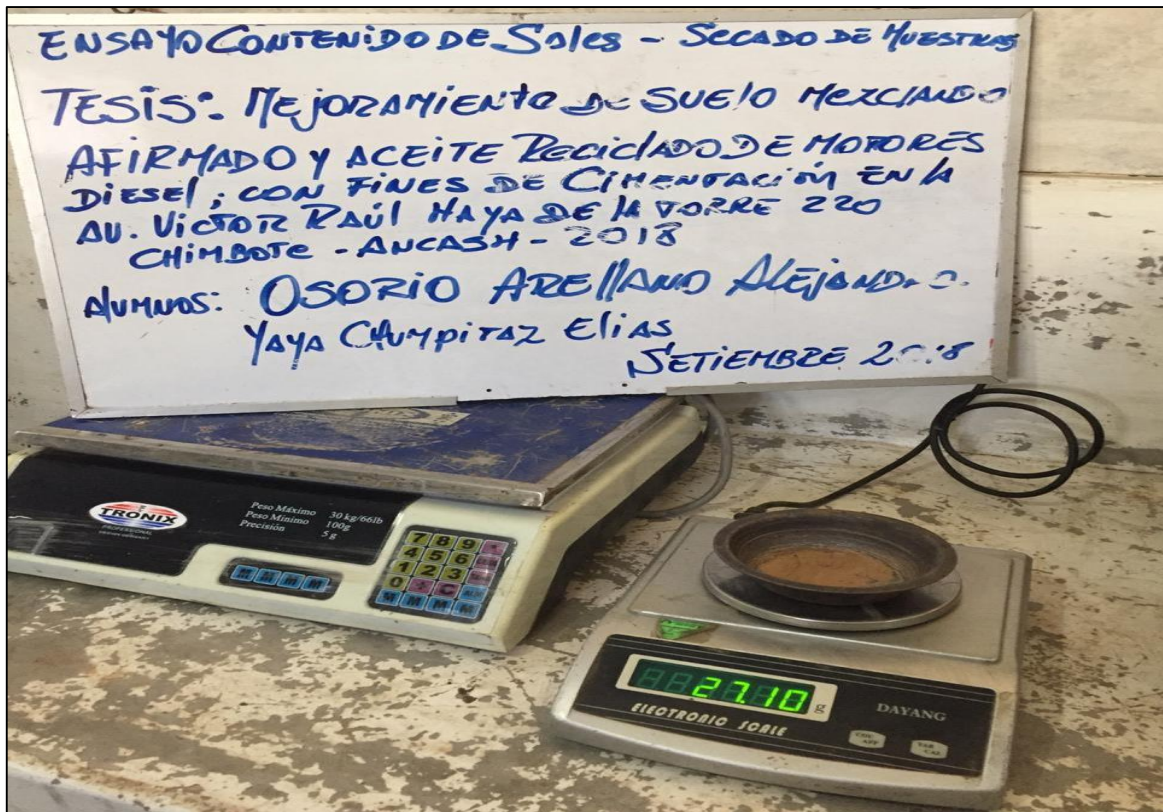
SOLICITANTES: OSORIO ARELLANO ALEJANDRO
YAYA CHUMPITAS ELIAS

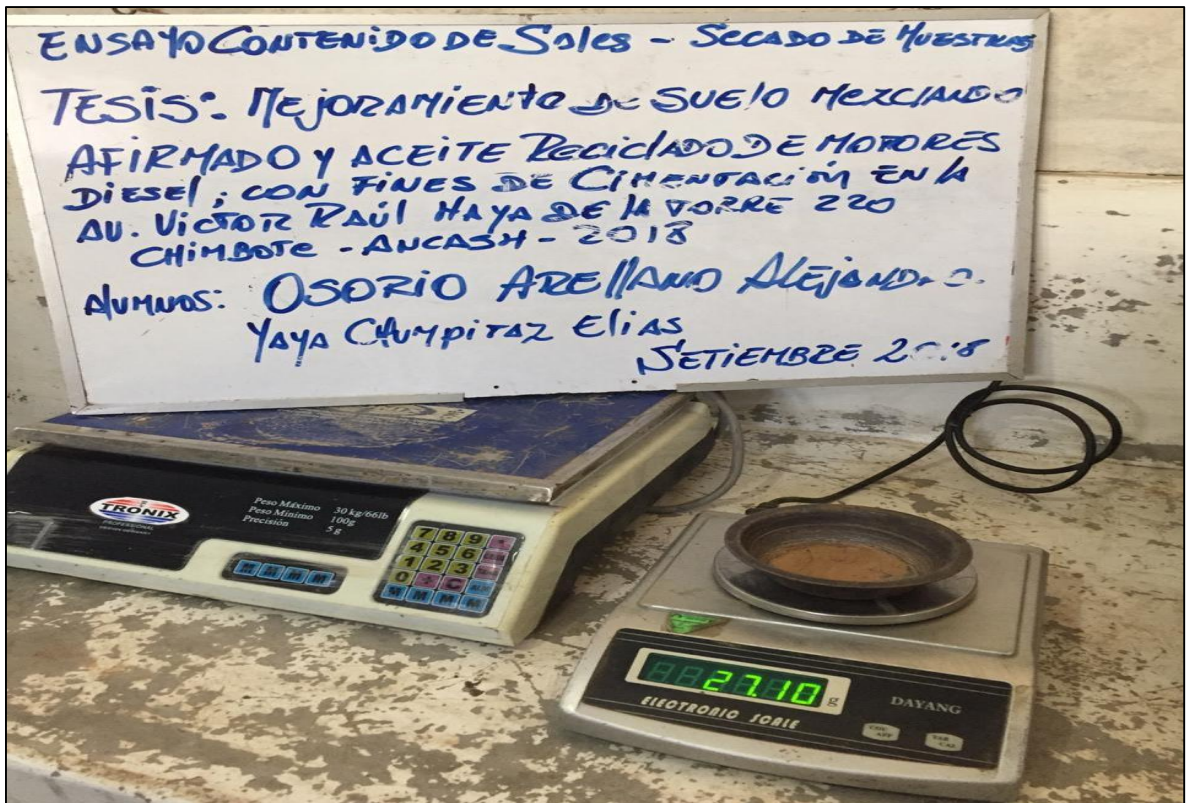
| Peso Muestra. | | 1145 | 930 | 865 |
|---------------|----------|--------|--------|--------|
| PASAJE | 1/2 | 2.63 | 21.42 | 2.52 |
| | 3/8 | 14.87 | 16.75 | — |
| | 1/4 | 21.83 | 29.87 | 13.28 |
| | 4 | 27.87 | 32.78 | 46.35 |
| | 10 | 112.30 | 85.03 | 233.43 |
| | 1φ | 65.21 | 43.02 | 90.90 |
| | 30 | 146.89 | 148.05 | 143.67 |
| | 40 | 92.21 | 76.29 | 51.00 |
| | 50 | 121.82 | 107.47 | 60.79 |
| | 100 | 339.68 | 224.74 | 130.18 |
| | 200 | 145.93 | 86.21 | 54.14 |
| | <200 | 48.58 | 57.62 | 33.74 |
| | CALICATA | C-1 | C-1 | C-1 |
| MUESTRA. | M-1 | M-2 | M-3 | |

Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE CONTENIDO DE SALES







CONTENIDO DE SALES. (TERRENO NATURAL)

TESIS: "MEJORAMIENTO DE SUELO MEZCLANDO.
AFIRMADO CON ACEITE RECICLADO DE MOTORES
DIESEL CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA AV. VICTOR.
RAÚL HAYA DE LA TORRE 220. CHIMBOTE

SOLICITANTES: OSORIO ARELLANO ALEJANDRO
YAYA CHUMPITAE ELIAS

MUESTRA SÓLIDA.

| | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|
| TARA | 2 | 6 | 11 |
| PESO TARA | 20.59 | 20.97 | 20.59 |
| PESO TARA (+) MUESTRA Húmeda | 100 | 100. | 100. |
| CALICATA | C-1 | C-1 | C-1 |
| MUESTRA. | M-1 | M-2 | M-3 |
| PROBETA | P-1 | P-2 | P-3 |

MUESTRA LÍQUIDA.

| | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|
| TARA | 15 | 26 | 73 |
| PESO TARA. | 28.03 | 26.85 | 27.27 |
| PESO TARA (+) MUESTRA Líquida | 114.04 | 106.45 | 104.41 |
| PESO TARA (+) MUESTRA Seca | 28.42 | 27.10 | 27.68 |
| CALICATA | C-1 | C-1 | C-1 |
| MUESTRA | M1 | M2 | M3 |
| PROBETA. | P-1 | P-2 | P-3 |

Fuente: Elaboración Propia.

RECOJO DE MUESTRA DE AFIRMADO





SECADO DE MUESTRAS



SECADO DE MUESTRAS PARA GRANULOMETRIA



CONTENIDO DE HUMEDAD.

TESIS: "MEJORAMIENTO DE SUELO MEZCLANDO AFIRMADO CON ACEITE RECICLADO DE MOTORES CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA AV. VICTOR (PAPA) HAYA DE LA TORRE 200 - CHIMBOTE

SOLICITANTES: OSORIO ARELLANO ALEJANDRO.
PAPA CHUMPIZAS ELIAS.

LEYENDA:

TARA. (T)
 PESOTARA. (PT)
 PESOTARA (+) MUESTRA HUMEDA. PT (+) MH
 PESOTARA (+) MUESTRA SECA. PT (+) MS
 MUESTRA (M)
 CALICATA (C)

| | | | |
|-----------|---|---|----|
| T | 5 | 7 | 10 |
| PT | | | |
| PT (+) MH | | | |
| PT (+) MS | | | |
| CALICATA | | | |
| MOESTRA. | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Muestra De Aceite Reciclado Para Analisis En El Laboratorio De La Universidad Nacional De Trujillo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



INFORME DE ANÁLISIS

| | |
|---------------------------------|--|
| SOLICITANTE | : ELIAS RICHA R YAYA CHUMPITAZ |
| PROYECTO | : "Mejoramiento de suelo con fines de cimentacion con afirmado y aceite reciclado de motores en Av. Víctor Raúl Haya de la Torre 220-CHIMBOTE" |
| MUESTRA | : ACEITE RECICLADO DE MOTOR |
| LUGAR | : CHIMBOTE |
| FECHA DE INGRESO | : 10 DE OCTUBRE DEL 2018 |
| MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO | |

| DETERMINACION | RESULTADOS |
|--------------------------|------------|
| Carbono % | 62 |
| Hidrogeno % | 16 |
| Azufre % | 0.63 |
| Poder Calorifico Kcal/kg | 15 |

OBSERVACION: La muestra analizada corresponde a un Aceite puede ser reciclado en Buen estado.

TRUJILLO 15 DE OCTUBRE DEL 2018



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 942844957

Anexo 6. Estudio de Suelo



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ESTUDIO DE SUELOS

TESIS:

"MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION
CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA
AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE"

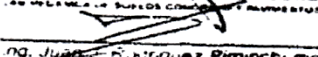
TESISTAS:

GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO
ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ

UBICACIÓN:

DISTRITO : CHIMBOTE
PROVINCIA : SANTA
REGIÓN : ANCASH

CHIMBOTE, NOVIEMBRE DEL 2018

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Raminchimo
C.M. 37.2011 - R

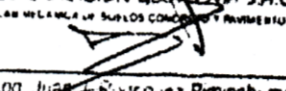


CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

INDICE

| |
|---|
| 1.0.-ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS |
| 1.1 GENERALIDADES |
| 1.2 METODOLOGIA DE TRABAJO |
| 2.0.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO |
| 2.1 CLIMA Y TEMPERATURA |
| 3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO |
| 4.0.- GEOLOGIA REGIONAL |
| 4.1.- GEOLOGIA LOCAL |
| 4.2.- TECTONISMO |
| 5.0.- TRABAJOS DE CAMPO |
| 6.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO |
| 7.0.- ENSAYOS ESTANDAR |
| 8.0.-CLASIFICACION DE SUELOS |
| 9.0.-CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION |
| 10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO |
| 11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION |
| 12.- DE LOS TERRENOS COLINDANTES |
| 13.- DATOS GENERALES DE LA ZONA |
| 14.- EFECTOS DE SISMO |
| 15.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO |
| 16.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES |
| ANEXOS |
| PANEL FOTOGRAFICO |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Diminichimo
(HP 37341) - R



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

INFORME TECNICO

1.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

1.1. - GENERALIDADES

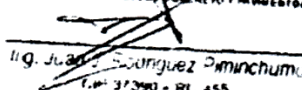
Objetivos

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, en el marco del desarrollo del Estudio Definitivo del Proyecto "MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTYOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE"

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo en las áreas donde se emplazará la obra, con el propósito de estimar su comportamiento así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas, capacidad portante admisible, asentamientos diferenciales y las recomendaciones necesarias.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas de campo.
- Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos en suelos.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles stratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan José Sanguinéz Diminichimo
T. 043 316715 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C LL09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com – EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

- Elaboración de las recomendaciones técnicas y diseño estructural.

Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos para el presente estudio.

1.2.- Metodología y plan de trabajo

Metodología

El conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

a) Fase preliminar

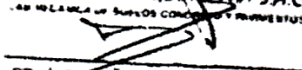
Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de tres días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.
- Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

b) Fase de campo y ensayos de laboratorio

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.

Clasificación visual manual de las muestras, Se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
C. 043 316715 - R. C.



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.

Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, las cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.

c) Fase de gabinete

Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos.

- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse), agresividad química de los suelos y otros parámetros físicos de suelo con fines de cimentación.
- Recomendaciones técnicas y diseño estructural de cimentación, consideraciones constructivas y sismoresistentes de las obras.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.

1.3.- Plan de trabajo

a) Planteamiento del estudio

El planeamiento del estudio geotécnico, ha sido realizado como una parte del sistema interno de control de calidad. Esto incluyó:

- La definición del área del estudio.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
CNP 37300 - R



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

- Identificación de las tareas de campo, laboratorio y gabinete a ser emprendidas, y los alcances de las mismas.
- Elaboración de metodologías para cada una de las actividades de campo, laboratorio y trabajos de gabinete.
- Establecimiento de la secuencia de actividades y la interdependencia de las mismas.
- Procedimientos de interpretación y discusión de los resultados de campo y laboratorio.
- Estimación de los recursos requeridos para el cumplimiento de cada una de las tareas, y determinación de las tareas críticas en cuanto al tiempo y recursos que demanden.

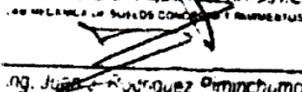
Para el estudio geotécnico, las actividades han sido agrupadas en dos frentes de trabajo:

- Frente de excavación de calicatas.
- Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH).

El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

b) Programa de actividades y recursos logísticos

La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Domínguez
(Nº 37341) - R. 1



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

2.0.- Ubicación del área de estudio

El presente proyecto se ejecutará en la avenida Pardo 220, perteneciente al Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende "MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTYOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE"



FIGURA Nº 01: Mapa provincial del departamento de Ancash. La zona en estudio se encuentra en la Provincia de Santa.

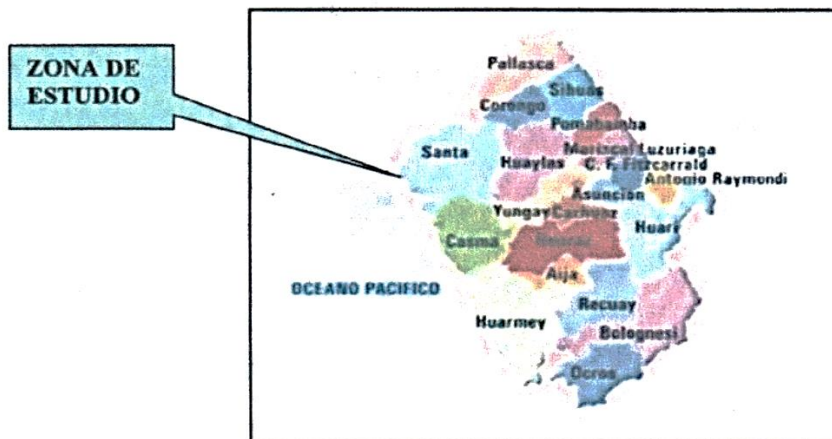


FIGURA Nº 02: La zona en estudio se encuentra en la Ciudad de Chimbote, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
CIP 37360 - RUC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRECIPITACION:

Muy raras veces llueve en la región y se sabe de décadas que transcurren sin ella. El régimen de lluvias en la cuenca es relativamente homogéneo, conteniendo en el año dos épocas definidas, una humedad correspondiente a los meses de verano y otra seca ocurriendo básicamente en los meses restantes se pueden considerar como transición entre estas épocas. Se ha observado que el mes de máximas precipitaciones en todas las estaciones analizadas es el mes de marzo y el de mínimas precipitaciones es el mes de Julio.

HUMEDAD ATMOSFÉRICA:

Como es normal para las zonas costeras, se considera que la ciudad de Chimbote está en una zona húmeda. El vapor de agua desempeña un rol importante en la evolución de los fenómenos atmosféricos y en las características fundamentales del clima. Una de las formas de expresar el contenido de vapor de agua del aire es por medio de la humedad relativa en las cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en Chimbote. La humedad relativa media mensual histórica es de 73%

Se dispone de información de horas de sol en las estaciones del Puerto de Chimbote y Rinconada en las cuales se establece que el promedio de horas de brillo solar varía de 7 a 9 horas en los meses de verano y en los meses de invierno varía de 5 a 7 horas.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchumo
C.M. 317390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

3.1. GEOMORFOLOGIA

3.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES

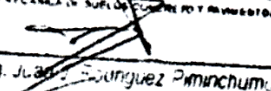
Dentro de los principales que han dado origen a las geoformas actuales, se tiene el agua y el viento como los que han jugado un papel muy importante. Las intensas lluvias que se producen en la región constanera después de largos periodos de sequia, origina grandes torrentes que descienden por las diversas quebradas, los materiales acarreados por dichos torrentes se han acumulado en las planicies bajas en formas de grandes abanicos.

3.1.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.

Las unidades geomorfológicas mayores son la faja costanera, los valles de la vertiente pacifica y las estribaciones de la cordillera occidental, dentro de las cuales se pueden identificar en la zona las siguientes unidades menores.

Cuadrángulo de Chimbote, los afloramientos de gabros y rocas asociados se encuentran en la Isla Blanca , cerro señal Taricay y cerro Tambo. Los afloramientos de gabros tienen coloraciones oscuras que se diferencian de las rocas adyacentes por su mayor resistencia a la erosión. En algunos casos tienen morfología resaltante, como el caso del Cerro Tortugas, Cerro Prieto, Cerro Samanco, etc.

Los componentes intrusivos iniciales del Batolito de la costa Varían en un rango desde gabro a diorita, según sus características petrognificas se han separado en los mapas geológicos respectivos cuerpos de gabro, diorita, microdiorita a diabia y un complejo de diques, cada uno de ellos tiene una forma y distribución espacial.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan José Sanguinéz Piminchumbe
T.M. 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

3.2. SUPER UNIDAD SANTA ROSA

El lado Oeste del Batolito esta compuesto por un complejo muy variado de tonalita acida. Las características petrográfica y de campo de este complejo son muy similares a las del complejo de la región Chancay – Huaura (Cobbing y Pitcher, 1972). Ya que el complejo de la tonalita acida de la región de Casma representa claramente la continuación hacia el norte, del Complejo Tonalita Santa Rosa de Cobbing y Pitcher; Child R. (1976) prefiere mantener el nombre y sin embargo cambia la denominación de "Complejo" por la de "Super Unidad"

La súper unidad Santa Rosa es la mas amplia de la unidades intrusivas que forman el Batolito cubriendo aproximadamente el 60 % del area total, correspondiente a las rocas intrusivas. Aflora en una extensa franja que va desde Chimbote en el Norte, hasta la quebrada Berna Puquio en el Sur (Culebras) y se prolonga mas hacia el Sur a los Cuadrangulos adyacentes

3.2.1. DEPOSITOS CUATERNARIOS

La evidencia del levantamiento y erosión de la región se sustenta en la presencia de terrazas marinas levantadas, depósitos marinos recientes, terrazas aluviales levantadas, depósitos aluviales recientes, depósitos eólicos estabilizados y acumulaciones eólicas en actividad, etc. Todos estos depósitos fluvio-aluviales depósitos residuales ya un los deslizamientos constituyen la cobertura del material reciente que recubren gran parte del area de estudio y por simplificación de le ha agrupado como depósitos marinos, eólicos y aluviales.

3.2.2. DEPOSITOS MARINOS

Se encuentran distribuidos a lo largo del litoral, especialmente en las bahías y efirantes; consiste de arenas semiconsolidadas con estratificación sesgada, cuyos componentes son cuarzo de 1 a 3 milímetros, granos oscuros de rocas volcánicas finas en algunos casos con fragmentos de conchas en una matriz

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Pimanchumo
C.R. 37390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

de arena gruesa. Los remanentes de depósitos marinos levantados en general se inclinan suavemente hacia el Oeste.

3.2.3. DEPOSITOS EOLICOS

Se pueden distinguir dos tipos de arenas eólicas; los montículos de arenas eólicas; los montículos de arena estabilizadas y depósitos de arena en movimiento o continua evolución.

Las arenas estabilizadas se observan al Este de la ciudad de Chimbote, al Sur de Samanco, etc.

Los procesos eólicos re trabajan rápidamente las arenas y cubren los depósitos de playas, estos últimos representan la fuente principal del material eólico que se transporta hacia el continente, El avance continuo de las arenas ha definido cuerpos alargados, longitudinales conocidos como médanos que avanzan hacia el continente sobre yaciendo a rocas cretáceas.

3.2.4 DEPOSITOS ALUVIALES

Como se observa en los mapas geológicos los depósitos aluviales son mas abundantes en el cuadrángulo de Casma, en estrecha relación con la mayor extensión de rocas plutónicas, las cuales son mas fácilmente erosionables, originando depósitos arenosos gruesos y limoarcillas

En los depósitos aluviales se incluyen la terrazas los rellenos de quebradas y valles, así como los depósitos recientes que constituyen las pampas o llanuras aluviales, las terrazas están formadas por gravas arenas y limos que en algunos casos sobreyacen directamente al basamento rocosos, en otros casos constituyen una secuencia gruesa de depósitos aluviales mal seleccionados con clastos de litologías diversas.

En general los depósitos aluviales son más gruesos a heterogéneos hacia el Este, en cambio hacia el Oeste son de fragmentometría más fina y

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Pimentel
T. 043 316715 - RUC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

características más homogéneas, por lo que son explotados como agregados y material de construcción.

GEOLOGÍA GENERAL:

La ciudad de Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

- Unidad de playas.
- Unidad de pantano.
- Unidad de depósitos aluviales de Lacramarca.
- Unidad de colinas.
- Unidad de dunas.

c) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote y Nuevo Chimbote, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

d) Unidad de pantanos

Limitada por la unidad de playas y ubicada dentro del gran abanico aluvial de Nuevo Chimbote, presentándose con nivel freático casi superficial y en las áreas distantes del cono aluvial a consecuencia de la crecida del río Lacramarca, cuyas aguas se infiltran y fluyen subterráneamente hacia el mar.

En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchumo
CIP 37390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

4.0.- GEOLOGÍA REGIONAL:

Geológicamente, a nivel regional se han reconocido las siguientes unidades estratigráficas:

a) Cretáceo.-

Grupo Casma

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos. También se observan alteraciones de tipo propilítico, cloritización y silicificación incipiente. En la ciudad de Chimbote el volcánico se encuentra expuesto principalmente en el extremo norte por los cerros Chimbote y Tambo Real, y en el extremo Sur-Este por los cerros Península y División.

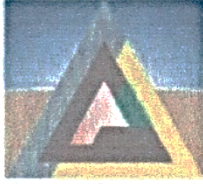
La edad de los depósitos anteriores ha sido ubicado a fines del periodo jurásico y cretácico superior.

b) Intrusivos.-

Este segundo tipo de afloramiento existente en la zona se encuentra representado por formaciones de granodiorita, cuya coloración oscila entre gris oscuro y gris claro, su grano varía entre medio y grueso; teniendo su mejor exposición en el lado Este de la ciudad, en las colinas de las Pampas de Chimbote.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan J. Rodríguez Piminchumo
CIP 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

c) Cuaternario.-

Son los más predominantes en el área de estudio, formada por extensos depósitos la arena eólica, formando muchas veces colinas de poca elevación. Se nota la presencia de materiales aluvionales y fluviales formando depósitos a lo largo del lecho antiguo del Río Lacramarca, así como en el extremo Norte de la ciudad, conocidos como Cascajal, La Mora, etc. y están constituidos principalmente por los siguientes depósitos:

4.2.- Tectonismo

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

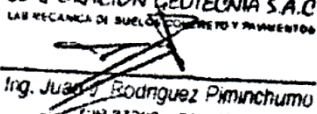
5.0.- Trabajo de campo

Calicata.

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico se realizó la apertura de dos calicata a cielo abierto de aproximadamente 2.20 mts. y 4.00 mts de profundidad dentro de la zona de estudio denominándolas como C01 y C02 respectivamente, la cual se ubican en el área de estudio, la ubicación de dicha calicata se muestra en el croquis adjunto.

El plano mostrando la ubicación de los sondeos efectuados, se presenta en el Anexo.

- La relación resumida de las prospecciones realizadas así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan P. Rodríguez Piminchumo
E.Nº 37390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

5.1.- Muestreo: se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

Registro de sondaje

Paralelamente al avance de las excavaciones de los sondeos, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D2488, descubriéndose las principales características, de los suelos encontrados tales como; espesor tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad etc.

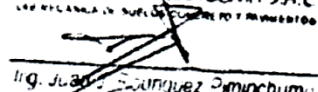
Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

6.0.- Ensayos de laboratorio.-

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

Con las muestras alteradas obtenidas de los sondeos realizados, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 12 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, 12 ensayos de límite líquido y 12 límite plástico, 12 ensayos de sales solubles totales y 02 ensayos de Ph, 02 ensayos de Ion Cloruro, 02 ensayos de Ion Sulfato, Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de la empresa Corporación Geotecnia SAC, han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote. Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan S. Sanguinéz Párrichimo
T.M. 37390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

Norma Peruana E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) .

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

6.1.- Ensayos químicos de suelos

Para estimar la agresividad de los suelos sobre estructuras del pavimento, se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 02 ensayos de contenido de sales solubles totales 02 ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 02 ensayos de Ion Cloruro y 02 ensayos de Ion sulfato.

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.

7.0.- ENSAYOS ESTARDAR: con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

1. Análisis Granulométrico. ASTM D 422
2. Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
3. Limites de Consistencia. ASTM D 4318
4. Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
5. Peso Volumétrico. ASTM D 4254
6. Descripción visual de los suelos ASTM D 2487

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan José Sotomayor Párriz
C.R. 31390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

8.0.- CLASIFICACION DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Oficial (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION.-

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizados, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A -2 - 4 (0), está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| -Permeabilidad | - Baja |
| - Expansión | - Baja |
| - Valor como terreno de fundación | - Malo |
| - Característica de Drenaje | - Malo |

10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO.

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas representan un problema y afectaran las estructuras debido a la agresividad de sales en el suelo.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchumo
C.R. 37390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

| PRESENCIA EN EL SUELO DE: | P.P.M. | GRADO DE ALTERACION | OBSERVACION |
|------------------------------|--|--|---|
| SULFATOS | 0 - 1,000 1,000 - 2,000 2,000 - 20,000 > 20,000 | Leve Moderado Severo Muy severo | Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación. |
| CLORUROS | > 6,000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos. |
| SALES SOLUBLES TOTALES | > 15,000 | Perjudicial | Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación. |

TABLA N° 2

TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO

AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

| GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS | PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO ₄) EN LA MUESTRA DE SUELO (%) | PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO ₄) EN AGUA (p.p.m.) | TIPO DE CEMENTO | RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal) |
|---------------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Despreciable | 0 a 0.10 | 0 a 150 | I | |
| Moderado | 0.10 a 0.20 | 150 a 1,500 | II | 0.50 |
| Agresivo | 0.20 a 2.00 | 1,500 a 10,000 | V | 0.45 |
| Muy Agresivo | > de 2.00 | > 10,000 | V + puzolana | 0.45 |

P.C.A. Asociación Cemento Portland

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. Juan Rodríguez Piminchumo
 C.N° 37360 - R.L. 456



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio

| INDICE DE PLASTICIDAD | POTENCIAL DE EXPANSION |
|------------------------------|-------------------------------|
| 0 -15 | BAJO |
| 15 -35 | MEDIO |
| 35 – 55 | ALTO |
| >55 | MUY ALTO |

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos poco o nada expansibles.

12.00.- De los terrenos colindantes

- _ En el área del proyecto no se ha podido verificar otros estudios similares al Presente.
- **De las cimentaciones adyacentes**
 - _ Se ha verificado que la mayoría de las edificaciones adyacentes son de material noble de 01 piso. Por la ubicación de las obras previstas en el proyecto, las edificaciones adyacentes no afectara a la construcción a realizarse.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchumo
CIP 31790 - RUC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

13.00- DATOS GENERALES DE LA ZONA.

a) **Geodinámica Externa.**– Respecto a este fenómeno lo que se puede anotar es que la zona en estudio se encuentra dentro de la región Media de Sismicidad en el Perú en la Zona 4 cuyo factor es $Z = 0.45$, el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Como un antecedente relativamente cercano tenemos el terremoto del 31 de Mayo de 1970, el cual fue uno de los más catastróficos de la Historia, su epicentro fue localizado a 9.4° Latitud Sur y 79.3° Longitud Oeste, el cual produjo una aceleración de $0.24g$. La magnitud calculada fue de 7.5° en la escala de Richter, la cual fue menor al Sismo del 26 de febrero de 1619 que alcanzó 7.8° en la escala de Richter.

| ZONA | Z |
|------|------|
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.10 |

Fuente: Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2016.

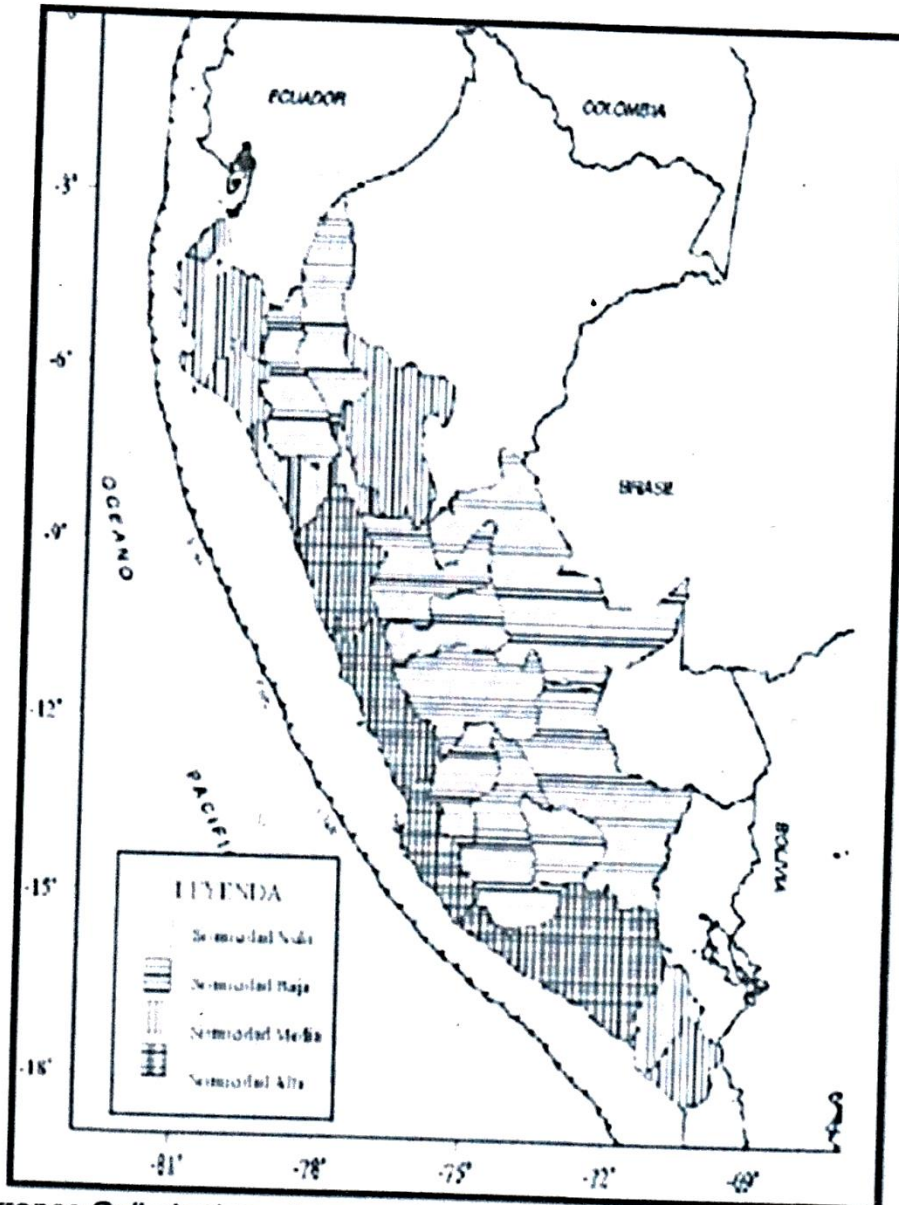
CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
CIP 37360 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com



b) **Terrenos Colindantes.**- Adyacentes al terreno se encuentran viviendas, y construcciones de la población.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
CIP 37360 - RUC 458



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C LL09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

14.00- EFECTO DE SISMO

La zona de estudio corresponde al distrito de Chimbote en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú.

Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

- Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es arena limosa el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de $S=1.1$, para un periodo predominante de $T_p=1.0$ s, y Z es el factor de la zona 4 resultando $Z=0.45g$.

Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de $0.42g$, y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es 0.21 .

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchurmo
CIP 31360 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C LL09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com



FIGURA N° 1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Pimanchimo
CNP 37343 - M. 454



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

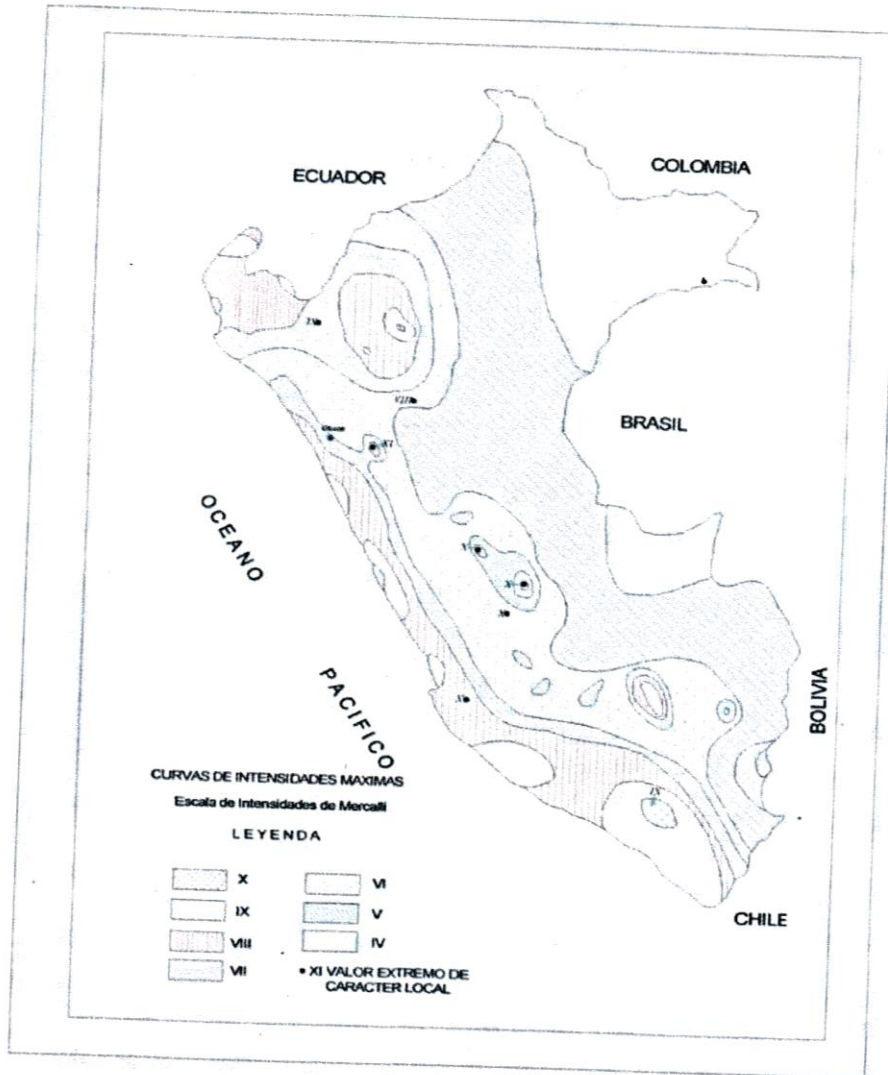


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al, 1984)

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
C.A. VIALBA DE TUPAC KATIPALLO Y SU ASISTENTE
Ing. Juan P. Peltiguer Piminchimo
C.N. 31.940 - ME 45A



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

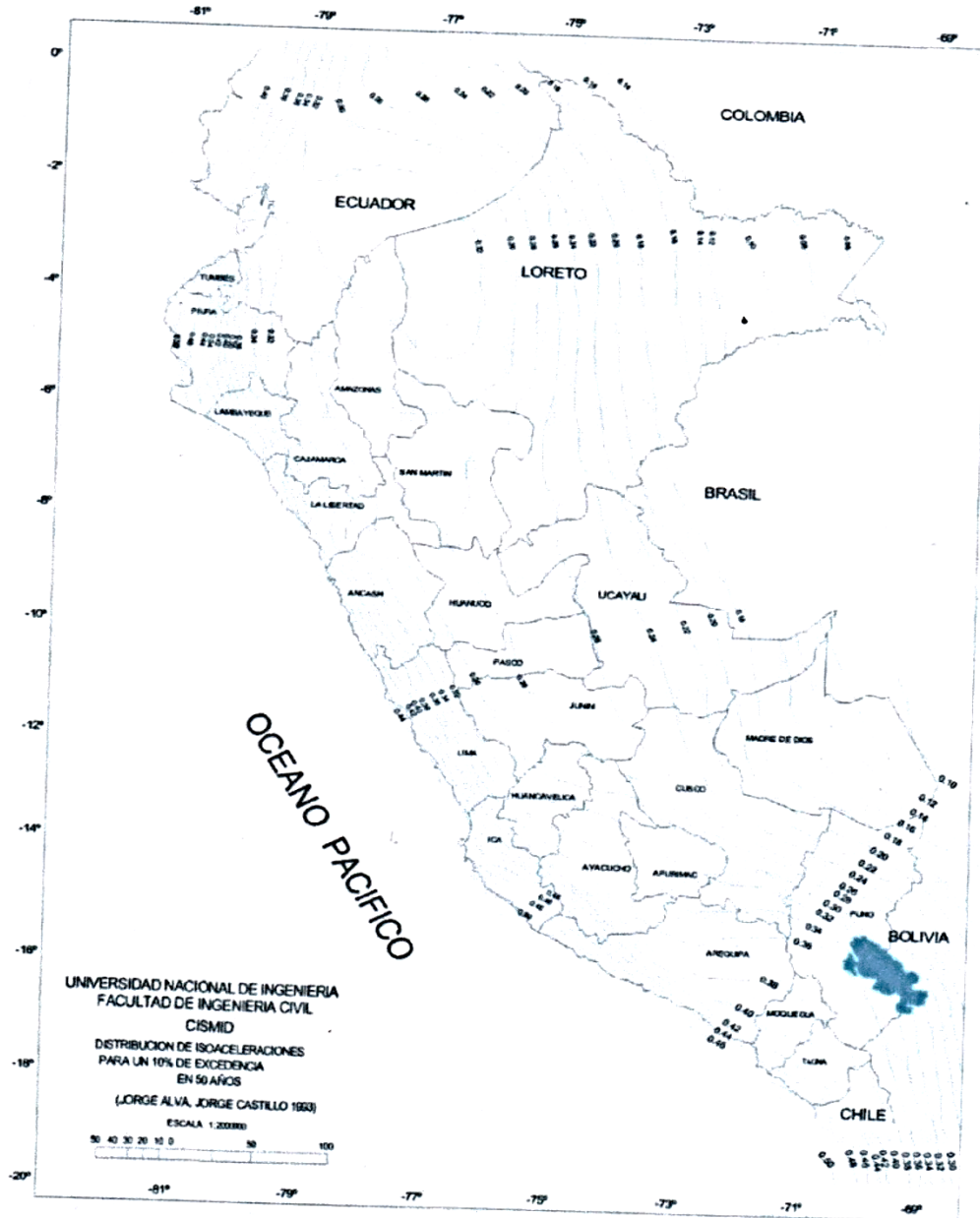


Figura 3. Mapa de Isoaceleraciones para 475 años de Periodo de Retorno

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan ~~Antezana~~ Antezana Dimanchumo
 L.N. 31.941 - M. 654



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

14.1 Angulo de fricción Suelo natural mediante ensayo de Corte Directo

- ✓ El Angulo de fricción , tiene el siguiente valor:
- ✓ Calicata C-01, presenta un Angulo de fricción obtenido mediante el ensayo de corte directo de $\phi = 25.75^\circ$
Se tomara como ángulo de fricción $\phi = 26^\circ$

14.2 Angulo de fricción afirmado estabilizado con aceite quemado ensayo de Corte Directo

- ✓ El Angulo de fricción , tiene el siguiente valor:
- ✓ Calicata C-01, presenta un Angulo de fricción obtenido mediante el ensayo de corte directo de $\phi = 35^\circ$
Se tomara como ángulo de fricción $\phi = 35^\circ$

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ALIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Pizarro
CIP 37340 - MC. 484



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

15.00 - DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.

En base a los ensayos de campo se deduce la siguiente conformación:

La calicata N° 01, Tiene una profundidad de 2.20 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.00 m; Está conformado de una capa de 0.25 m de espesor de material Relleno con material no calificado, seguido de un estrato (M1) de 0.25 m de espesor de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color marrón claro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y húmedo, seguido de un segundo (M-2) de 0.80 m de espesor conformado de material Arena mal graduada con limo de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y húmedo, prosigue un tercer estrato (M-3) de 0.50 m de espesor conformado de material Arena limoarcillosa mal graduada, de color marrón con presencia de finos plásticos de grano fino de forma alargada, condición in situ: saturado y en estado suelto luego subyace un cuarto estrato (M-4) de 0.40 m de espesor conformado de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color gris oscuro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y saturado.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
CIP 37390 - MC 454



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

La calicata N° 02, Tiene una profundidad de 4.00 m. Presenta nivel freático a la profundidad de 1.00 m; Está conformado por un estrato (M1) de 0.25 m de espesor de material Arena bien graduada con presencia de limo contaminado con material de relleno no seleccionado , seguido de un segundo (M-2) de 0.80 m de espesor conformado de material Arcilla inorgánica de plasticidad media, de color beige claro sus grano son alargados, condición in situ: húmedo y en estado suelto, prosigue un tercer estrato (M-3) de 0.50 m de espesor conformado de material Arena limoarcillosa mal graduada, de color marrón con presencia de finos plásticos de grano fino de forma alargada, Condición in situ semi suelto y saturado, seguido de un cuarto estrato (M-4) de 0.40 m de espesor conformado de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y saturado, continua un quinto estrato (M-5) de 0.40 m de espesor conformado de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color marrón claro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y saturado, seguido de un sexto estrato (M-6) de 0.40 m de espesor conformado de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color gris oscuro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y saturado, seguido de un penúltimo estrato (M-7) de 0.40 m de espesor conformado de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado, luego subyace un octavo estrato (M-7) de 0.40 m de espesor conformado de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color gris oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Párriz Chumbe
Telf. 316715 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

16.0- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

El suelo del área en estudio está conformado por material Relleno con material no calificado, seguido de un estrato de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color marrón claro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y húmedo, seguido de un segundo conformado de material Arena mal graduada con limo de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y húmedo, prosigue un tercer estrato (conformado de material Arena limoarcillosa mal graduada, de color marrón con presencia de finos plásticos de grano fino de forma alargada, condición in situ: saturado y en estado suelto luego subyace un cuarto estrato conformado de material Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color gris oscuro, con presencia de finos no plásticos, Condición in situ semi suelto y saturado.

- La napa freática se ha localizado a una profundidad de 1.00 m.
- El perfil geotécnico descrito precedentemente se considera de baja calidad mecánica en general, las arenas mal gradadas de granos sub redondeado sin presencia de finos plásticos en estado suelto y saturado, situados en la zona de estudio cuando están sumergidas son proclives a experimentar asientos diferenciales de importancia, son muy susceptibles a los fenómenos telúricos que provocarían su densificación y podría reducirse a cero su resistencia al corte (licuefacción).

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan José Rodríguez Párriz
C.M. 37390 - R.C. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

➤ Se realizó el análisis de licuación, tomando como base los resultados del ensayo DPL correlacionado con el ensayo SPT, con el objetivo de evaluar la resistencia cíclica del depósito.

En resumen se presenta el siguiente cuadro:

| Prof. Total Estratos (m) | Cota Estratos | Espesor Estratos (m) | Prof Total Estratos (pie) | SUCS | γ_1 (Tn/m ³) | Finos (%) | N° 60 SPT (Glp/R) | Elzo. Total (Kg/cm ²) | Elzo. Elvo (Kg/cm ²) | Cn | N1 SPT (Glp/R) | Fct. Reduc. Rd | ECR (Kg/cm ²) | ECA (Kg/cm ²) | FRL | CONDICION |
|--------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|----------|---------------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|------|-------------|
| 0 | 100.000 | | 0.000 | | | | | 0.400 | | | | | | | | |
| 0.5 | 99.500 | 0.500 | 1.640 | SP | 1.75 | 3.82 | 7.92 | 0.488 | 0.488 | 1.432 | 11 | 0.994 | 0.06 | 0.09 | 0.62 | LICUABLE |
| 1 | 99.000 | 0.500 | 3.281 | SP-SM | 1.81 | 6.26 | 8 | 0.578 | 0.528 | 1.376 | 11 | 0.995 | 0.07 | 0.11 | 0.58 | LICUABLE |
| 1.5 | 98.500 | 0.500 | 4.921 | SP-SM-SC | 1.89 | 4.6 | 8.92 | 0.673 | 0.573 | 1.322 | 12 | 0.996 | 0.07 | 0.13 | 0.56 | LICUABLE |
| 2 | 98.000 | 0.500 | 6.562 | SP | 1.85 | 5.94 | 10.83 | 0.765 | 0.615 | 1.275 | 14 | 0.995 | 0.09 | 0.15 | 0.63 | LICUABLE |
| 2.5 | 97.500 | 0.500 | 8.202 | SP | 1.85 | 2.01 | 9.92 | 0.858 | 0.658 | 1.233 | 12 | 0.995 | 0.09 | 0.17 | 0.52 | LICUABLE |
| 3 | 97.000 | 0.500 | 9.843 | SP | 1.85 | 3.67 | 18.17 | 0.950 | 0.700 | 1.195 | 22 | 0.993 | 0.14 | 0.18 | 0.79 | LICUABLE |
| 3.5 | 96.500 | 0.500 | 11.483 | SP | 1.85 | 3.51 | 23.5 | 1.043 | 0.743 | 1.161 | 27 | 0.990 | 0.23 | 0.20 | 1.13 | NO LICUABLE |
| 4 | 96.000 | 0.500 | 13.123 | SP | 1.85 | 2.63 | 23.3 | 1.135 | 0.785 | 1.129 | 26 | 0.986 | 0.22 | 0.22 | 1.00 | NO LICUABLE |
| 4.5 | 95.500 | 0.500 | 14.764 | SP | 1.85 | 2.6 | 16.17 | 1.228 | 0.828 | 1.099 | 18 | 0.981 | 0.15 | 0.23 | 0.63 | LICUABLE |
| 5 | 95.000 | 0.500 | 16.404 | SP | 1.85 | 3.1 | 15.83 | 1.320 | 0.870 | 1.072 | 17 | 0.976 | 0.15 | 0.25 | 0.60 | LICUABLE |
| 5.5 | 94.500 | 0.500 | 18.045 | SP | 1.85 | 3.2 | 20.83 | 1.413 | 0.913 | 1.047 | 22 | 0.970 | 0.19 | 0.27 | 0.71 | LICUABLE |
| 6 | 94.000 | 0.500 | 19.685 | SP | 1.85 | 3.51 | 27.92 | 1.505 | 0.955 | 1.023 | 29 | 0.963 | 0.34 | 0.28 | 1.19 | NO LICUABLE |

1. Las arenas saturadas con características específicas de granulometría, compactidad, esfuerzos y actividad sísmica son vulnerables al fenómeno de la licuación.
2. En todos los análisis de licuación realizados, se observó la licuación del material de fundación, quedando al descubierto que es necesario utilizar una solución para cimentar a grandes profundidades, ya que no se encontró ningún estrato estable.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Juan Espinoza Panchumayo
 Telf. 313903 - 414 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

- La capacidad portante para las calicatas se ha realizado en base al ángulo de fricción obtenido por el ensayo de corte Directo, cuyo valor es de 26° , señalamos que el tipo de suelo predominante a partir de los 2.00 m de profundidad es del tipo arena mal graduada (SP), asimismo se ha considerado para los cálculos la falla local por las condiciones de sitio encontradas como son: suelo de compacidad suelto y saturado por presencia de nivel freático superficial. En resumen se presenta el siguiente cuadro de la capacidad portante calculada para diferentes profundidades y diferentes anchos de cimentación:

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Zapatas Cuadradas

| 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" PROF. de Cimentacion. | 1.0 m. | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.27 | 0.27 |
| | 1.5 m. | 0.36 | 0.36 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| | 2.0 m. | 0.47 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.49 |
| | 2.5 m. | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.61 |
| | 3.0 m. | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.72 | 0.72 |
| | 4.0 m. | 0.92 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| | 5.0 m. | 1.15 | 1.15 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.17 | 1.17 |
| | 6.0 m. | 1.37 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.39 |

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Cimientos Corridos

| qad = Capacidad. Admisible Kg/cm ² | | "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. |
| "DF" PROF. de Cimentacion. | 1.0 m. | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.28 | 0.28 |
| | 1.5 m. | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | 0.39 |
| | 2.0 m. | 0.48 | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.50 | 0.50 | 0.51 |
| | 2.5 m. | 0.59 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.61 | 0.61 | 0.61 | 0.62 |
| | 3.0 m. | 0.70 | 0.71 | 0.71 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.73 | 0.73 |
| | 4.0 m. | 0.93 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.96 |
| | 5.0 m. | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.17 | 1.17 | 1.17 | 1.18 | 1.18 |
| | 6.0 m. | 1.38 | 1.38 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.40 | 1.40 | 1.41 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Juan S. Sanguinetti P. Munchumo
 T. 31390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C LL.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

Cuadro de Valores de Capacidad Portante Según número "N" de golpes del ensayo DPL, correlacionado con ensayo SPT

| CUADRO DE RESUMEN | | | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|----------------------|---------------|
| Nº DE DPL | PENETRACIÓN | Nº DE GOLPES ACUMULADO | DENSIDAD RELATIVA (%) | CONSISTENCIA | q _v (Kg/cm ²) | TERRENO DE FUNDACIÓN | CLASIFICACIÓN |
| | | | | | | | SUCS |
| 01 | 0.00 | 0.0 | | | | | |
| | 0.30 | 3.0 | 10.00 | SUELTA | 0.10 | MALO | SP |
| | 0.60 | 5.0 | 15.00 | SUELTA | 0.15 | MALO | SP-SM |
| | 0.90 | 6.0 | 13.00 | SUELTA | 0.51 | MALO | SP-SM-SC |
| | 1.20 | 11.0 | 10.00 | SUELTA | 0.54 | MALO | SP |
| | 1.50 | 17.0 | 12.00 | SUELTA | 0.57 | MALO | SP |
| | 1.80 | 46.0 | 15.00 | SUELTA | 0.72 | MALO | SP |
| | 2.10 | 40.0 | 18.00 | SUELTA | 0.69 | MALO | SP |
| | 2.40 | 29.0 | 20.00 | SUELTA | 0.63 | MALO | SP |
| | 2.70 | 101.0 | 20.00 | SEMI COMPACTA | 1.01 | MALO | SP |
| | 3.00 | 128.0 | 25.00 | SEMI COMPACTA | 1.15 | BUENO | SP |
| | 3.30 | 177.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.41 | BUENO | SP |
| | 3.60 | 192.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.49 | BUENO | SP |
| | 3.90 | 190.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.48 | BUENO | SP |
| | 4.20 | 148.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.26 | BUENO | SP |
| | 4.50 | 104.0 | 30.00 | SEMI SUELTA | 1.03 | REGULAR | SP |
| | 4.80 | 96.0 | 30.00 | SUELTA | 0.99 | MALO | SP |
| | 5.10 | 100.0 | 30.00 | SEMI SUELTA | 1.01 | MALO | SP |
| | 5.40 | 160.0 | 35.00 | SEMI COMPACTA | 1.32 | BUENO | SP |
| | 5.70 | 214.0 | 45.00 | COMPACTA | 1.61 | BUENO | SP |
| 6.00 | 245.0 | 45.00 | COMPACTA | 1.77 | BUENO | SP | |

17.2- RECOMENDACIONES

- La cimentación para zona en estudio se dará por medio de cimentaciones profundas consistentes en hincado de pilotes fabricados In Situ, con una profundidad de 6.00 m, más una longitud adicional de 2.00 m de empotramiento, medidos con respecto al nivel de la superficie actual, obteniendo a dicha profundidad una capacidad portante admisible, a la profundidad antes indicada los pilotes se apoyaran sobre las arenas mal graduadas compactas.
- Por los resultados de los ensayos químicos, el concreto a utilizar deberá ser preparado con cemento Portland Tipo V, en la preparación del

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Juan Rodríguez Párriz
 E.N. 37390 - R.L. 455

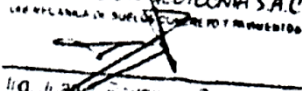


CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C LL09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

concreto de los cimientos, de acuerdo a la resistencia solicitada por el proyectista.

- Se deberá aplicar un recubrimiento con pinturas asfálticas a la superficie de los pilotes y elementos de concreto armado en contacto con el suelo.
- Se recomienda realizar un control de calidad a los agregados a utilizar en la construcción de cimientos.
- Si los o pilotes son hechos in situ tendrán que tener sus ensayos de control de calidad respectivo.
- Los Resultados y ensayos realizados solamente son para la zona en estudio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Dimichum
T. 043 - 316715 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

| CUADRO DE RESUMEN TERRENO MEJORADO | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|---------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------|
| N° DE DPL | PENETRACION | N° DE GOLPES ACUMULADO | DENSIDAD RELATIVA(%) | CONSISTENCIA | q _c (Kg/cm ²) | TERRENO DE FUNDACION | CLASIFICACION |
| | | | | | | | SUC S |
| 02 | 0.00 | 0.0 | | | | | |
| | 0.30 | 68.0 | 10.00 | DENSA | 0.72 | MALO | SW-SM |
| | 0.60 | 96.0 | 15.00 | DENSA | 0.89 | REGULAR | SW-SM |
| | 0.90 | 131.0 | 13.00 | DENSA | 1.17 | BUENO | SW-SM |
| | 1.20 | 232.0 | 10.00 | DENSA | 1.71 | BUENO | SW-SM |
| | 1.50 | 286.0 | 12.00 | DENSA | 1.99 | BUENO | SW-SM |
| | 1.80 | 361.0 | 15.00 | DENSA | 2.39 | BUENO | SW-SM |
| | 2.00 | 431.0 | 18.00 | DENSA | 2.76 | BUENO | SW-SM |
| | | | | D | | | |

- El mejoramiento de suelo será de la siguiente manera.
- Mediante la ejecución de Columnas de material afirmado estabilizado con aceite quemado (Vibrosustitución) constituye una técnica de mejora y refuerzo del terreno, basado en la vibración profunda y por capas del material de préstamo. La mejora del terreno, se produce al incorporarle las afirmado estabilizado con aceite quemado, de manera que el resultado es un suelo mejorado, distribuyendo la carga uniformemente repartida en superficie
- Es una técnica alternativa a cimentaciones profundas tradicionales, cuya ejecución no se basa en transmitir las tensiones hasta un sustrato competente, si no en sustituir el terreno existente por otro mejorado, mediante una mejora de todos los parámetros intrínsecos del terreno: ángulo de rozamiento, cohesión, módulo de deformación, densidad, etc., hasta obtener un suelo equivalente mejorado, de parámetros suficientes para el apoyo de esa estructura mediante una cimentación directa.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

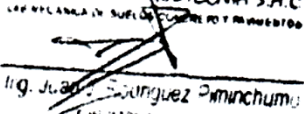
 Ing. Juan Rodríguez Pimichum
 T. 043 316715 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

- lo que implica que se introduce un elemento de gran capacidad drenante en el terreno, se trata por tanto, de un método de mejora de suelos naturales o de relleno, consistente en inclusiones de material granular, realizadas en el terreno de apoyo de terraplenes o cimentación de estructuras con objeto de reforzar el terreno y mejorarlo, disipando las cargas transmitidas al terreno, aumentando la resistencia al corte del terreno y reduciendo tanto los asentos totales y diferenciales como el tiempo de consolidación, además de reducir el riesgo de licuefacción del terreno en zona sísmica.
- Las conclusiones y recomendaciones solamente son para la zona en estudio.

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Espinoza Piminchum
C. Nº 37390 - R.C. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

Tabla 303-1

Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A (1) | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | --- | --- |
| 25 mm (1") | --- | 75 – 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 – 65 | 40 – 75 | 50 – 85 | 60 – 100 |
| 4.75 mm (Nº 4) | 25 – 55 | 30 – 60 | 35 – 65 | 50 – 85 |
| 2.0 mm (Nº 10) | 15 – 40 | 20 – 45 | | 40 – 70 |
| 4.25 um (Nº 40) | 8 – 20 | 15 – 30 | 15 – 30 | 25 – 45 |
| 75 um (Nº 200) | 2 – 8 | 5 – 15 | 5 – 15 | 8 – 15 |

Fuente: ASTM D 1241

Sub-Base Granular

Requerimientos de Ensayos Especiales

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimiento | |
|-----------------------------------|-----------|------------|--------------|---------------|-------------|
| | | | | < 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Abrasión | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 50 % máx | 50 % máx |
| CBR (1) | MTC E 132 | D 1883 | T 193 | 40 % mín | 40 % mín |
| Límite Líquido | MTC E 110 | D 4318 | T 89 | 25% máx | 25% máx |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | D 4318 | T 89 | 6% máx | 4% máx |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | D 2419 | T 176 | 25% mín | 35% mín |
| Sales Solubles | MTC E 219 | | | 1% máx. | 1% máx. |
| Partículas Chatas y Alargadas (2) | MTC E 211 | D 4791 | | 20% máx | 20% máx |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan José Quiroz Páez
 Telf. 31390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

Tabla 305-1

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | — | — |
| 25 mm (1") | — | 75 – 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 – 65 | 40 – 75 | 50 – 85 | 60 – 100 |
| 4.75 mm (Nº 4) | 25 – 55 | 30 – 60 | 35 – 65 | 50 – 85 |
| 2.0 mm (Nº 10) | 15 – 40 | 20 – 45 | 25 – 50 | 40 – 70 |
| 4.25 um (Nº 40) | 8 – 20 | 15 – 30 | 15 – 30 | 25 – 45 |
| 75 um (Nº 200) | 2 – 8 | 5 – 15 | 5 – 15 | 8 – 15 |
| Valor Relativo de Soporte, CBR (1) | Tráfico Ligero y Medio | | | Mín 80% |
| | Tráfico Pesado | | | Mín 100% |

Tabla 305-2

Requerimientos Agregado Grueso

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos | |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|----------------------|-------------|
| | | | | Altitud | |
| | | | | < Menor de 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | D 5821 | | 80% min. | 80% min. |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821 | | 40% min. | 50% min. |
| Abrasión Los Angeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 40% máx | 40% max |
| Partículas Chatas y Alargadas (1) | MTC E 221 | D 4791 | | 15% máx. | 15% máx. |
| Salas Solubles Totales | MTC E 219 | D 1888 | | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Sodio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | .- | 12% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | .- | 18% máx. |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan José Quiroz Párriz
 T. 043 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garateo Mz 12 L132 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: triformes@corporaciongeotecnia.com

REGISTRO DE SONDAJE

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPTAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
CALICATA: 01 **PROFUNDIDAD:** 2.20 m. **N. FREATICO:** 1.00 m

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|------------|----|---------|---|----------------------|
| | | | DN (gr/cc) | HN | | | |
| 0.25 | C | | | | | Refrno con material no calificado | |
| 0.25 | A | M - 1 | | | | Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color marron claro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. | SP |
| 0.80 | L | M - 2 | | | | Arena mal graduada con limo de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y humedo gravas % 10.84 arenas% 82.88 finos% 6.28 Limite Liquido NP, Limite Plastico% NP, Indice de Plasticidad% NP | SP-SM |
| 0.50 | A | M - 3 | | | | Arena limoarcillosa mal graduada, de color marron con presencia de finos plastico de grano fino de forma alargada condicion in situ: saturado y en estado suelto gravas % 7.18 arenas% 87.18 finos% 5.63 Limite Liquido 24.10%, Limite Plastico% 17.26, Indice de Plasticidad% 6.84 | SP-SM-SC |
| 0.40 | T | M - 4 | | | | Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color gris oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 2.05 arenas% 94.71 finos% 3.24 Limite Liquido NP Indice de Plasticidad NP | SP |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Juan José Rodríguez Piminchimo
 C.M. 37390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS

URB Nicolas Garate Mz 12 L1 32 Nuevo Chimbote - Telf 041 - 312244
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

REGISTRO DE SONDAJE

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMBITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
CALICATA: 02 **PROFUNDIDAD:** 4.00 m. **N. FREATICO:** 1.00 m

| Profundidad (metros) | Tipo de excavación | Muestras obtenidas | PRUEBAS | | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL MATERIAL | CLASIFICACION (SUCS) |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|-----|---------|--|----------------------|
| | | | D N (gr /cc) | H N | | | |
| 0.50 | C | M - 1 | | | | Arena mal graduada con presencia de limo contaminado con material de relleno no seleccionado | SP |
| 1.00 | A L I | M - 2 | | | | Arena mal graduada con limo de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 11.47 arenas% 82.27 finos% 6.26 Limite Liquido NP Limite Plastico% NP, Indice de Plasticidad % NP | SP - SM |
| 1.50 | C A | M - 3 | | | | Arena limoarcillosa mal graduada, de color marron con presencia de finos plasticos de grano fino de forma alargada Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 8.71 arenas% 85.45 finos% 5.84 Limite Liquido 24%, Limite Plastico% 17.52, Indice de Plasticidad % 6.48 | SP-SM-SC |
| 2.00 | T A | M - 4 | | | | Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 2.75 arenas% 92.95 finos% 4.30 Limite Liquido NP Indice de Plasticidad NP | SP |
| 2.50 | P O | M - 5 | | | | Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color marron claro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 2.61 arenas% 95.37 finos% 2.01 Limite Liquido NP Indice de Plasticidad NP | SP |
| 3.00 | S T | M - 6 | | | | Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color gris oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 3.66 arenas% 92.67 finos% 3.67 Limite Liquido NP Indice de Plasticidad NP | SP |
| 3.50 | E A D | M - 7 | | | | Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color beige oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 1.90 arenas% 94.59 finos% 3.51 Limite Liquido NP Indice de Plasticidad NP | SP |
| 4.00 | O R A | M - 8 | | | | Arena mal graduada de grano medio a fino de forma sub redondeada, presenta un color gris oscuro, con presencia de finos no plásticos Condición in situ semi suelto y saturado. gravas % 1.82 arenas% 95.55 finos% 2.63 Limite Liquido NP Indice de Plasticidad NP | SP |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan José Rodríguez Domínguez
C.M. 37390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garateo Mz 12 Lt 32 Nuevo Chimbote - Telef 043 - 312254

www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

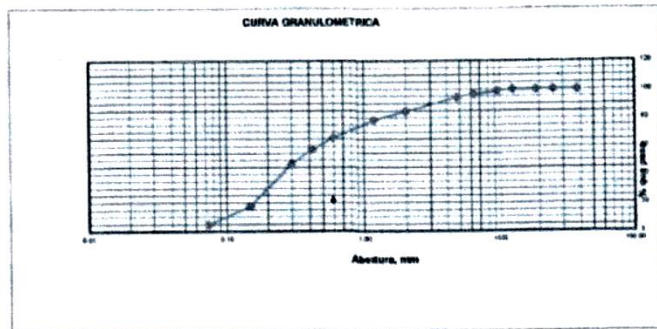
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 01 **MUESTRA** .01 Prof = 25 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [grs] | % pasa |
|----------|---------------|---------------------|--------|
| 1 1/2" | 38 100 | 0.000 | 100.00 |
| 1" | 25 400 | 0.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19 000 | 0.000 | 100.00 |
| 1/2" | 12 700 | 2 630 | 99.77 |
| 3/8" | 9 510 | 14 870 | 98.47 |
| 1/4" | 6 350 | 21 630 | 96.57 |
| Nº 4 | 4 760 | 27 870 | 94.13 |
| Nº 10 | 2 000 | 112 300 | 84.32 |
| Nº 16 | 1 180 | 65 210 | 78.63 |
| Nº 30 | 0 595 | 146 890 | 65.80 |
| Nº 40 | 0 420 | 92 210 | 57.75 |
| Nº 50 | 0 297 | 121 820 | 47.11 |
| Nº 100 | 0 149 | 339 680 | 17.44 |
| Nº 200 | 0 074 | 145 930 | 4.70 |
| < Nº 200 | | 53 760 | 0.00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Golpes | | | |
| 2. Peso Tara, [gr] | | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | NP | |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5. Peso Agua, [gr] | | | |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | | | |



| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|---------|---|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | | |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | NP | |
| 4. Peso Agua, [gr] | | |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. Peso Tara, [gr] | 21.17 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 74.99 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 67.69 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 7.30 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 46.52 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 15.69 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Grava(%) | 5.87 |
| Arena (%) | 89.44 |
| Finos(%) | 4.70 |
| Límite Líquido | NP |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plasticidad | NP |
| Clasif. SUCS | SP |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 4(0) |
| Contenido de Humedad | 15.69 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LOS NIÑOS DE SUPLI...
 Ing. Juan Rodríguez P. minchumo
 C.M. 31390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garateo Mz 12 Lt 32 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 312254

www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

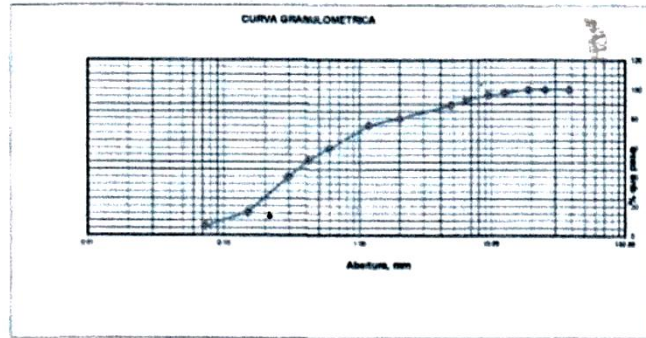
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMBITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 01 **MUESTRA** .02 Prof = 80 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

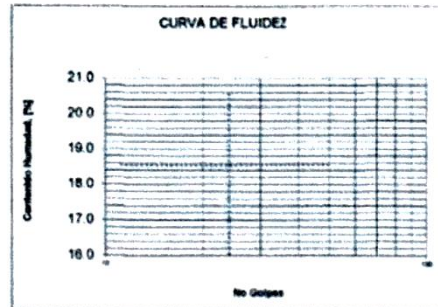
| | | | |
|--------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Peso Inicial Seco, [gr] | 930 000 | | |
| Peso Lavado y Seco, [gr] | 871 630 | | |
| Malta | Abertura [mm] | Peso retenido [gr] | % pasa |
| 1 1/2" | 38 100 | 0 000 | 100 00 |
| 1" | 25 400 | 0 000 | 100 00 |
| 3/4" | 19 000 | 0 000 | 100 00 |
| 1/2" | 12 700 | 21 420 | 97 70 |
| 3/8" | 9 510 | 18 750 | 95 90 |
| 1/4" | 6 350 | 29 870 | 92 88 |
| Nº 4 | 4 760 | 32 780 | 89 16 |
| Nº 10 | 2 000 | 85 030 | 80 02 |
| Nº 16 | 1 180 | 43 020 | 75 39 |
| Nº 30 | 0 595 | 148 050 | 59 47 |
| Nº 40 | 0 420 | 76 290 | 51 27 |
| Nº 50 | 0 297 | 107 470 | 39 71 |
| Nº 100 | 0 149 | 224 740 | 15 55 |
| Nº 200 | 0 074 | 86 210 | 6 28 |
| < Nº 200 | | 58 370 | 0 00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|----------------------------------|---------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 No de Golpes | | | |
| 2 Peso Tara, [gr] | | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | NP | |
| 4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5 Peso Agua, [gr] | | | |
| 6 Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7 Contenido de Humedad, [%] | | | |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|----------------------------------|---------|----|
| | 1 | 2 |
| 1 Peso Tara, [gr] | | |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | NP |
| 4 Peso Agua, [gr] | | |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|----------------------------------|-----------|
| 1 Peso Tara, [gr] | 21 73 |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 92 21 |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 82 45 |
| 4 Peso Agua, [gr] | 9 76 |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | 60 72 |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | 16 07 |

| | |
|----------------------|---------------|
| Grava(%) | 10.84 |
| Arena (%) | 82.88 |
| Finos(%) | 6.28 |
| Limite Liquido | NP |
| Limite Plástico | NP |
| Indice Plasticidad | NP |
| Clasif SUCS | SP - SM |
| Clasif AASHTO | A - 2 - 4 (0) |
| Contenido de Humedad | 16 07 |
| Peso específico | 2 63 |
| Indice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAS PLANTAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan C. Rodríguez Dimichum
 T. 31 390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garatez Mz 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 312254
 www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

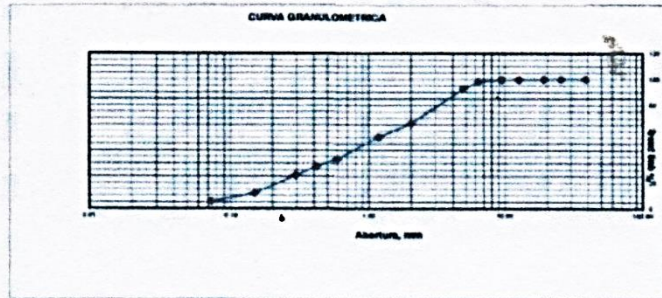
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPTAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 01 **MUESTRA** .03 Prof. = 50 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

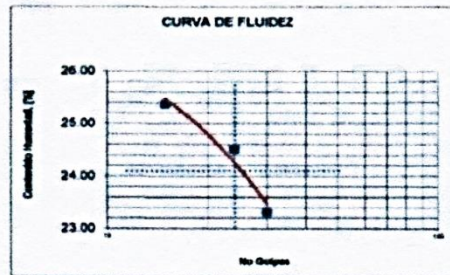
| Peso Inicial Seco, [gr] | | 865 000 | |
|-------------------------|---------------|---------------------|--------|
| Peso Lavado y Seco [gr] | | 816 260 | |
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [grs] | % pasa |
| 1 1/2" | 38 100 | 0 000 | 100 00 |
| 1" | 25 400 | 0 000 | 100 00 |
| 3/4" | 19 000 | 0 000 | 100 00 |
| 1/2" | 12 700 | 2 520 | 99 71 |
| 3/8" | 9 510 | 0 000 | 99 71 |
| 1/4" | 6 350 | 13 280 | 98 17 |
| Nº 4 | 4 750 | 46 350 | 82 82 |
| Nº 10 | 2 000 | 233 430 | 65 83 |
| Nº 15 | 1 180 | 90 900 | 55 32 |
| Nº 30 | 0 595 | 143 670 | 38 71 |
| Nº 40 | 0 420 | 51 000 | 32 82 |
| Nº 50 | 0 297 | 60 780 | 25 79 |
| Nº 100 | 0 149 | 120 180 | 11 89 |
| Nº 200 | 0 074 | 54 140 | 5 63 |
| + Nº 200 | | 46 740 | 0 00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|----------------------------------|---------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 No de Golpes | 15 | 24 | 30 |
| 2 Peso Tara, [gr] | 21 24 | 21 87 | 20 58 |
| 3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 32 06 | 33 25 | 35 07 |
| 4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 29 87 | 30 97 | 32 33 |
| 5 Peso Agua, [gr] | 2 19 | 2 28 | 2 74 |
| 6 Peso Suelo Seco, [gr] | 8 63 | 9 30 | 11 73 |
| 7 Contenido de Humedad, [%] | 26 38 | 24 82 | 23 32 |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|----------------------------------|---------|-------|
| | 1 | 2 |
| 1 Peso Tara, [gr] | 20 56 | 20 96 |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 22 23 | 22 62 |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 21 97 | 22 39 |
| 4 Peso Agua, [gr] | 0 26 | 0 23 |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | 1 41 | 1 43 |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | 18 44 | 18 06 |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|----------------------------------|-----------|
| 1 Peso Tara, [gr] | 21 73 |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 89 11 |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 76 57 |
| 4 Peso Agua, [gr] | 12 54 |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | 54 84 |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | 22 87 |

| | |
|----------------------|---------------|
| Grava(%) | 7.18 |
| Arena (%) | 87.18 |
| Finos(%) | 5.63 |
| Límite Líquido | 24.10% |
| Límite Plástico | 17.26% |
| Índice Plástico | 6.84% |
| Clasif SUCS | SP - SM - SC |
| Clasif AASHITO | A - 3 - 4 (0) |
| Contenido de Humedad | 22.87 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LOS PLANOS DE SUELOS, CLASES Y PAVIMENTOS
 Ing. J. R. S. Sotomayor Pineda
 (P.N. 37394) - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garateo Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPTAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

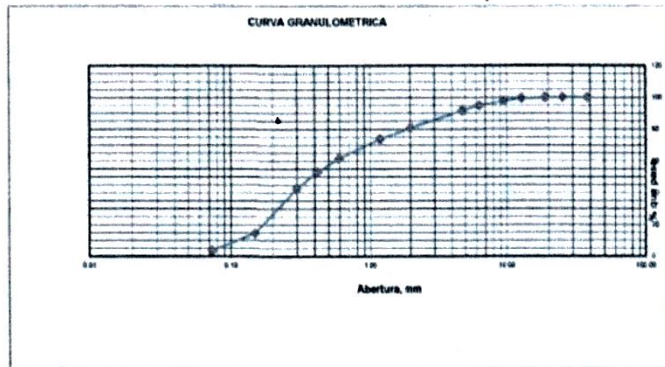
CALICATA 02

02

MUESTRA .01 Prof. = 50 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

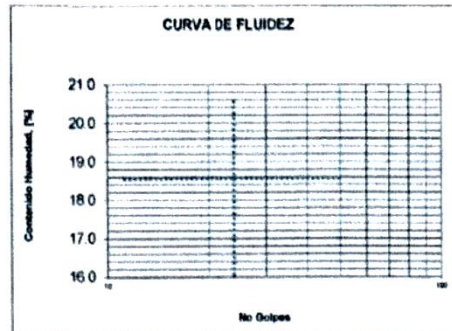
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [grs] | % pasa |
|----------|---------------|---------------------|--------|
| 1 1/2" | 38 100 | 0 000 | 100 00 |
| 1" | 25 400 | 0 000 | 100 00 |
| 3/4" | 19 000 | 0 000 | 100 00 |
| 1/2" | 12 700 | 3 620 | 99 66 |
| 3/8" | 9 510 | 20 320 | 97 78 |
| 1/4" | 6 350 | 32 250 | 94 80 |
| Nº 4 | 4 760 | 35 600 | 91 50 |
| Nº 10 | 2 000 | 116 240 | 80 73 |
| Nº 16 | 1 180 | 72 200 | 74 05 |
| Nº 30 | 0 595 | 135 200 | 61 52 |
| Nº 40 | 0 420 | 89 300 | 53 25 |
| Nº 50 | 0 297 | 115 240 | 42 58 |
| Nº 100 | 0 149 | 302 200 | 14 59 |
| Nº 200 | 0 074 | 116 320 | 3 82 |
| < Nº 200 | | 41 200 | 0 00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|----------------------------------|---------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 No de Golpes | | | |
| 2 Peso Tara, [gr] | | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | NP | |
| 4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5 Peso Agua, [gr] | | | |
| 6 Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7 Contenido de Humedad, [%] | | | |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|----------------------------------|---------|---|
| | 1 | 2 |
| 1 Peso Tara, [gr] | | |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | NP | |
| 4 Peso Agua, [gr] | | |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|----------------------------------|-----------|
| 1 Peso Tara, [gr] | 23 65 |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 122 30 |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 109 60 |
| 4 Peso Agua, [gr] | 12 70 |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | 85 95 |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | 14.78 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Grava(%) | 8.50 |
| Arena (%) | 87.68 |
| Finos(%) | 3.82 |
| Limite Liquido | NP |
| Limite Plastico | NP |
| Indice Plasticidad | NP |
| Clasf. SUCS | SP |
| Clasf. AASHTO | A - 2 - 4(0) |
| Contenido de Humedad | 14.78 |
| Peso especifico | 2.63 |
| Indice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LÍNEA DE SERVICIOS TÉCNICOS Y LABORATORIOS
 Ing. Juan José Sanguinetti Piminchumú
 Telf. 312390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

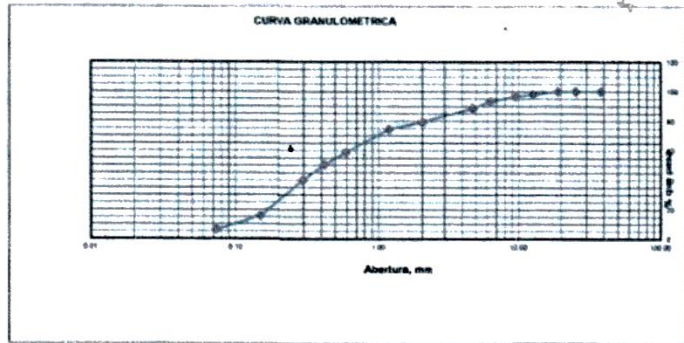
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garate Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf: 043 - 312254
 www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
UBICACIÓN EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
TESISTAS DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
FECHA GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
 NOVIEMBRE DEL 2018
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .02 Prof. = 100 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

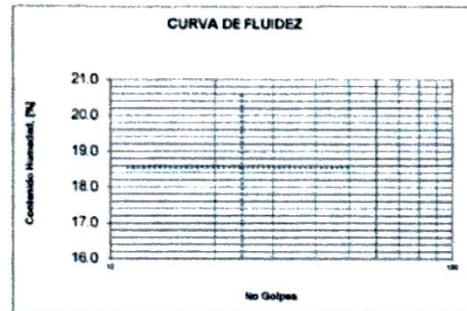
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [gr] | % pasa |
|----------|---------------|--------------------|--------|
| 1 1/2" | 38.100 | 0.000 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 0.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 0.000 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 19.320 | 98.02 |
| 3/8" | 9.510 | 15.200 | 96.47 |
| 1/4" | 6.350 | 32.250 | 93.17 |
| N° 4 | 4.750 | 45.250 | 88.53 |
| N° 10 | 2.000 | 91.200 | 79.20 |
| N° 16 | 1.180 | 46.350 | 74.45 |
| N° 30 | 0.595 | 152.200 | 58.87 |
| N° 40 | 0.420 | 82.340 | 50.45 |
| N° 50 | 0.297 | 102.210 | 39.98 |
| N° 100 | 0.149 | 238.200 | 15.60 |
| N° 200 | 0.074 | 91.200 | 6.28 |
| < N° 200 | | 61.200 | 0.00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|----------------------------------|---------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 No de Golpes | | | |
| 2 Peso Tara, [gr] | | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | NP | |
| 4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5 Peso Agua, [gr] | | | |
| 6 Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7 Contenido de Humedad, [%] | | | |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|----------------------------------|---------|---|
| | 1 | 2 |
| 1 Peso Tara, [gr] | | |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | NP | |
| 4 Peso Agua, [gr] | | |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. Peso Tara, [gr] | 22.51 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 108.20 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 95.90 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 12.30 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 73.39 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 16.76 |

| | |
|----------------------|---------------|
| Grava(%) | 11.47 |
| Arena (%) | 82.27 |
| Finos(%) | 6.26 |
| Límite Líquido | NP |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plasticidad | NP |
| Clasif. SUCS | SP - SM |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 4 (0) |
| Contenido de Humedad | 16.76 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Ing. Juan José Espinoza Diminichino
 T. N° 37340 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garateo Mz.12 Lt.32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

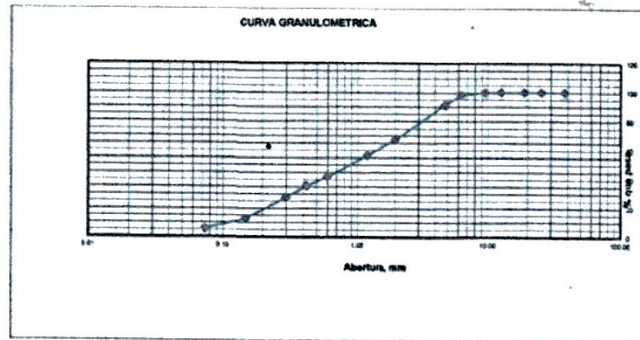
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .03 Prof. = 150 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

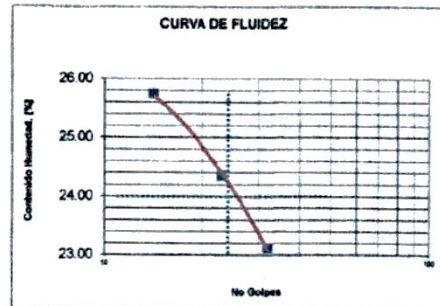
| Peso Inicial Seco, [gr] | | 895.020 | |
|--------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Peso Lavado y Seco, [gr] | | 842.720 | |
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [gr] | % pasa |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.000 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 0.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 0.000 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 0.000 | 100.00 |
| 3/8" | 9.510 | 0.000 | 100.00 |
| 1/4" | 6.350 | 15.620 | 98.25 |
| N° 4 | 4.760 | 82.300 | 91.29 |
| N° 10 | 2.000 | 215.240 | 87.25 |
| N° 18 | 1.180 | 95.340 | 90.59 |
| N° 30 | 0.595 | 132.250 | 41.82 |
| N° 40 | 0.420 | 56.320 | 35.52 |
| N° 50 | 0.297 | 72.200 | 27.46 |
| N° 100 | 0.149 | 132.250 | 12.68 |
| N° 200 | 0.074 | 81.200 | 5.84 |
| < N° 200 | | 52.300 | 0.00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Gopos | 14 | 23 | 32 |
| 2. Peso Tara, [gr] | 23.60 | 23.65 | 21.14 |
| 3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 34.15 | 38.20 | 34.88 |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 31.99 | 35.35 | 32.30 |
| 5. Peso Agua, [gr] | 2.15 | 2.85 | 2.58 |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | 8.39 | 11.70 | 11.16 |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | 25.74 | 24.38 | 23.12 |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|---------|-------|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | 21.50 | 21.88 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 25.60 | 24.90 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 25.03 | 24.42 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 0.57 | 0.48 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 3.53 | 2.54 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 16.18 | 18.90 |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. Peso Tara, [gr] | 23.50 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 143.25 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 121.50 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 21.75 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 96.00 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 22.19 |

| | |
|----------------------|---------------|
| Grava(%) | 8.71 |
| Arena (%) | 85.45 |
| Finos(%) | 5.84 |
| Límite Líquido | 24.00% |
| Límite Plástico | 17.52% |
| Índice Plasticidad | 6.48% |
| Clasif. SUCS | SP - SM - SC |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 4 (0) |
| Contenido de Humedad | 22.19 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan José Sanguinetti Diminichini
 T.º 312254 - REC. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garateo Mz 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

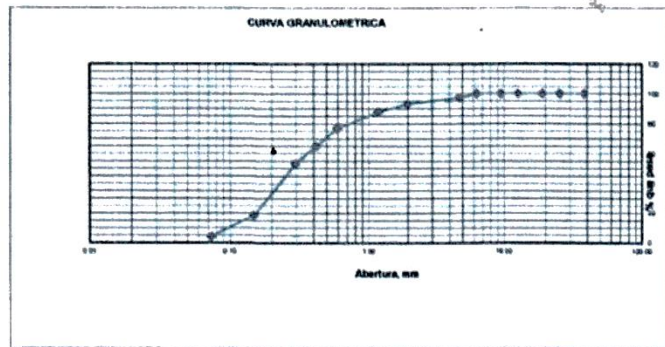
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE REICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .04 Prof. = 200 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

| Peso Inicial Seco, [gr] | 858.230 | | |
|-------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Peso Lavado y Seco [gr] | 821.330 | | |
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [gr] | % pasa |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.000 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 0.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 0.000 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 0.000 | 100.00 |
| 3/8" | 9.510 | 0.000 | 100.00 |
| 1/4" | 6.350 | 0.000 | 100.00 |
| Nº 4 | 4.760 | 23.600 | 97.25 |
| Nº 10 | 2.000 | 35.200 | 93.15 |
| Nº 16 | 1.180 | 45.250 | 87.88 |
| Nº 30 | 0.595 | 95.300 | 76.77 |
| Nº 40 | 0.420 | 102.400 | 64.84 |
| Nº 50 | 0.297 | 100.780 | 53.10 |
| Nº 100 | 0.149 | 206.300 | 18.57 |
| Nº 200 | 0.074 | 122.500 | 4.30 |
| < Nº 200 | | 36.900 | 0.00 |



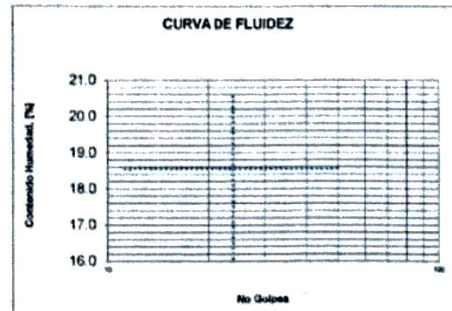
2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Golpes | | | |
| 2. Peso Tara, [gr] | | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | NP | |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5. Peso Agua, [gr] | | | |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | | | |

B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|---------|----|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | | |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | NP |
| 4. Peso Agua, [gr] | | |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | | |



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. Peso Tara, [gr] | 22.54 |
| 2. Paso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 119.30 |
| 3. Paso Tara + Suelo Seco, [gr] | 100.20 |
| 4. Paso Agua, [gr] | 19.10 |
| 5. Paso Suelo Seco, [gr] | 77.66 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 24.59 |

| | |
|----------------------|-------------|
| Grava(%) | 2.75 |
| Arena (%) | 92.95 |
| Finos(%) | 4.30 |
| Límite Líquido | NP |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plasticidad | NP |
| Clasif. SUCS | SP |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 40) |
| Contenido de Humedad | 24.59 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan José Espinoza Párrichimo
 T.º 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garate Mz 12 Lt.32 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

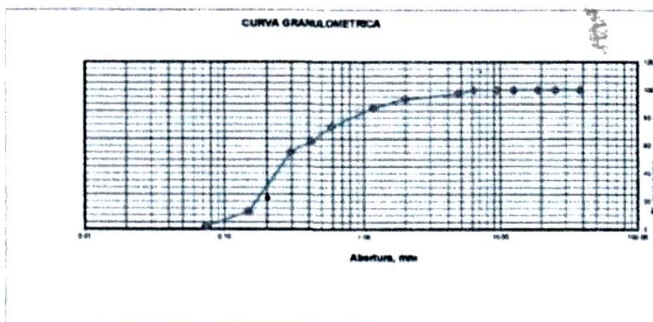
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPTAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .05 Prof. = 250 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

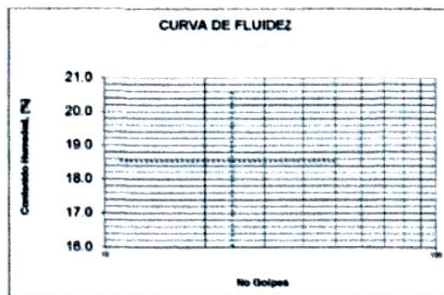
| | | | |
|--------------------------|---------------|---------------------|--------|
| Peso Inicial Seco, [gr] | 809.000 | | |
| Peso Lavado y Seco, [gr] | 792.700 | | |
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [grs] | % pasa |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.000 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 0.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 0.000 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 0.000 | 100.00 |
| 3/8" | 9.510 | 0.000 | 100.00 |
| 1/4" | 6.350 | 0.000 | 100.00 |
| N° 4 | 4.760 | 21.140 | 97.39 |
| N° 10 | 2.000 | 32.200 | 93.41 |
| N° 16 | 1.180 | 51.200 | 87.08 |
| N° 30 | 0.595 | 106.350 | 73.93 |
| N° 40 | 0.420 | 85.300 | 63.39 |
| N° 50 | 0.297 | 87.200 | 55.08 |
| N° 100 | 0.149 | 344.110 | 12.55 |
| N° 200 | 0.074 | 85.200 | 2.01 |
| < N° 200 | | 16.300 | 0.00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Golpes | | | |
| 2. Peso Tara, [gr] | | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | NP | |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5. Peso Agua, [gr] | | | |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | | | |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|---------|---|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | | |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | NP | |
| 4. Peso Agua, [gr] | | |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. Peso Tara, [gr] | 23.60 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 114.10 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 95.20 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 18.90 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 71.60 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 26.40 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Grava(%) | 2.61 |
| Arena (%) | 95.37 |
| Finos(%) | 2.01 |
| Límite Líquido | NP |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plasticidad | NP |
| Clasif. SUCS | SP |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 4(0) |
| Contenido de Humedad | 26.40 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAS MECANICAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
 C.M. 37380 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garateo Mz. 12 Lt.32 Nuevo Chimbote - Telef. 043 - 312254
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

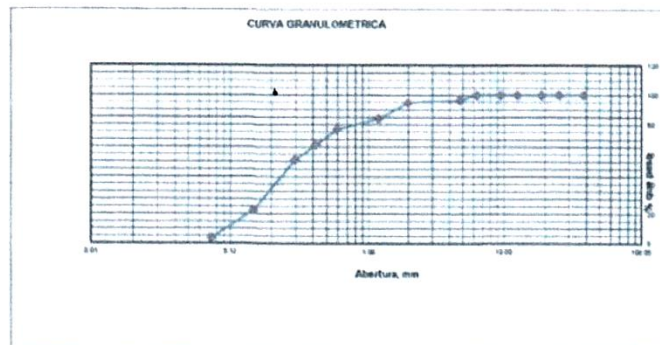
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .06 Prof. = 300 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

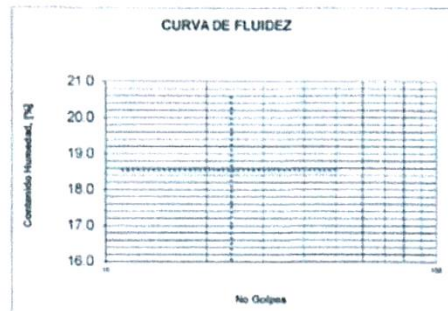
| | | | |
|--------------------------|---------------|---------------------|--------|
| Peso Inicial Seco, [gr] | 880 830 | | |
| Peso Lavado y Seco, [gr] | 848 530 | | |
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [grs] | % pasa |
| 1 1/2" | 38 100 | 0.000 | 100.00 |
| 1" | 25 400 | 0.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19 000 | 0.000 | 100.00 |
| 1/2" | 12 700 | 0.000 | 100.00 |
| 3/8" | 9 510 | 0.000 | 100.00 |
| 1/4" | 6 350 | 0.000 | 100.00 |
| N° 4 | 4 750 | 32 250 | 96.34 |
| N° 10 | 2 000 | 12 500 | 94.92 |
| N° 18 | 1 180 | 95 320 | 84.10 |
| N° 30 | 0 595 | 65 320 | 76.88 |
| N° 40 | 0 420 | 91 240 | 68.32 |
| N° 50 | 0 297 | 89 350 | 56.18 |
| N° 100 | 0 149 | 297 250 | 22.43 |
| N° 200 | 0 074 | 185 300 | 3.67 |
| < N° 200 | | 32 300 | 0.00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|----------------------------------|---------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 No de Gopos | | | |
| 2 Peso Tara, [gr] | | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | NP | |
| 4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5 Peso Agua, [gr] | | | |
| 6 Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7 Contenido de Humedad, [%] | | | |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|----------------------------------|---------|----|
| | 1 | 2 |
| 1 Peso Tara, [gr] | | |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | NP |
| 4 Peso Agua, [gr] | | |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|----------------------------------|-----------|
| 1 Peso Tara, [gr] | 22.16 |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 118.20 |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 96.30 |
| 4 Peso Agua, [gr] | 21.90 |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | 74.14 |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | 29.54 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Grava(%) | 3.66 |
| Arena (%) | 92.67 |
| Finos(%) | 3.67 |
| Limite Líquido | NP |
| Limite Plástico | NP |
| Índice Plástico | NP |
| Clasif. SUCS | SP |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 4(0) |
| Contenido de Humedad | 29.54 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan Rodríguez Pimichimo
 CIP 37380 - RC. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garatea Mz. 12 Lt 32 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

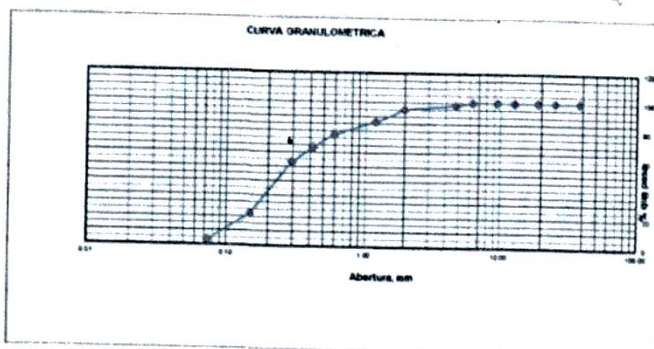
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHA R YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .07 Prof. = 350 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

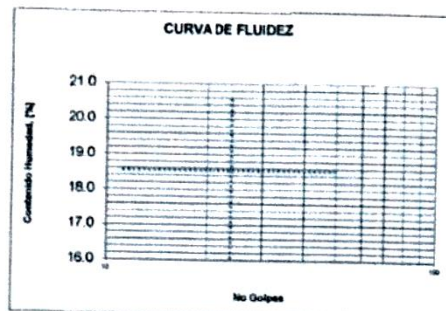
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [grs] | % pasa |
|----------|---------------|---------------------|--------|
| 1 1/2" | 38 100 | 0 000 | 100.00 |
| 1" | 25 400 | 0 000 | 100.00 |
| 3/4" | 19 000 | 0 000 | 100.00 |
| 1/2" | 12 700 | 0 000 | 100.00 |
| 3/8" | 9 510 | 0 000 | 100.00 |
| 1/4" | 6 350 | 0 000 | 100.00 |
| Nº 4 | 4 760 | 19 320 | 98.10 |
| Nº 10 | 2 000 | 32 250 | 94.92 |
| Nº 18 | 1 180 | 87 240 | 86.33 |
| Nº 30 | 0 595 | 81 240 | 77.35 |
| Nº 40 | 0 420 | 89 300 | 68.56 |
| Nº 50 | 0 297 | 105 200 | 58.20 |
| Nº 100 | 0 149 | 368 250 | 22.14 |
| Nº 200 | 0 074 | 189 250 | 3.51 |
| < Nº 200 | | 35 600 | 0.00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|----------------------------------|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 No de Golpes | | | |
| 2 Peso Tara, [gr] | | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | | |
| 4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5 Peso Agua, [gr] | | | |
| 6 Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7 Contenido de Humedad, [%] | | | |



B. LIMITE PLASTICO

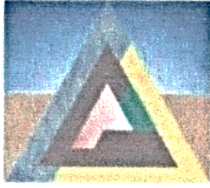
| Procedimiento | Tara No | |
|----------------------------------|---------|---|
| | 1 | 2 |
| 1 Peso Tara, [gr] | | |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | |
| 4 Peso Agua, [gr] | | |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2218)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|----------------------------------|-----------|
| 1 Peso Tara, [gr] | 21.14 |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 106.30 |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 85.30 |
| 4 Peso Agua, [gr] | 21.00 |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | 64.16 |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | 32.73 |

| | |
|----------------------|------------|
| Grava(%) | 1.90 |
| Arena (%) | 94.59 |
| Finos(%) | 3.51 |
| Límite Líquido | NP |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plasticidad | NP |
| Clasif. SUCS | SP |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 40 |
| Contenido de Humedad | 32.73 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

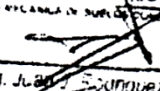
CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LOS OFICINAS EN SUPL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Ing. J. J. S. González P. M. M. Chumbe
 T.º 312254 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ANEXO ENSAYOS QUIMICOS

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan E. Espinoza Piminchimo
T.Nº 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garatea Mz 12 Lt.32 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 312254
 www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHA YAYA CHUMPTAZ

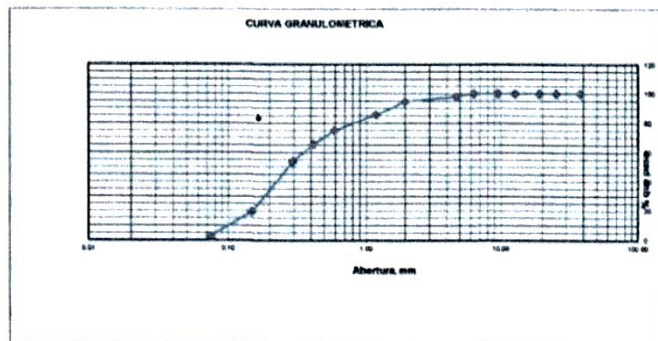
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .08 Prof = 400 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

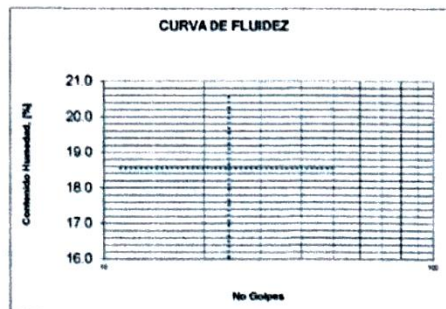
| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [grs] | % pasa |
|----------|---------------|---------------------|--------|
| 1 1/2" | 38.100 | 0.000 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 0.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 0.000 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 0.000 | 100.00 |
| 3/8" | 9.510 | 0.000 | 100.00 |
| 1/4" | 6.350 | 0.000 | 100.00 |
| N° 4 | 4.750 | 18.230 | 98.18 |
| N° 10 | 2.000 | 34.600 | 94.72 |
| N° 16 | 1.180 | 91.200 | 85.59 |
| N° 30 | 0.595 | 105.200 | 75.07 |
| N° 40 | 0.420 | 95.320 | 65.54 |
| N° 50 | 0.297 | 116.200 | 53.91 |
| N° 100 | 0.149 | 344.500 | 19.45 |
| N° 200 | 0.074 | 168.200 | 2.63 |
| < N° 200 | | 26.300 | 0.00 |



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|---|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Golpes | | | |
| 2. Peso Tara, [gr] | | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | | NP |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | | |
| 5. Peso Agua, [gr] | | | |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | | | |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | | | |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|---------|----|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | | |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | | |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | NP |
| 4. Peso Agua, [gr] | | |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | | |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | | |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No 1 |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. Peso Tara, [gr] | 22.65 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 114.14 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 90.21 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 23.93 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 67.56 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 35.42 |

| | |
|----------------------|------------|
| Grava(%) | 1.82 |
| Arena (%) | 95.55 |
| Finos(%) | 2.63 |
| Límite Líquido | NP |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plasticidad | NP |
| Clasif. SUCS | SP |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 40 |
| Contenido de Humedad | 35.42 |
| Peso específico | 2.63 |
| Índice de Grupo | 0 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 UG. JUAN SANCHEZ PAMACHIMO
 Telf 312254 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Nicolas Garatez Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

ANALISIS QUIMICO

| N° | ANALISIS QUIMICO | VALORES MAXIMOS ADMISIBLES | RESULTADOS (%) | | |
|----|---------------------------------------|----------------------------|----------------|-------------|----------|
| | | | C-1 | C-1 | PROMEDIO |
| | Profundidad (m) | | 0.00 -1.20 | *0.00 -1.20 | |
| 1 | Sales Delocuescentes o Cloruros | 0.15% | 0.52% | 0.50% | 0.51% |
| 2 | Sulfatos Solubles (SO4) | 0.10% | 0.32% | 0.35% | 0.34% |
| 3 | Sales Solubles Totales | 0.50% | 1.10% | 1.08% | 1.09% |
| 4 | Sólidos en suspensión | 1000 | | | |
| 5 | Materia Orgánica expresado en Oxígeno | 10 | | | |
| 6 | Sales Solubles de Magnesio | 150 | | | |
| 7 | Límite de Turbidez | 2000 | | | |
| 8 | Dureza | > 5 | | | |
| 9 | Potencial de Hidrógeno (PH) | > 7 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |

Las muestras obtenidas de la calicatas, sobrepasan el rango permisibles de sales solubles totales en suelos, Ion cloruro y Sulfatos Solubles (SO4)

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan José Quiroz Párriz
C.R. 37390 - RL 455



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Nicolas Garateo Mz.12 LL32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPTAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

ANALISIS QUIMICO

| N° | ANALISIS QUIMICO | VALORES MAXIMOS ADMISIBLES | RESULTADOS (%) | | |
|----|---------------------------------------|----------------------------|----------------|------------|----------|
| | | | C-2 | C-2 | PROMEDIO |
| | Profundidad (m) | | 0.00 -1.20 | 0.00 -1.20 | |
| 1 | Sales Delocuescentes o Cloruros | 0.15% | 0.56% | 0.46% | 0.51% |
| 2 | Sulfatos Solubles (SO4) | 0.10% | 0.62% | 0.51% | 0.57% |
| 3 | Sales Solubles Totales | 0.50% | 0.98% | 1.05% | 1.02% |
| 4 | Sólidos en suspensión | 1000 | | | |
| 5 | Materia Orgánica expresado en Oxígeno | 10 | | | |
| 6 | Sales Solubles de Magnesio | 150 | | | |
| 7 | Limite de Turbidez | 2000 | | | |
| 8 | Dureza | > 5 | | | |
| 9 | Potencial de Hidrógeno (PH) | > 7 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |

Las muestras obtenidas de la calicatas, sobrepasan el rango permisibles de sales solubles totales en suelos, Ion cloruro y Sulfatos Solubles (SO4)

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

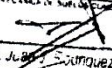
Ing. Juan J. Sanguinetti Panchumá
Telf. 312254 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C. Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ANEXO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Sotomayor Pineda
C.R. 37390 - RL 455



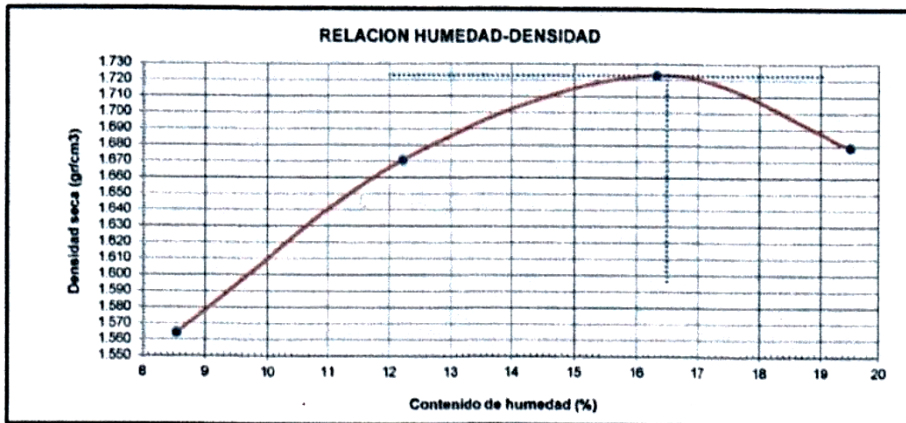
CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
MUESTRA: TERRENO NATURAL

| | | | | | |
|--|--------------------|---------|---------|---------|--------------|
| Peso suelo + molde | gr | 6390.00 | 6765.00 | 7040.00 | 7045.00 |
| Peso molde | gr | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 3600.00 | 3975.00 | 4250.00 | 4255.00 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 1.70 | 1.88 | 2.00 | 2.01 |
| Recipiente | N° | 01 | 02 | 03 | 03 |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 91.46 | 86.27 | 78.82 | 78.21 |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 85.88 | 79.16 | 70.65 | 68.90 |
| Tara | gr | 20.58 | 20.97 | 20.62 | 21.24 |
| Peso de agua | gr | 5.58 | 7.11 | 8.17 | 9.31 |
| Peso del suelo seco | gr | 65.30 | 58.19 | 50.03 | 47.66 |
| Contenido de agua | % | 8.55 | 12.22 | 16.33 | 19.53 |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.564 | 1.671 | 1.723 | 1.679 |
| Densidad máxima (gr/cm³) | | | | | 1.723 |
| Humedad óptima (%) | | | | | 16.33 |



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. J. R. S. Sanguinetti Piminchimo
 T.M. 317390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz C Lt 09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL Informes@corporaciongeotecnia.com

ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPITAZ

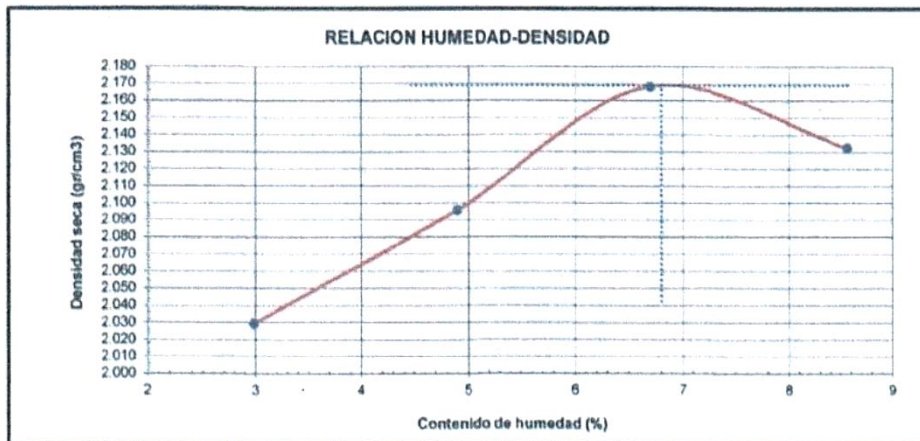
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

MUESTRA: AFIRMADO

CANTERA LA VIBORA

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso suelo + molde | gr | 7221.00 | 7451.00 | 7695.00 | 7698.00 |
| Peso molde | gr | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4431.00 | 4661.00 | 4905.00 | 4908.00 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2.09 | 2.20 | 2.31 | 2.32 |
| Recipiente | N° | 01 | 02 | 03 | 03 |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 106.24 | 102.08 | 97.62 | 94.97 |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 103.79 | 98.35 | 92.85 | 89.10 |
| Tara | gr | 21.71 | 22.26 | 21.68 | 20.58 |
| Peso de agua | gr | 2.45 | 3.73 | 4.77 | 5.87 |
| Peso del suelo seco | gr | 82.08 | 76.09 | 71.17 | 68.52 |
| Contenido de agua | % | 2.98 | 4.90 | 6.70 | 8.57 |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 2.030 | 2.096 | 2.168 | 2.132 |

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad máxima (gr/cm ³) | 2.170 |
| Humedad óptima (%) | 6.80 |



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Signature]
 Ing. Juan S. Sanguinéz Pámanchumi
 T.º 31390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

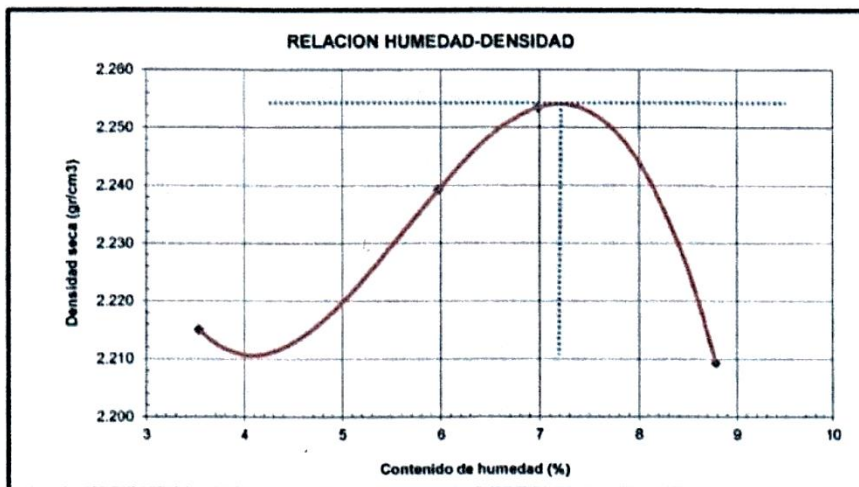
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
CANTERA : LA VIBORA
MATERIAL : AFIRMADO
DETALLE :

ACEITE RECICLADO 2.00%

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso suelo + molde | gr | 7652.00 | 7821.00 | 7901.00 | 7885.00 |
| Peso molde | gr | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4862.00 | 5031.00 | 5111.00 | 5095.00 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 |
| Peso volumétrico húmedo | gr/cm ³ | 2.29 | 2.37 | 2.41 | 2.40 |
| Recipiente N° | | 01 | 02 | 03 | 04 |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 221.25 | 270.42 | 259.40 | 166.69 |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 214.50 | 258.11 | 244.81 | 155.32 |
| Peso de la Tara | gr | 23.60 | 52.15 | 35.91 | 25.81 |
| Peso de agua | gr | 6.75 | 12.31 | 14.59 | 11.37 |
| Peso del suelo seco | gr | 190.90 | 205.96 | 208.90 | 129.51 |
| Porcentaje de Humedad | % | 3.54 | 5.98 | 6.98 | 8.78 |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 2.215 | 2.239 | 2.253 | 2.209 |

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad máxima (gr/cm ³) | 2.254 |
| Humedad óptima (%) | 7.20 |



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan P. Junguez Pimunchumi
 Telf. 37390 - REC. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

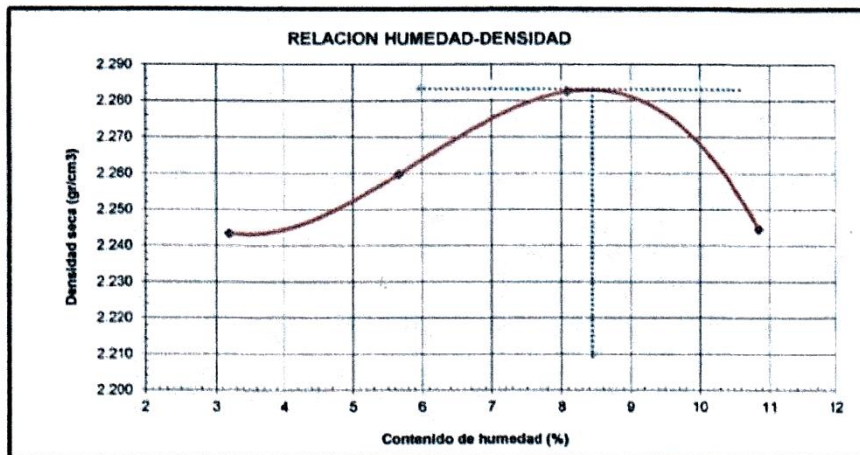
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
CANTERA : LA VIBORA
MATERIAL : AFIRMADO
DETALLE:

ACEITE RECICLADO 4.00%

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso suelo + molde | gr | 7698.00 | 7852.00 | 8020.00 | 8065.00 |
| Peso molde | gr | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 | 2790.00 |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4908.00 | 5062.00 | 5230.00 | 5275.00 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 | 2120.00 |
| Peso volumétrico húmedo | gr/cm ³ | 2.32 | 2.39 | 2.47 | 2.49 |
| Recipiente N° | | 01 | 02 | 03 | 04 |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 162.50 | 105.60 | 115.24 | 114.14 |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 158.20 | 101.20 | 108.52 | 105.20 |
| Peso de la Tara | gr | 23.60 | 23.50 | 25.40 | 22.80 |
| Peso de agua | gr | 4.30 | 4.40 | 6.72 | 8.94 |
| Peso del suelo seco | gr | 134.60 | 77.70 | 83.12 | 82.40 |
| Porcentaje de Humedad | % | 3.19 | 5.66 | 8.08 | 10.85 |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 2.243 | 2.260 | 2.282 | 2.245 |

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad máxima (gr/cm ³) | 2.283 |
| Humedad óptima (%) | 8.40 |



NOTA

La muestra ensayada fue tomada de cantera por personal técnico del laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan José Rodríguez Diminichum
 T.M. 31390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

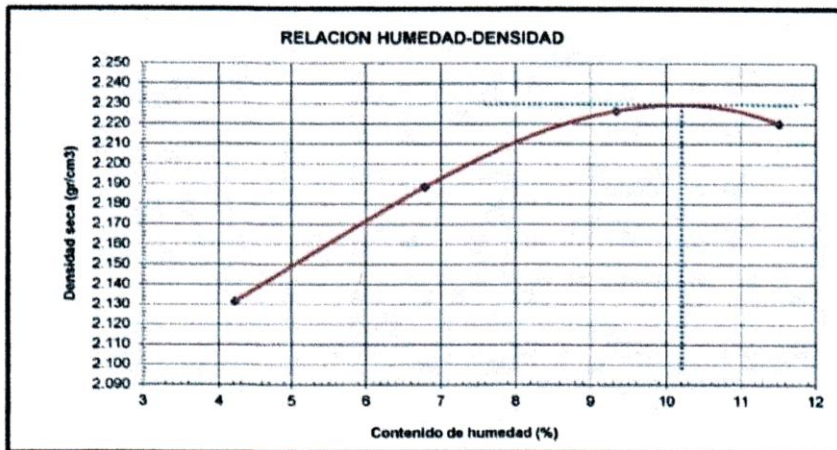
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPTAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
CANTERA LA VIBORA
MATERIAL AFIRMADO
DETALLE:

ACEITE RECICLADO 6.00%

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso suelo + molde | gr | 7454.00 | 7695.00 | 7898.00 | 7985.00 |
| Peso molde | gr | 2820.00 | 2820.00 | 2820.00 | 2820.00 |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4634.00 | 4875.00 | 5078.00 | 5165.00 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2086.00 | 2086.00 | 2086.00 | 2086.00 |
| Peso volumétrico húmedo | gr/cm ³ | 2.22 | 2.34 | 2.43 | 2.48 |
| Recipiente N° | | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 105.94 | 109.95 | 164.25 | 137.15 |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 102.52 | 104.52 | 152.20 | 125.20 |
| Peso de la Tara | gr | 21.50 | 24.50 | 23.16 | 21.48 |
| Peso de agua | gr | 3.42 | 5.43 | 12.05 | 11.95 |
| Peso del suelo seco | gr | 81.02 | 80.02 | 129.04 | 103.72 |
| Porcentaje de Humedad | % | 4.22 | 6.79 | 9.34 | 11.52 |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 2.132 | 2.189 | 2.226 | 2.220 |

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad máxima (gr/cm ³) | 2.230 |
| Humedad óptima (%) | 10.20 |



NOTA

La muestra ensayada fue tomada de cantera por personal tecnico del laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan Sanguinéz Piminchimo
 Telf. 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ANEXO ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Sanguinéz Piminchimo
Telf. 31 390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

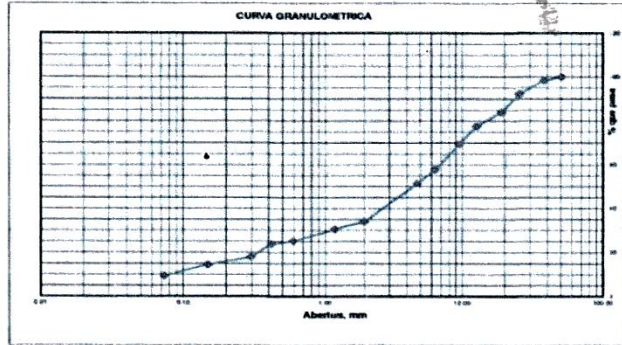
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P. J. Primero de Mayo Mz C Lt. 09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com - E-MAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
UBICACIÓN: EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
TESISTAS: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
FECHA: GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPTITAZ
CANTERA: NOVIEMBRE DEL 2018
MUESTRA: LA VIBORA
 AFIRMADO

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

| Mallas | Abertura [mm] | Peso retenido [gr] | % pasa |
|----------|---------------|--------------------|--------|
| 2" | 50.800 | 0.000 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 95.320 | 98.36 |
| 1" | 25.400 | 351.130 | 92.30 |
| 3/4" | 19.050 | 488.910 | 83.87 |
| 1/2" | 12.700 | 361.720 | 77.63 |
| 3/8" | 9.510 | 481.260 | 69.33 |
| 1/4" | 6.350 | 672.620 | 57.73 |
| N° 4 | 4.750 | 357.380 | 51.57 |
| N° 10 | 2.000 | 1018.320 | 34.01 |
| N° 16 | 1.180 | 200.140 | 30.56 |
| N° 30 | 0.595 | 306.450 | 25.27 |
| N° 40 | 0.420 | 75.370 | 23.97 |
| N° 50 | 0.297 | 349.910 | 17.94 |
| N° 100 | 0.149 | 203.550 | 14.43 |
| N° 200 | 0.074 | 296.170 | 9.32 |
| < N° 200 | | 540.400 | 0.00 |



| MALLA | LIMITES SEGUN ASTM (D - 1241 - 66) | | | | | |
|--------|-------------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | % PASA | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F |
| 2" | 100 | 100 | - | - | - | - |
| 1" | - | 75 - 95 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8" | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 | - | - |
| N° 4 | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 | 55 - 100 | 70 - 100 |
| N° 10 | 15 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 | 40 - 100 | 55 - 100 |
| N° 40 | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 | 20 - 50 | 30 - 70 |
| N° 200 | 2 - 8 | 5 - 20 | 5 - 15 | 5 - 20 | 6 - 20 | 8 - 25 |
| | - | 5 - 15 | - | 8 - 15 | 8 - 15 | 8 - 15 |

| LIM MUESTRA | OBSERVACIONES |
|-------------|---------------|
| % PASA | |
| 100.00 | A, B |
| 92.30 | B |
| 69.33 | A, B, C |
| 51.57 | A, B, C |
| 34.01 | A, B |
| 23.97 | A, B, C |
| 9.32 | B, C, D, E, F |
| 0.00 | - |

2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

| A. LIMITE LIQUIDO | Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------------|---------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Golpes | | 10 | 19 | 38 |
| 2. Peso Tara, [gr] | | 13.07 | 13.25 | 12.99 |
| 3. Peso Tara + Suelo Humedo, [gr] | | 28.54 | 24.13 | 31.80 |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | | 25.40 | 21.96 | 26.26 |
| 5. Peso Agua, [gr] | | 3.14 | 2.17 | 3.54 |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | | 12.33 | 8.71 | 15.27 |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | | 25.47 | 24.91 | 23.18 |



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Sanguinetti Párriz
 T. N° 31390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|---------|-------|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | 13.10 | 13.14 |
| 2. Peso Tara + Suelo Humedo, [gr] | 14.99 | 14.31 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 14.72 | 14.15 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 0.27 | 0.16 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 1.62 | 1.01 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 16.67 | 15.84 |

| | |
|----------------------|---------------|
| Grava(%) | 48.43 |
| Arena (%) | 42.25 |
| Finos(%) | 9.32 |
| Limite Liquido | 24.00% |
| Limite Plastico | 16.25% |
| Indice Plasticidad | 7.75% |
| Clasif. SUCS | SW - SC |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 4 (0) |
| Contenido de Humedad | 2.10 |
| Peso especifico | 2.69 |
| Indice de Grupo | 0 |

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

| Procedimiento | Tara No |
|-----------------------------------|---------|
| 1. Peso Tara, [gr] | 23.25 |
| 2. Peso Tara + Suelo Humedo, [gr] | 118.25 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 116.30 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 1.95 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 93.05 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 2.10 |

4. CLASIFICACION

| | |
|--------------------|---------------|
| Limite Liquido | 24.00% |
| Limite Plastico | 16.25% |
| Indice Plasticidad | 7.75% |
| Clasif. SUCS | SW - SC |
| Clasif. AASHTO | A - 2 - 4 (0) |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Juan José Sotomayor Diminichum
 T. 043 316715 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

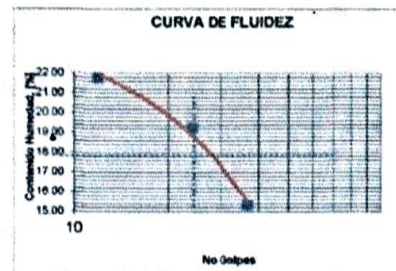
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
CANTERA LA VIBORA
MATERIAL AFIRMADO
DETALLE:

ACEITE RECICLADO 2.00%

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|----------------------------------|---------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 No de Golpes | 12 | 24 | 37 |
| 2 Peso Tara, [gr] | 26.36 | 23.65 | 21.41 |
| 3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 35.97 | 38.65 | 37.11 |
| 4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 34.25 | 36.23 | 35.02 |
| 5 Peso Agua, [gr] | 1.72 | 2.42 | 2.09 |
| 6 Peso Suelo Seco, [gr] | 7.90 | 12.58 | 13.61 |
| 7 Contenido de Humedad, [%] | 21.77 | 19.24 | 15.36 |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|----------------------------------|---------|-------|
| | 1 | 2 |
| 1 Peso Tara, [gr] | 13.25 | 12.52 |
| 2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 15.02 | 15.65 |
| 3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 14.82 | 15.25 |
| 4 Peso Agua, [gr] | 0.20 | 0.40 |
| 5 Peso Suelo Seco, [gr] | 1.57 | 2.73 |
| 6 Contenido de Humedad, [%] | 12.74 | 14.85 |

| | |
|--------------------|--------|
| Límite Líquido | 18.80% |
| Límite Plástico | 13.70% |
| Índice Plasticidad | 5.10% |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan C. Espinoza Piminchimo
 T. 043 316715 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz C Lt 09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

CANTERA LA VIBORA

MATERIAL AFIRMADO

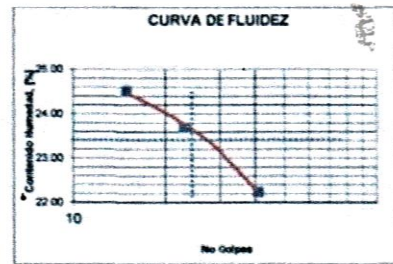
DETALLE:

ACEITE RECICLADO 4.00%

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|---------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Golpes | 15 | 23 | 41 |
| 2. Peso Tara, [gr] | 22.69 | 23.03 | 23.51 |
| 3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 36.86 | 36.34 | 37.42 |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 34.07 | 33.79 | 34.89 |
| 5. Peso Agua, [gr] | 2.79 | 2.55 | 2.53 |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | 11.38 | 10.76 | 11.38 |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | 24.52 | 23.70 | 22.23 |



B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|---------|-------|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | 14.12 | 13.66 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 15.32 | 14.81 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 15.12 | 14.62 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 0.20 | 0.19 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 1.00 | 0.96 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 20.00 | 19.79 |

| | |
|--------------------|--------|
| Límite Líquido | 23.40% |
| Límite Plástico | 19.90% |
| Índice Plasticidad | 3.50% |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma manuscrita]
 Ing. Juan José Rodríguez Pimichum
 T. N° 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

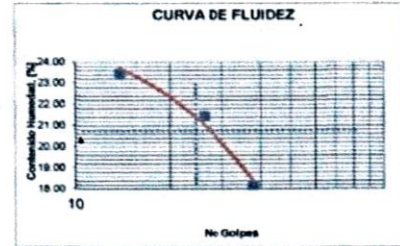
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
CANTERA LA VIBORA
MATERIAL AFIRMADO
DETALLE:

ACEITE RECICLADO 6.00%

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

| Procedimiento | Tara No | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. No de Golpes | 14 | 25 | 38 |
| 2. Peso Tara, [gr] | 22.81 | 22.51 | 23.54 |
| 3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 42.21 | 39.32 | 38.62 |
| 4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 38.52 | 36.35 | 36.30 |
| 5. Peso Agua, [gr] | 3.69 | 2.97 | 2.32 |
| 6. Peso Suelo Seco, [gr] | 15.71 | 13.84 | 12.76 |
| 7. Contenido de Humedad, [%] | 23.49 | 21.46 | 18.18 |



| | |
|--------------------|--------|
| Limite Liquido | 20.80% |
| Limite Plastico | 16.86% |
| Indice Plasticidad | 3.94% |

B. LIMITE PLASTICO

| Procedimiento | Tara No | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 |
| 1. Peso Tara, [gr] | 21.24 | 20.42 |
| 2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr] | 23.60 | 25.61 |
| 3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr] | 23.26 | 24.86 |
| 4. Peso Agua, [gr] | 0.34 | 0.75 |
| 5. Peso Suelo Seco, [gr] | 2.02 | 4.44 |
| 6. Contenido de Humedad, [%] | 16.83 | 16.89 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAS VILLAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan José Espinoza Páucar
 Telf: 317390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf. 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ANEXO ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Sanguinza Piminchum
T. 043 316715 - RUC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garateo Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

INICIO ENSAYO : -1.00 m

CUADRO DE RESUMEN TERRENO NATURAL

| N° DE DPL | PENETRACIÓN | N° DE GOLPES ACUMULADO | DENSIDAD | CONSISTENCIA | q _v (Kg/cm²) | TERRENO DE FUNDACIÓN | CLASIFICACIÓN |
|-----------|-------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| | | | RELATIVA (%) | | | | SUCS |
| 01 | 0.00 | 0.0 | | | | | |
| | 0.30 | 3.0 | 10.00 | SUELTA | 0.10 | MALO | SP |
| | 0.60 | 5.0 | 15.00 | SUELTA | 0.15 | MALO | SP-SM |
| | 0.90 | 6.0 | 13.00 | SUELTA | 0.51 | MALO | SP-SM-SC |
| | 1.20 | 11.0 | 10.00 | SUELTA | 0.54 | MALO | SP |
| | 1.50 | 17.0 | 12.00 | SUELTA | 0.57 | MALO | SP |
| | 1.80 | 46.0 | 15.00 | SUELTA | 0.72 | MALO | SP |
| | 2.10 | 40.0 | 18.00 | SUELTA | 0.69 | MALO | SP |
| | 2.40 | 29.0 | 20.00 | SUELTA | 0.63 | MALO | SP |
| | 2.70 | 101.0 | 20.00 | SEMI COMPACTA | 1.01 | MALO | SP |
| | 3.00 | 128.0 | 25.00 | SEMI COMPACTA | 1.15 | BUENO | SP |
| | 3.30 | 177.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.41 | BUENO | SP |
| | 3.60 | 192.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.49 | BUENO | SP |
| | 3.90 | 190.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.48 | BUENO | SP |
| | 4.20 | 148.0 | 40.00 | SEMI COMPACTA | 1.26 | BUENO | SP |
| | 4.50 | 104.0 | 30.00 | SEMI SUELTA | 1.03 | REGULAR | SP |
| | 4.80 | 96.0 | 30.00 | SUELTA | 0.99 | MALO | SP |
| | 5.10 | 100.0 | 30.00 | SEMI SUELTA | 1.01 | MALO | SP |
| | 5.40 | 160.0 | 35.00 | SEMI COMPACTA | 1.32 | BUENO | SP |
| 5.70 | 214.0 | 45.00 | COMPACTA | 1.61 | BUENO | SP | |
| 6.00 | 245.0 | 45.00 | COMPACTA | 1.77 | BUENO | SP | |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 Ing. Juan P. Sanguinetti Piminchum
 T. N° 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garatca Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - E-MAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018
NIVEL FREATICO -1.20 m

DPL : 01

COTA INICIO ENSAYO : 0.00 m

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA

| NUMERO DE GOLPES | | REG. DE PENETRACION | DN mm/golpe | SNE (%) | SIMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|------------------|-----------|---------------------|-------------|---------|---------|-------------|
| @ 10 cm | Acumulado | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | | | | |
| 1 | 1 | 0.10 | 10.00 | 0.05 | | |
| 1 | 2 | 0.20 | 10.00 | 0.05 | | |
| 1 | 3 | 0.30 | 10.00 | 0.05 | | |
| 3 | 6 | 0.40 | 6.67 | 0.15 | | |
| 1 | 7 | 0.50 | 7.14 | 0.05 | | |
| 1 | 8 | 0.60 | 7.50 | 0.05 | | |
| 1 | 9 | 0.7 | 7.78 | 0.05 | | |
| 3 | 12 | 0.80 | 6.67 | 0.15 | | |
| 2 | 14 | 0.90 | 6.43 | 0.10 | | |
| 3 | 17 | 1.00 | 5.88 | 0.15 | | |
| 4 | 21 | 1.10 | 5.24 | 0.20 | | |
| 4 | 25 | 1.20 | 4.80 | 0.20 | | |
| 5 | 30 | 1.30 | 4.33 | 0.25 | | |
| 5 | 35 | 1.40 | 4.00 | 0.25 | | |
| 7 | 42 | 1.50 | 3.57 | 0.35 | | |
| 12 | 54 | 1.60 | 2.96 | 0.60 | | |
| 15 | 69 | 1.70 | 2.48 | 0.75 | | |
| 19 | 88 | 1.80 | 2.05 | 0.94 | | |
| 10 | 98 | 1.90 | 1.94 | 0.50 | | |
| 15 | 113 | 2.00 | 1.77 | 0.75 | | |
| 15 | 128 | 2.10 | 1.64 | 0.75 | | |
| 9 | 137 | 2.20 | 1.61 | 0.45 | | |
| 10 | 147 | 2.30 | 1.56 | 0.50 | | |
| 10 | 157 | 2.40 | 1.53 | 0.50 | | |
| 28 | 185 | 2.50 | 1.35 | 1.39 | | |
| 42 | 227 | 2.60 | 1.15 | 2.09 | | |
| 31 | 258 | 2.70 | 1.05 | 1.54 | | |
| 41 | 299 | 2.80 | 0.94 | 2.04 | | |
| 42 | 341 | 2.90 | 0.85 | 2.09 | | |
| 45 | 386 | 3.00 | 0.78 | 2.24 | | |
| 56 | 442 | 3.10 | 0.70 | 2.78 | | |
| 54 | 496 | 3.20 | 0.65 | 2.68 | | |
| 67 | 563 | 3.30 | 0.59 | 3.33 | | |
| 62 | 625 | 3.40 | 0.54 | 3.08 | | |
| 65 | 690 | 3.50 | 0.51 | 3.23 | | |
| 65 | 755 | 3.60 | 0.48 | 3.23 | | |
| 65 | 820 | 3.70 | 0.45 | 3.23 | | |
| 60 | 880 | 3.80 | 0.43 | 2.98 | | |
| 65 | 945 | 3.90 | 0.41 | 3.23 | | |
| 65 | 1010 | 4.00 | 0.40 | 3.23 | | |
| 42 | 1052 | 4.10 | 0.39 | 2.09 | | |
| 41 | 1093 | 4.20 | 0.38 | 2.04 | | |
| 40 | 1133 | 4.30 | 0.38 | 1.99 | | |
| 35 | 1168 | 4.40 | 0.38 | 1.74 | | |
| 29 | 1197 | 4.50 | 0.38 | 1.44 | | |
| 34 | 1231 | 4.60 | 0.37 | 1.69 | | |
| 32 | 1263 | 4.70 | 0.37 | 1.59 | | |
| 30 | 1293 | 4.80 | 0.37 | 1.49 | | |
| 30 | 1323 | 4.90 | 0.37 | 1.49 | | |
| 32 | 1355 | 5.00 | 0.37 | 1.59 | | |
| 38 | 1393 | 5.10 | 0.37 | 1.89 | | |
| 52 | 1445 | 5.20 | 0.36 | 2.58 | | |
| 52 | 1497 | 5.30 | 0.35 | 2.58 | | |
| 56 | 1553 | 5.40 | 0.35 | 2.78 | | |
| 54 | 1607 | 5.50 | 0.34 | 2.68 | | |
| 79 | 1686 | 5.60 | 0.33 | 3.93 | | |
| 81 | 1767 | 5.70 | 0.32 | 4.03 | | |
| 82 | 1849 | 5.80 | 0.31 | 4.08 | | |
| 81 | 1930 | 5.90 | 0.31 | 4.03 | | |
| 82 | 2012 | 6.00 | 0.30 | 4.08 | | |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan Sanguinquez Paminchimo
 T. 043 373990 - RUC 435



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Nicolas Garatea Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

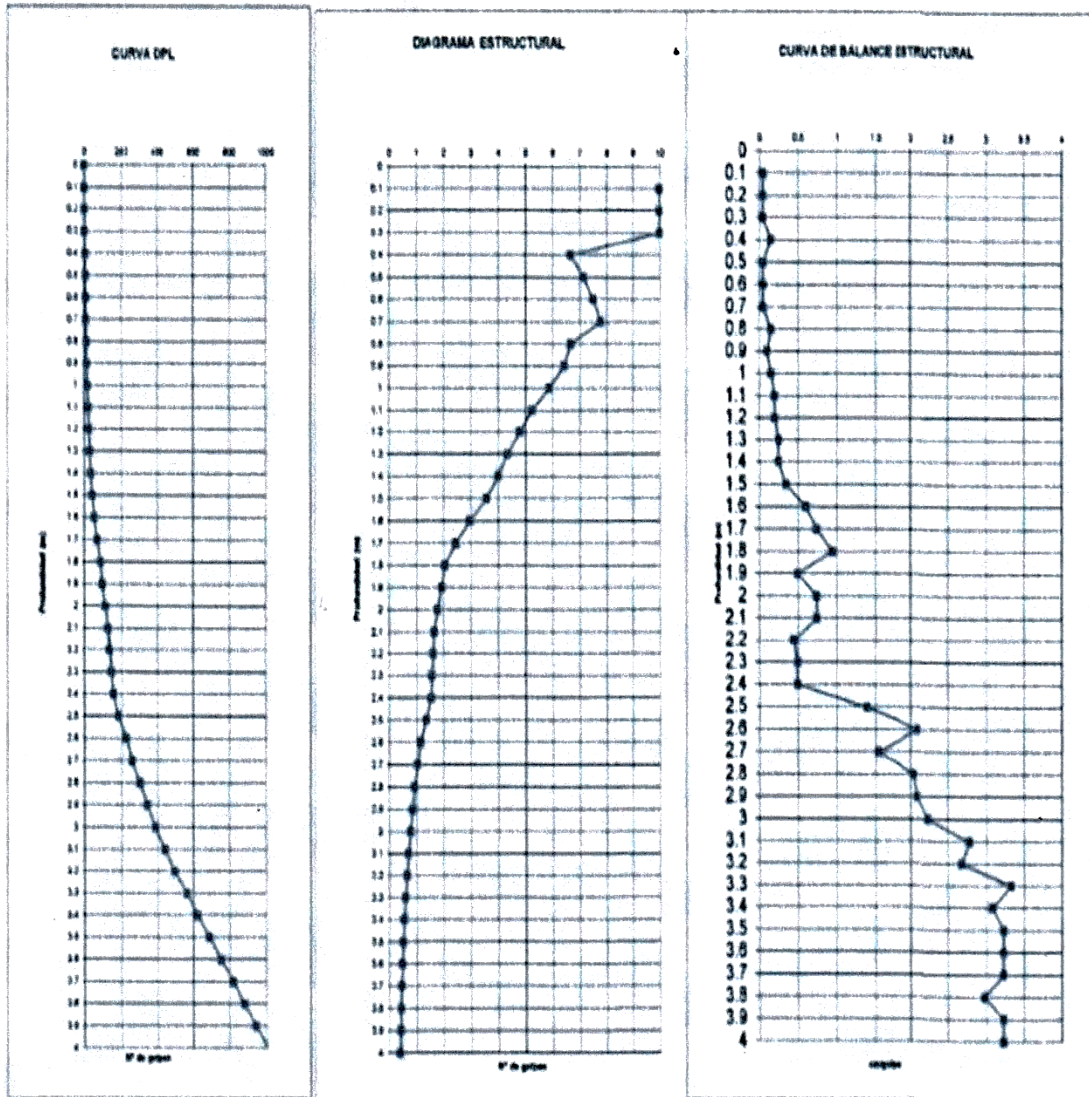
TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPITAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

NIVEL FREATICO -1.20 m



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Signature]
Ing. Juan P. Sanguinéz P. Minchumo
Telf. 312254 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garatea Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMBITAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

INICIO ENSAYO: -0.00 m

CUADRO DE RESUMEN TERRENO MEJORADO

| N° DE DPL | PENETRACIÓN | N° DE GOLPES ACUMULADO | DENSIDAD | CONSISTENCIA | q_u (Kg/cm ²) | TERRENO DE FUNDACIÓN | CLASIFICACIÓN |
|-----------|-------------|---------------------------|-------------|--------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|
| | | | RELATIVA(%) | | | | SUCS |
| 02 | 0.00 | 0.0 | | | | | |
| | 0.30 | 68.0 | 10.00 | DENSA | 0.72 | MALO | SW-SM |
| | 0.60 | 96.0 | 15.00 | DENSA | 0.99 | REGULAR | SW-SM |
| | 0.90 | 131.0 | 13.00 | DENSA | 1.17 | BUENO | SW-SM |
| | 1.20 | 232.0 | 10.00 | DENSA | 1.71 | BUENO | SW-SM |
| | 1.50 | 266.0 | 12.00 | DENSA | 1.99 | BUENO | SW-SM |
| | 1.80 | 361.0 | 15.00 | DENSA | 2.39 | BUENO | SW-SM |
| | 2.00 | 431.0 | 18.00 | DENSA | 2.76 | BUENO | SW-SM |
| | | | | D | | | |
| | | | | | | | |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma]
 Ing. Juan José Sanguéz Piminchumú
 C.P. 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf: 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ANEXO ENSAYO CORTE DIRECTO

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan José González Piminchimo
T. 043 37390 - RL 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715

www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPITAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

Calicata : C-1 **Velocidad (mm/min)** : 0.25

Muestra : TERRENO NATURAL **Clasificación - SUCS** : SP

Profundidad (m) : 1.00 - 2.00 (Arena mal graduada con limo)

Estado : REMOLDEADO

| DATOS DEL ESPECIMEN | | ESPECIMEN 01 | | ESPECIMEN 02 | | ESPECIMEN 03 | |
|------------------------|-----------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| Esfuerzo Normal | (Kg/cm ²) | 0.5 | | 1.0 | | 2.0 | |
| Etapas | | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| Altura | (cm) | 2.05 | 2.13 | 2.05 | 2.21 | 2.05 | 2.21 |
| Sección | (cm ²) | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Humedad | (%) | 13.62 | 26.67 | 13.28 | 26.28 | 13.10 | 26.35 |
| Densidad Seca | (g/cm ³) | 1.62 | 1.52 | 1.63 | 1.56 | 1.65 | 1.61 |

| ETAPA DE ENSAYO | | | | | | | | |
|------------------------|---|--|------------------------|---|--|------------------------|---|--|
| ESPECIMEN 01 | | | ESPECIMEN 02 | | | ESPECIMEN 03 | | |
| Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) | Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) | Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.01 |
| 0.10 | 0.02 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.05 | 0.03 |
| 0.20 | 0.02 | 0.04 | 0.20 | 0.04 | 0.04 | 0.20 | 0.08 | 0.04 |
| 0.35 | 0.04 | 0.08 | 0.35 | 0.06 | 0.06 | 0.35 | 0.10 | 0.05 |
| 0.50 | 0.05 | 0.09 | 0.50 | 0.07 | 0.07 | 0.50 | 0.11 | 0.06 |
| 0.75 | 0.06 | 0.12 | 0.75 | 0.09 | 0.09 | 0.75 | 0.15 | 0.07 |
| 1.00 | 0.07 | 0.15 | 1.00 | 0.11 | 0.11 | 1.00 | 0.21 | 0.10 |
| 1.25 | 0.09 | 0.18 | 1.25 | 0.15 | 0.15 | 1.25 | 0.26 | 0.13 |
| 1.50 | 0.12 | 0.24 | 1.50 | 0.20 | 0.20 | 1.50 | 0.40 | 0.20 |
| 1.75 | 0.13 | 0.27 | 1.75 | 0.23 | 0.23 | 1.75 | 0.48 | 0.24 |
| 2.00 | 0.15 | 0.31 | 2.00 | 0.25 | 0.25 | 2.00 | 0.52 | 0.26 |
| 2.25 | 0.17 | 0.33 | 2.25 | 0.27 | 0.27 | 2.25 | 0.59 | 0.29 |
| 2.50 | 0.18 | 0.37 | 2.50 | 0.31 | 0.31 | 2.50 | 0.70 | 0.35 |
| 2.75 | 0.20 | 0.40 | 2.75 | 0.34 | 0.34 | 2.75 | 0.77 | 0.38 |
| 3.00 | 0.22 | 0.44 | 3.00 | 0.37 | 0.37 | 3.00 | 0.80 | 0.40 |
| 3.50 | 0.25 | 0.49 | 3.50 | 0.38 | 0.38 | 3.50 | 0.88 | 0.44 |
| 4.00 | 0.28 | 0.55 | 4.00 | 0.41 | 0.41 | 4.00 | 0.92 | 0.46 |
| 4.50 | 0.26 | 0.52 | 4.50 | 0.42 | 0.42 | 4.50 | 0.94 | 0.47 |
| 5.00 | 0.24 | 0.48 | 5.00 | 0.44 | 0.44 | 5.00 | 0.98 | 0.49 |
| 6.00 | 0.23 | 0.47 | 6.00 | 0.41 | 0.41 | 6.00 | 1.00 | 0.50 |
| 7.00 | 0.22 | 0.45 | 7.00 | 0.52 | 0.52 | 7.00 | 0.97 | 0.48 |
| 8.00 | 0.22 | 0.43 | 8.00 | 0.52 | 0.52 | 8.00 | 0.91 | 0.46 |
| 9.00 | 0.20 | 0.41 | 9.00 | 0.51 | 0.51 | 9.00 | 0.87 | 0.43 |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma]
 Ing. J. B. Rodríguez Panchino
 T. 31390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316713
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

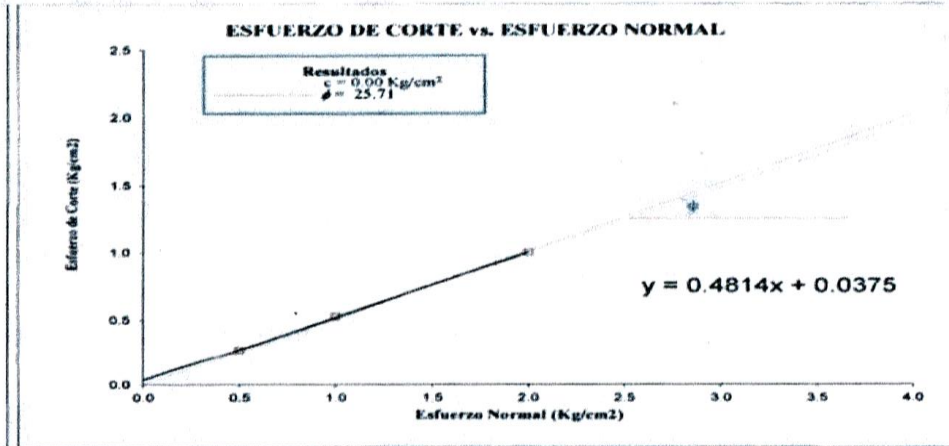
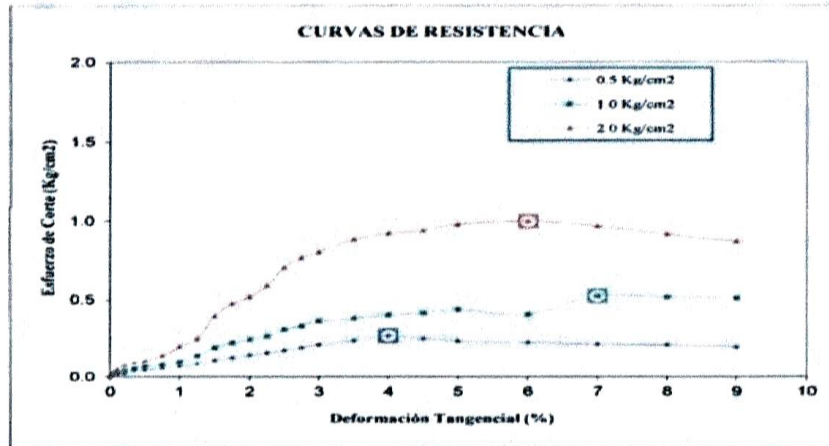
CALICATA : C-I

MUESTRA : TERRENO NATURAL

PROFUND. (m) : 1,00 - 2,00

CLASIF. SUCS : SP

ESTADO : REMOLDEADO



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Espanguez Pimichimo

T.M. 37060 - R.C. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAH YAYA CHUMPITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

Muestra : AFIRMADO ESTABILIZADO CON ACEITE RECICLADO
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50
Estado : Remoldeado

Velocidad (mm/min) : 0.25
 Clasificación - SUCS : SW-SC (Arena bien graduada con limo graduada)

| DATOS DEL ESPECIMEN | | ESPECIMEN 01 | | ESPECIMEN 02 | | ESPECIMEN 03 | |
|---------------------------------------|--|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| Esfuerzo Normal (Kg/cm ²) | | 0.5 | | 1.0 | | 2.0 | |
| Etapa | | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| Altura (cm) | | 2.05 | 2.13 | 2.05 | 2.21 | 2.05 | 2.21 |
| Sección (cm ²) | | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Humedad (%) | | 8.40 | 19.05 | 8.77 | 19.88 | 8.99 | 18.95 |
| Densidad Seca (g/cm ³) | | 1.70 | 1.61 | 1.70 | 1.64 | 1.71 | 1.71 |

| ETAPA DE ENSAYO | | | | | | | | |
|------------------------|---|--|------------------------|---|--|------------------------|---|--|
| ESPECIMEN 01 | | | ESPECIMEN 02 | | | ESPECIMEN 03 | | |
| Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) | Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) | Deform. Tangencial (%) | Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²) | Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²) |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.05 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.04 |
| 0.10 | 0.04 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.13 | 0.06 |
| 0.20 | 0.06 | 0.12 | 0.20 | 0.09 | 0.09 | 0.20 | 0.22 | 0.11 |
| 0.35 | 0.07 | 0.15 | 0.35 | 0.16 | 0.16 | 0.35 | 0.25 | 0.13 |
| 0.50 | 0.12 | 0.24 | 0.50 | 0.23 | 0.23 | 0.50 | 0.37 | 0.18 |
| 0.75 | 0.12 | 0.25 | 0.75 | 0.25 | 0.25 | 0.75 | 0.45 | 0.22 |
| 1.00 | 0.14 | 0.28 | 1.00 | 0.28 | 0.28 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
| 1.25 | 0.16 | 0.32 | 1.25 | 0.34 | 0.34 | 1.25 | 0.62 | 0.31 |
| 1.50 | 0.18 | 0.35 | 1.50 | 0.37 | 0.37 | 1.50 | 0.71 | 0.36 |
| 1.75 | 0.20 | 0.40 | 1.75 | 0.40 | 0.40 | 1.75 | 0.79 | 0.40 |
| 2.00 | 0.22 | 0.45 | 2.00 | 0.42 | 0.42 | 2.00 | 0.86 | 0.43 |
| 2.25 | 0.24 | 0.48 | 2.25 | 0.45 | 0.45 | 2.25 | 0.98 | 0.49 |
| 2.50 | 0.25 | 0.50 | 2.50 | 0.48 | 0.48 | 2.50 | 1.00 | 0.50 |
| 2.75 | 0.28 | 0.57 | 2.75 | 0.50 | 0.50 | 2.75 | 1.02 | 0.51 |
| 3.00 | 0.31 | 0.62 | 3.00 | 0.53 | 0.53 | 3.00 | 1.02 | 0.51 |
| 3.50 | 0.35 | 0.70 | 3.50 | 0.70 | 0.70 | 3.50 | 1.06 | 0.53 |
| 4.00 | 0.37 | 0.73 | 4.00 | 0.79 | 0.79 | 4.00 | 1.08 | 0.54 |
| 4.50 | 0.34 | 0.68 | 4.50 | 0.85 | 0.85 | 4.50 | 1.45 | 0.73 |
| 5.00 | 0.31 | 0.62 | 5.00 | 0.98 | 0.98 | 5.00 | 1.41 | 0.70 |
| 6.00 | 0.30 | 0.59 | 6.00 | 0.95 | 0.95 | 6.00 | 1.47 | 0.74 |
| 7.00 | 0.28 | 0.57 | 7.00 | 0.89 | 0.89 | 7.00 | 1.44 | 0.72 |
| 8.00 | 0.26 | 0.52 | 8.00 | 0.84 | 0.84 | 8.00 | 1.41 | 0.71 |
| 9.00 | 0.25 | 0.50 | 9.00 | 0.84 | 0.84 | 9.00 | 1.40 | 0.70 |

V°B°:.....
 CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAS MECANICAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
 CIP 37360 - RL 455



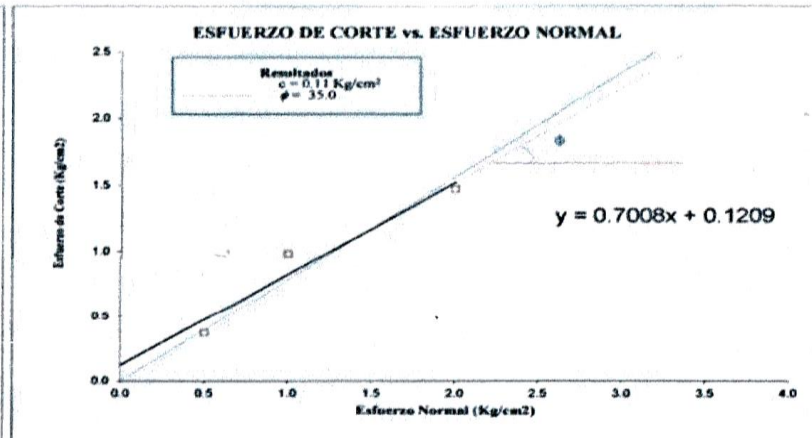
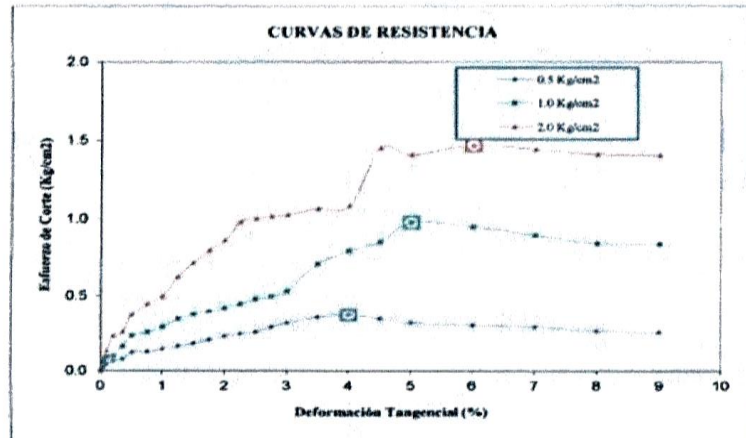
CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
EMAIL: corporaciongeotecnia.sac@outlook.es

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHA R YAYA CHUMPTITAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

CALICATA C-02 EN CANTERA
MUESTRA AFIRMADO ESTABILIZADO CON ACEITE RECICLADO
PROFUND. (m) 0.00 - 1.50
CLASIF. SUCS SW-SC
ESTADO Remoldado



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
[Signature]
Ing. Juan P. Escobedo Pimichimo
Telf. 373990 - RL 456



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ANEXO CALCULO DE POTENCIAL DE LICUACION

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Páminchimo
C.R. 37.390 - R.L. 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB Nicolas Garate Mz 12 L4.32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

Evaluación del Potencial de Licuación Terreno Natural MÉTODO SIMPLIFICADO DE SEED E IDRIS

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPTAZ
FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

Valor de la Magnitud Ms= 8.30
Aceleración Máxima a máx 0.30

Sondaje DPL-1
Profundidad Nivel freático 1.00
Cota Nivel Freático 99.00

Cota Inicio del Suelo 100.00
Peso Unitario Agua 1
Presión de Agua (Kg/cm²) 0.4

| Prof. Total Estratos (m) | Cota Estratos | Espesor Estratos (m) | Prof Total Estratos (pie) | SUCS | γ_s (Tn/m ³) | Finos (%) | N°60 SPT (Glp/ft) | Efzo. Total (Kg/cm ²) | Efzo. Eftvo (Kg/cm ²) | Cu | N1 SPT (Glp/ft) | Fct. Rduc. Rd. | ECR (Kg/cm ²) | ECA (Kg/cm ²) | FRL | CONDICION |
|--------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|----------|---------------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|------|-------------|
| 0 | 100.000 | | 0.000 | | | | | 0.400 | | | | | | | | |
| 0.5 | 99.500 | 0.500 | 1.640 | SP | 1.75 | 3.82 | 7.92 | 0.488 | 0.488 | 1.432 | 11 | 0.994 | 0.06 | 0.09 | 0.62 | LICUABLE |
| 1 | 99.000 | 0.500 | 3.281 | SP-SM | 1.81 | 6.26 | 8 | 0.578 | 0.528 | 1.376 | 11 | 0.995 | 0.07 | 0.11 | 0.58 | LICUABLE |
| 1.5 | 98.500 | 0.500 | 4.921 | SP-SM-SC | 1.89 | 4.60 | 8.92 | 0.673 | 0.573 | 1.322 | 12 | 0.996 | 0.07 | 0.13 | 0.55 | LICUABLE |
| 2 | 98.000 | 0.500 | 6.562 | SP | 1.85 | 5.84 | 10.83 | 0.765 | 0.615 | 1.275 | 14 | 0.996 | 0.09 | 0.15 | 0.63 | LICUABLE |
| 2.5 | 97.500 | 0.500 | 8.202 | SP | 1.85 | 2.01 | 9.92 | 0.858 | 0.668 | 1.233 | 12 | 0.995 | 0.09 | 0.17 | 0.52 | LICUABLE |
| 3 | 97.000 | 0.500 | 9.843 | SP | 1.85 | 3.67 | 18.17 | 0.950 | 0.700 | 1.195 | 22 | 0.993 | 0.14 | 0.18 | 0.79 | LICUABLE |
| 3.5 | 96.500 | 0.500 | 11.483 | SP | 1.85 | 3.51 | 23.5 | 1.043 | 0.743 | 1.161 | 27 | 0.990 | 0.23 | 0.20 | 1.13 | NO LICUABLE |
| 4 | 96.000 | 0.500 | 13.123 | SP | 1.85 | 2.63 | 23.3 | 1.135 | 0.785 | 1.129 | 26 | 0.986 | 0.22 | 0.22 | 1.00 | NO LICUABLE |
| 4.5 | 95.500 | 0.500 | 14.764 | SP | 1.85 | 2.60 | 16.17 | 1.228 | 0.828 | 1.099 | 18 | 0.981 | 0.15 | 0.23 | 0.63 | LICUABLE |
| 5 | 95.000 | 0.500 | 16.404 | SP | 1.85 | 3.10 | 15.83 | 1.320 | 0.870 | 1.072 | 17 | 0.976 | 0.15 | 0.25 | 0.60 | LICUABLE |
| 5.5 | 94.500 | 0.500 | 18.045 | SP | 1.85 | 3.20 | 20.83 | 1.413 | 0.913 | 1.047 | 22 | 0.970 | 0.19 | 0.27 | 0.71 | LICUABLE |
| 6 | 94.000 | 0.500 | 19.685 | SP | 1.85 | 3.51 | 27.92 | 1.505 | 0.955 | 1.023 | 29 | 0.963 | 0.34 | 0.28 | 1.19 | NO LICUABLE |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Pimichimo
 CIP 37380 - RC 438



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 Urb. Nicolas Garza Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254
 www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

Evaluación del Potencial de Licuación terreno mejorado MÉTODO SIMPLIFICADO DE SEED E IDRIS

TESIS MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICHAR YAYA CHUMPTAZ

FECHA NOVIEMBRE DEL 2018

Valor de la Magnitud $M_s = 8.30$
Aceleración Máxima $a_{max} = 0.30$

Sondaje DPL-2
Profundidad Nivel freático 1.00
Cota Nivel Freático 99.00

Cota Inicio del Suelo 100.00
Peso Unitario Agua 1
Presión de Agua (Kg/cm²) 0.4

| Prof. Total Estratos (m) | Cota Estratos | Espesor Estratos (m) | Prof. Total Estratos (pie) | SUCS | γ (Tn/m ³) | Fines (%) | N° 60 SPT (Glp/R) | Eszo. Total (Kg/cm ²) | Eszo. Eftvo (Kg/cm ²) | C_u | N1 SPT (Glp/ft) | Fct. Reduc. Rd | ECR (Kg/cm ²) | ECA (Kg/cm ²) | FRL | CONDICION | |
|--------------------------|---------------|----------------------|----------------------------|-------|-------------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|-------|-------------|--|
| 0 | 100.000 | | 0.000 | | | | | 0.400 | | | | | | | | | |
| 0.5 | 99.500 | 0.500 | 1.640 | SW-SC | 2.1 | 9.14 | 15.5 | 0.505 | 0.505 | 1.407 | 22 | 0.994 | 0.12 | 0.10 | 1.28 | NO LICUABLE | |
| 1 | 99.000 | 0.500 | 3.281 | SW-SC | 2.1 | 9.14 | 18.42 | 0.610 | 0.560 | 1.336 | 25 | 0.995 | 0.16 | 0.12 | 1.53 | NO LICUABLE | |
| 1.5 | 98.500 | 0.500 | 4.921 | SW-SC | 2.12 | 9.14 | 31.35 | 0.716 | 0.616 | 1.274 | 40 | 0.996 | 1.50 | 0.14 | 10.78 | NO LICUABLE | |
| 2 | 98.000 | 0.500 | 6.562 | SW-SC | 2.1 | 9.14 | 43.42 | 0.821 | 0.671 | 1.221 | 53 | 0.996 | 1.50 | 0.16 | 9.41 | NO LICUABLE | |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodriguez Perrinchimo
 CIP 37360 - RUC 456



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garatea Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 312254

www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

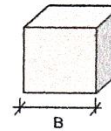
TESIS : MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS : GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018
CANTERA : LA VIBORA
MATERIAL : TERRENO NATURAL

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

Donde:

- q_c = Capacidad ultima de carga
- q_{ad} = Capacidad admisible de carga
- F_c = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- D_f = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- φ = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = 1.3c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.4\gamma.B.N_\gamma$$

Si:

- γ = 1.62 kg/cm³
- φ = 26 °
- N_q = 4.2
- N_c = 12.4
- N_γ = 1.4
- C = 0.00
- F_c = 3.00

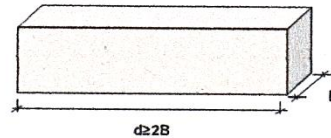
| q _{ad} = Capacidad Admisible Kg/cm ² | "B" ANCHO DE ZAPATA | | | | | | | | |
|--|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| | 0.8 m. | 0.9 m. | 1.0 m. | 1.1 m. | 1.2 m. | 1.3 m. | 1.4 m. | 1.5 m. | |
| "DF" PROF. de Cimentacion. | 1.0 m. | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.27 | 0.27 |
| | 1.5 m. | 0.36 | 0.36 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| | 2.0 m. | 0.47 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.49 |
| | 2.5 m. | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.61 |
| | 3.0 m. | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.72 | 0.72 |
| | 4.0 m. | 0.92 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| | 5.0 m. | 1.15 | 1.15 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.17 | 1.17 |
| 6.0 m. | 1.37 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | |

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

Donde:

- q_c = Capacidad ultima de carga
- q_{ad} = Capacidad admisible de carga
- F_c = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- D_f = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- φ = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$



$$q_c = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.5\gamma.B.N_\gamma$$

Si:

- γ = 1.62 kg/cm³
- φ = 26 °
- N_q = 4.2
- N_c = 12.4
- N_γ = 1.4
- C = 0.00
- F_c = 3.00

| q _{ad} = Capacidad Admisible Kg/cm ² | "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. | |
| "DF" PROF. de Cimentacion. | 1.0 m. | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.28 | 0.28 |
| | 1.5 m. | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | 0.39 |
| | 2.0 m. | 0.48 | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.50 | 0.50 | 0.51 |
| | 2.5 m. | 0.59 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.61 | 0.61 | 0.61 | 0.62 |
| | 3.0 m. | 0.70 | 0.71 | 0.71 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.73 | 0.73 |
| | 4.0 m. | 0.93 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.96 |
| | 5.0 m. | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.17 | 1.17 | 1.17 | 1.18 | 1.18 |
| 6.0 m. | 1.38 | 1.38 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.40 | 1.40 | 1.41 | |

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodriguez Piminchimo
 CIP 37360 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 URB. Nicolas Garatea Mz. 12 Lt. 32 Nuevo Chimbote - Telef. 043 - 312254
 www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: informes@corporaciongeotecnia.com

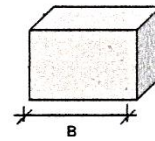
CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACION CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES
 EN LA AVENIDA VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE 220 - CHIMBOTE
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTAS : GIOVANY ALEJANDRO OSORIO ARELLANO - ELIAS RICAR YAYA CHUMPITAZ
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018
CANTERA : TERRENO NATURAL

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:

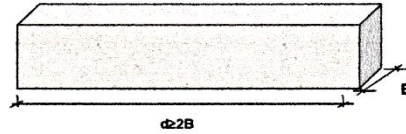
μ = 0.30
 E = 1000 Ton/m²
 lw = 112 cm/m
 Df = 1.5 m.

| S = | "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. |
| Asentamiento | 0.47 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.49 |
| qad | 0.386 cm. | 0.437 cm. | 0.489 cm. | 0.541 cm. | 0.594 cm. | 0.647 cm. | 0.701 cm. | 0.755 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 = 1000 Ton/m²
 lw = 112 cm/m
 Df = 1.5 m.

| S = | "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. |
| Asentamiento | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | 0.39 |
| qad | 0.299 cm. | 0.340 cm. | 0.381 cm. | 0.424 cm. | 0.467 cm. | 0.510 cm. | 0.555 cm. | 0.600 cm. |

CONCLUSIONES

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

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Juan S. Sanguinetti P. M. INGENIERO
 T. 043 312254 - R.L. 455



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Mgtr. Gonzalo Hugo Díaz García docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACIÓN CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE 220, CHIMBOTE, 2018", de los estudiantes: YAYA CHUMPITAZ, Elías Richar y OSORIO ARELLANO, Giovany Alejandro, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 15 de diciembre del 2018



Mgtr. Gonzalo Hugo Díaz García
DNI: 40539624

| | | | |
|--------|---|--------|-----------|
| Revisó | Vicerrectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC | Aprobó | Rectorado |
|--------|---|--------|-----------|

Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.

Feedback Studio - Google Chrome
 ev.luminim.com/app/carta/ev/?a=1064764101&co=1153205958&lang=es&x=3
 feedback studio

Elias Richar yaya chumplitaz Tesis

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACIÓN CON
 AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE MOTORES EN LA AVENIDA VÍCTOR
 RAÚL ILAYA DE LA TORRE 220, CHIMBOTE, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
 CIVIL

AUTORES:
 YAYA CHUMPLITAZ, Elias Richar
 OSORIO ARELLANO, Giovanni Alejandro

Resumen de coincidencias

26 %

| | | |
|----|--------------------------|------|
| 1 | Enregrado Universidad... | 20 % |
| 2 | Enregrado A las Mili... | 4 % |
| 3 | Enregrado... | <1 % |
| 4 | Enregrado Universidad... | <1 % |
| 5 | Enregrado Universidad... | <1 % |
| 6 | Enregrado Universidad... | <1 % |
| 7 | Enregrado Universidad... | <1 % |
| 8 | Enregrado Universidad... | <1 % |
| 9 | Enregrado Universidad... | <1 % |
| 10 | Enregrado Universidad... | <1 % |
| 11 | Enregrado Universidad... | <1 % |

Página 1 de 44 Número de palabras: 12345 High Resolution 08:53 a.m. 20/09/2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

YAYA CHUMPITAZ, ELÍAS RICAR

INFORME TÍTULADO:

MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACIÓN CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE
MOTORES EN LA AVENIDA VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE 220, CHIMBOTE, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 15 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 11 (Once)



ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE E.P. DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

OSORIO ARELLANO, GIOVANY ALEJANDRO

INFORME TÍTULADO:

MEJORAMIENTO DE SUELO CON FINES DE CIMENTACIÓN CON AFIRMADO Y ACEITE RECICLADO DE
MOTORES EN LA AVENIDA VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE 220, CHIMBOTE, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 15 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE E.P. DE INGENIERIA CIVIL
