



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Influencia de la aplicación del polímero acrílico AggreBind para estabilización de la subrasante, Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Ortiz Roldan, Juan Sebastian (ORCID: 0000-0001-6207-1929)

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: 0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mis abuelos, Teodomiro Roldan Jiménez y María Estrada Príncipe.

A mis padres, Miriam Margarita Roldan Estrada y Julio Cesar Bancayan Angulo, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida universitaria, por estar siempre cuando más lo he necesitado, ser un ejemplo de perseverancia para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi familia por el apoyo moral en el transcurso de la carrera universitaria.

Al Ing. Luisin Axel Roldan Olivares, por su apoyo moral y en la realización de la tesis.

Al Mg. Cecilia Arriola Moscoso, por el apoyo, paciencia, consejos y lecciones brindadas.

Índice

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	14
3.2. Variables y Operacionalización	15
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	18
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de Análisis de Datos.....	24
3.7. Aspectos Éticos.....	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de suelos según calidad de C.B.R.	13
Tabla 2: Operacionalización de variables.....	17
Tabla 3: Número de réplicas para ensayos.....	18
Tabla 4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
Tabla 5: Escala del coeficiente Kappa.	21
Tabla 6: Ensayos de análisis granulométrico por tamizado (C-1)	28
Tabla 7: Ensayos de análisis granulométrico por tamizado(C-02)	29
Tabla 8: Ensayos de análisis granulométrico por tamizado(C-03)	30
Tabla 9: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 0L de AggreBind.....	31
Tabla 10: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 3L de AggreBind.....	32
Tabla 11: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 5L de AggreBind.....	33
Tabla 12: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 7L de AggreBind.....	34
Tabla 13: Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 0L de AggreBind.....	35
Tabla 14: Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 3L de AggreBind.....	36
Tabla 15: Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 5L de AggreBind.....	37
Tabla 16: Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 7L de AggreBind.....	38
Tabla 17: Resumen de ensayos de proctor modificado – 0L, 3L, 5L y 7L.....	39
Tabla 18: Resumen de promedios de ensayos de proctor modificado.....	40
Tabla 19: Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 0L de AggreBind	41
Tabla 20: Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 3L de AggreBind	42
Tabla 21: Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 5L de AggreBind	43
Tabla 22: Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 7L de AggreBind	44
Tabla 23: Resumen ensayo C.B.R. para el 95% – 0L, 3L, 5L y 7L	45
Tabla 24: Resumen ensayo C.B.R. para el 100% – 0L, 3L, 5L y 7L	46

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de diseño.....	15
Figura 2. Ubicación de la zona de estudio	25
Figura 3. Georreferenciación de la zona de estudio.....	25
Figura 4. Georreferenciación de la zona de estudio.....	26
Figura 5. Zona de estudio progresiva 0+125 (C – 1).....	26
Figura 6. Zona de estudio progresiva 0+350 (C – 2).....	27
Figura 7. Zona de estudio progresiva 0+575 (C – 3).....	27
Figura 8. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 0L de AggreBind.....	31
Figura 9. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 3L de AggreBind.....	32
Figura 10. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 5L de AggreBind.....	33
Figura 11. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 7L de AggreBind.....	34
Figura 12. Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 0L de AggreBind.....	35
Figura 13. Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 3L de AggreBind.....	36
Figura 14. Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 5L de AggreBind.....	37
Figura 15. Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 7L de AggreBind.....	38
Figura 16. Resumen de promedios de ensayos de proctor modificado.....	40
Figura 17. Ensayo de california bearing ratio – Adicionando 0L de AggreBind....	41
Figura 18. Ensayo de california bearing ratio – Adicionando 3L de AggreBind....	42
Figura 19. Ensayo de california bearing ratio – Adicionando 5L de AggreBind....	43
Figura 20. Ensayo de california bearing ratio – Adicionando 7L de AggreBind....	44
Figura 21. Resumen ensayo de C.B.R. para el 95% de la MDS	45
Figura 22. Resumen ensayo de C.B.R. para el 100% de la MDS	46

RESUMEN

En la actualidad el sostén del crecimiento de un país ha radicado en la excelencias de las infraestructuras viales, sin embargo aún podemos observar vías sin las superficies de rodadura o que no cumplen con los estándares, al visualizar esta problemática, los países han empleado diversas investigaciones para mejorar las características de la subrasante con el fin de obtener resultados positivos. El objetivo de este estudio es evaluar la influencia de la aplicación del polímero acrílico Aggrebind en la estabilización de la subrasante. Se empleó una metodología que parte desde el reconocimiento del terreno, para ubicar los puntos donde se va realizar las calicatas, fueron 12 replicas para cada ensayo. En este estudio la variable independiente a evaluar fue el polímero acrílico AggreBind, teniendo como indicadores una dosificación de 0L, 3L, 5L y 7L; en cuanto a la variable dependiente fue la estabilización de la subrasante, se determinó las propiedades físicas y la resistencia mecánica del suelo, empleando como instrumento los protocolos estandarizados por el MTC. Concluyendo que la adición del polímero acrílico AggreBind como estabilizante para las muestras extraídas del Jr. Brasil influyen notablemente de manera positiva, dado que mejora las características físicas y mecánicas del suelo.

Palabras clave: Polímeros, Estabilización, AggreBind

ABSTRACT

At present, the support of the growth of a country has been in the excellence of the road infrastructures, however we can still observe roads without the rolling surfaces or that do not comply with the standards, when visualizing this problem, the countries have used various investigations to improve the characteristics of the subgrade in order to obtain positive results. The objective of this study is to evaluate the influence of the application of the acrylic polymer Aggrebind in the stabilization of the subgrade. A methodology was used that starts from the reconnaissance of the terrain, to locate the points where the pits will be made, there were 12 replicates for each test. In this study, the independent variable to evaluate was the acrylic polymer AggreBind, having as indicators a dosage of 0L, 3L, 5L and 7L; As for the dependent variable was the stabilization of the subgrade, the physical properties and mechanical resistance of the soil were determined, using the protocols standardized by the MTC as an instrument. Concluding that the addition of the acrylic polymer AggreBind as a stabilizer for the samples taken from Jr. Brasil has a noticeable positive influence, since it improves the physical and mechanical characteristics of the soil.

Keywords: Polymers, Stabilization, AggreBind

I. INTRODUCCIÓN

Por muchas décadas, el sostén del crecimiento de un país ha radicado en la excelencia de las infraestructuras viales; sin embargo, se hallan diversos problemas respecto a los suelos; problemas de diseño; entre otros, ya que se nota un déficit en la capacidad portante porque están expuestos a cambios de volúmenes o baja resistencia afectando las estructuras. En la actualidad, puesto que el tiempo empleado en la ejecución, así como su alto costo para ser llevado a cabo, aún podemos observar vías sin la superficie de rodadura requerida. Como consecuencia, los países sudamericanos decidieron hacer ensayos y pruebas para desarrollar una capacidad portante mejorada y de mayor calidad, ya que se requería crear nuevas metodologías que logren hacer frente los diversos retos que toman lugar en la actualidad. De acuerdo a Zamora Fandiño y Barrera Reyes¹.

Así también, en Chile, con respecto a la estabilización de los suelos, no se observan avances en la construcción de caminos. Esto se debe a la recopilación de agregados tradicionales en la mayoría de su territorio, motivo por el cual ponen énfasis en emplear nuevas metodologías para la estabilización que puedan aplicarse en las zonas afectadas. De acuerdo a Solminihac, Echeverría y Thenoux².

Al observar esta problemática, los países perjudicados han realizado investigaciones de acuerdo al comportamiento de la subrasante adicionando métodos como la cal, cloruro de sodio o polímeros para realizar construcciones, como vías de acceso, de manera que se obtengan mejores resultados con mayor eficiencia.

Por otro lado, las capitales distritales son unidas con los centros poblados más grandes a través de la red vial vecinal, la cual se conecta con otra de un rango mucho mayor. Esta posee en total 114376.2 Km, donde el 65.2% se encuentra en déficit y solo 2335.8 Km se encuentra pavimentado, teniendo así un menor déficit con respecto al año 2015 donde se tenía el 67% en mal estado. Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones³.

Ahora bien, conociendo el estado actual de las vías, podemos definir que, si estas no reciben un mantenimiento adecuado, presentarán agrietamiento en la superficie de rodadura y con el transcurso del tiempo quedarían rezagos de carpeta asfáltica.

Por otro lado, debido al clima en temporadas de lluvias, las zonas no pavimentadas se cubren de fango. Sumándole, además, que el deterioro del terreno natural será mayor, estas se convierten en zonas vulnerables para un posterior proceso constructivo vial.

Es por ello que en la actual investigación se plantea, como problema general lo siguiente: ¿En qué medida influye la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021? .Asimismo, se plantea los siguientes problemas específicos: ¿Cuánto es la máxima densidad seca aplicando el polímero acrílico AgreeBind para la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021?, ¿Cuánto es la humedad óptima aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021?, ¿Cuánto es la resistencia mecánica del suelo aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021?.

Ante este problema, el presente trabajo guarda relación con el aumento de la demanda para satisfacer los productos en obras viales, dado que la aplicación de los métodos tradicionales es más difícil de conseguir y en algunos proyectos adquirir estos aditivos son escasos. Es por ello que se busca nuevas alternativas como la influencia del polímero, el cual servirá como estabilizante de la subrasante sumando a las propiedades físicas y químicas, de manera que haya mayor énfasis en la conservación de la vía, que representa el elemento básico en la infraestructura de las vías terrestres. Por otro lado, en el aspecto social, el avance de un país está relacionado en la integración de poblaciones tanto nacionales e internacionales, por eso es imprescindible tomar en cuenta estas redes vecinales porque unen ciudades con más rangos dando así una mejor transitabilidad vial. Así también, en el ámbito económico, el estabilizante es una mejoría para las propiedades físicas y químicas, pues su proceso se puede ejecutar en mismo lugar, de esta manera es rentable y beneficioso. Por último, en el ámbito ambiental, el polímero acrílico AggreBind es beneficioso para el ambiente, debido a que este producto es denominado tecnología verde (eco friendly) por su composición y su proceso constructivo, es decir, es seguro con el medio ambiente, fauna y flora.

Para solucionar estos problemas se planteó, como objetivo general, evaluar la influencia de la aplicación del polímero acrílico Aggrebind en la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021; Asimismo, se plantea los siguientes objetivos específicos: Determinar la máxima densidad seca aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021. Determinar la humedad óptima aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021. Determinar la resistencia mecánica del suelo aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021.

Ante este problema, se plantea la siguiente hipótesis general: La aplicación del polímero acrílico AggreBind influye notablemente en la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021; Asimismo, se plantea las siguientes hipótesis específicos: La máxima densidad seca con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021. La humedad óptima con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021. La resistencia mecánica del suelo con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a Ayala, A. (2017) en la tesis titulada: “Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros”, tuvo como objetivo conseguir la apropiada estabilización de suelos expansivos a través del empleo de polímeros. Ayala aplicó una metodología de enfoque cuantitativo y el tipo de investigación aplicada, empleando un nivel de investigación explicativo y de diseño experimental. Se obtuvieron los siguientes resultados que aplican para el suelo natural y las muestras agregando el estabilizante: se realizó el contenido de humedad, Límite de Atterberg, Proctor modificado, ensayo de expansión controlada y ensayo de expansión libre. Finalmente, fijó las siguientes conclusiones: la suficiencia de los polímeros y los ensayos de expansión libre para incrementar el volumen del terreno⁴.

Por otro lado, tenemos a Patiño Y. (2017) en la tesis titulada: “Estabilización del suelo mediante adiciones de caucho reciclado”, que tuvo como objetivo elaborar una técnica de estabilización de suelos empleando caucho reciclado. Aplicó una metodología diseño experimental, y el tipo de investigación que empleó fue un nivel de investigación descriptivo y explicativo, en donde se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales aplican para el suelo natural y las muestras agregando el estabilizante: se realizó Contenido de Humedad ASTM D2216 (ASTM, 2014), Límites de Atterberg - ASTM D4318 (ASTM, 2014), determinación del Límite Plástico, granulometría, Proctor – ASTM D1557 (ASTM, 2014), y C.B.R. ASTM D1883 (ASTM, 2014). Finalmente se fijan las siguientes conclusiones, el peso específico del material igual fue decreciendo debido al aumento del caucho en la mezcla, es decir, se aliviana el peso del material⁵.

Por último, tenemos a Benítez Medina & Rojas Duran (2019) en la tesis titulada: Comparación del método de estabilización iónica con otros métodos realizados en la UPB, teniendo como objetivo es comparar los resultados que se utilizaron en suelo estabilizado mediante el método de estabilización iónica equiparando lo ejecutado en la Universidad Pontificia Bolivariana utilizando la misma metodología de estabilización.

La metodología es de diseño experimental, tipo aplicada y con un enfoque explicativo. En donde se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales aplican

para el suelo natural y las muestras agregando el estabilizante, granulometría, límites de Atterberg, límite plástico, límite de contracción, californiana Bearing ratio (CBR). Se concluye que, respecto a la estabilización de suelo, el más beneficioso y económica es la estabilización realizada con BioCEC en comparación con cal y cemento, debido a que hay una disminución en los costos en la ejecución de los materiales⁶.

Como antecedente nacional podemos mencionar a Mena R. (2018) en la tesis titulada: "Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018", quien tuvo como objetivo evaluar la capacidad que produce al adicionar el estabilizador y sellante en la subrasante no pavimentada. Aplicó una metodología diseño experimental, tipo de investigación aplicada con un nivel de investigación descriptivo y explicativo se obtuvieron los siguientes resultados que aplica para el suelo natural y las muestras agregando el estabilizante, en los cuales se realizaron el ensayo granulométrico y Límites de consistencia, peso específico, proctor modificado y el ensayo de Californian Bearing Ratio (C.B.R.) natural del suelo. Finalmente, se concluye que la capacidad de soporte influye en gran manera en la realización de pavimentación sobre ella, lo que mejora la capacidad de soporte y brinda valores favorables. Ante lo expuesto en la tabla, comprobamos que la subrasante es excelente. Asimismo, es importante mencionar que las especificaciones técnicas de estos productos detallan que el incremento es de 4 a 6 veces del valor natural. Ahora bien, se obtuvieron valores totalmente provechosos y propicios en los tres moldes⁷.

Por otro lado, tenemos a Marmanillo Mamani & Villegas Aguilar (2020) en la tesis titulada: "Elaboración de polímeros sintéticos con botellas plásticas para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos calle Fortaleza Los Olivos 2020", tuvo como objetivo establecer cuál es la influencia de los polímeros sintéticos de botellas plásticas en la estabilización de subrasante en suelos arcillosos calle Fortaleza Los Olivos 2020. Empleando una metodología tipo aplicada con un diseño de investigación experimental se obtuvieron los siguientes resultados que aplica para el suelo natural y las muestras agregando el estabilizante, se realizó el análisis granulométrico, límites Atterberg, contenido de humedad, proctor modificado y

también el ensayo de Californian Bearing Ratio (C.B.R.) natural del suelo. Finalmente se concluyó la demostración que tiene la influencia de los polímeros con botellas plásticas al estabilizar los suelos de la localidad establecida, dado que, a medida en que la colocación de la geomalla se aproxima a la superficie, la subrasante va aumentando su capacidad de soporte⁸.

Por último, tenemos a Condori Calongos & Rojas Manza (2020) en la tesis titulada: “Mejoramiento con polímeros reciclados PET fundido en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Vilcaniza – Beirut, Amazonas, 2020”, tuvo como objetivo analizar el producto que genera el aumento de cada dosificación de los polímeros reciclados empleados en la estabilización de la subrasante de suelos arcillosos de la carretera Vilcaniza – Beirut, Amazonas, 2020. Aplicando una metodología de enfoque cuantitativo, tipo de investigación aplicada con un nivel de investigación explicativo y de diseño experimental, se obtuvieron los siguientes resultados que aplica para el suelo natural y las muestras agregando el estabilizante, se realizó análisis granulométrico, límites de consistencia, óptimo contenido de humedad máxima densidad seca (Proctor modificado) y C.B.R. Finalmente se fijan las siguientes conclusiones, se pudo corroborar mediante el ensayo de valor de soporte de C.B.R. en la que se verificó que a una penetración de 0.1” del 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado se obtuvieron valores de 6.1%, 6.0 % y 6.6%, por lo que se concluye que la incorporación de polímeros reciclado PET si mejoran la resistencia de un suelo⁹.

Como antecedente internacional tenemos a Jabar, R. (2016) en la tesis titulada: “Investigating the use of stabilized subgrade soils for road pavements in Kurdistan” [Investigando el uso de suelos de subrasante estabilizados para pavimentos de carreteras en Kurdistán], teniendo como objetivo “Evaluate the requirements for a pavement design process, using an analytical methodology” [Evaluar los requisitos para un proceso de diseño de pavimentos, utilizando una metodología analítica]. La metodología es de enfoque en métodos analíticos y es un trabajo experimental. Obteniendo los resultados se llevaron los siguientes pruebas experimentales “Index and Proctor tests to determine basic soil properties” [Pruebas de índice y Proctor para determinar las propiedades básicas del suelo], “Permanent deformation tests (PD)” [Ensayos de deformación permanente (PD)], “Resilient modulus tests (Mr)”

[Ensayos de módulo resiliente (Mr)], “Unconfined Compressive Strength tests (UCS)” [Pruebas de resistencia a la compresión no confinada (UCS)] y “Unconsolidated Undrained triaxial tests (UU)” [Ensayos triaxiales no drenados no consolidados (UU)]. Concluye que, para la caracterización de suelos de subrasante estabilizados y no estabilizados, solo permanente se pueden ejecutar ensayos de deformación (sin necesidad de ensayos de módulo resiliente), a partir de los cuales los datos y la información necesarios sobre el módulo resiliente y la deformación permanente se pueden adquirir. Sin embargo, si se sigue la prueba de módulo resiliente, el acondicionamiento de la muestra para a 20.000 ciclos, según lo recomendado por BS EN 13286-7: 2004, es más confiable que el módulo resiliente obtenido de AASHTO T307, en el que el acondicionamiento de la muestra toma lugar de 500 a 1000 ciclos¹⁰.

Por otro lado, tenemos a Saddam, H. (2019) en la tesis titulada: “Stabilization of expansive soil using Sodium Hydroxide” [Estabilización De Suelo Expansivo Utilizando Hidróxido De Sodio], teniendo como objetivo “the research is the stabilization of expansive soils using NaOH.” [La investigación es la estabilización de suelos expansivos utilizando NaOH]. Con respecto a la metodología “the experimental tests the procedures performed are detailed” [las pruebas experimentales]. Obteniendo resultados aplicando “Soil Collection from Site” [Recolección de suelo del sitio], “Specific gravity” [Gravedad específica], “Hydrometer test” [Prueba de hidrómetro], “Liquid limit” [Límite líquido], “Plastic limit” [Límite de plástico], “Standard Proctor Test” [Prueba de supervisor estándar], y “Unconfined Compressive Strength Test” [Prueba de resistencia a la compresión no confinada]. Concluye que tanto del estudio de caso, el 14-16% es el porcentaje máximo de NaOH para obtener la máxima resistencia y por tanto es más económico¹¹.

Por último, tenemos a Aroja, Nagaraj, Prashant & Rajeshwari (2016) en la tesis titulada: “Soil Stabilization using Geosynthetic material (bamboo fibres)” [Estabilización del suelo con material Geosintético (fibras de bambú)], teniendo como objetivo “Analyze the characteristics of the soil for different concentrations of geosynthetic material. (Bamboo fibers) mixed with it” [Analizar las características del suelo para diferentes concentraciones de material geosintético. (Fibras de

bambú) mezcladas con él]. La metodología es de diseño experimental y tipo aplicada. Obteniendo como resultados aplicando “Wet Sieve Analysis” [Análisis de tamiz húmedo], “Liquid Limit Test” [Prueba de límite de líquido], “Cone Penetration Method” [Método de penetración de cono], “Plastic Limit Test” [Prueba de límite de plástico], “Shrinkage Limit Test” [Prueba de límite de contracción], “Compaction Test” [Prueba de compactación], “Unconfined Compression Test” [Prueba de compresión no confinada] y “California Bearing Ratio (CBR) Test” [Prueba de relación de rodamiento de California (CBR)]. La conclusión es que la prueba de compresión no confinada se observó que la resistencia al corte del suelo ha aumentado con el aumento en el porcentaje de fibras de bambú, cuando en comparación con la resistencia al corte del suelo ensayado sin fibra] ¹².

Como artículo científico tenemos a Serrano Rodríguez & Padilla González (2019) Este artículo titulado: Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados, teniendo como objetivo es reunir las principales investigaciones sobre los cambios respecto a característica de la subrasante. La metodología es de tipo aplicada y diseño experimental. Obteniendo resultados se realizó el análisis granulométrico por tamizado, determinación del índice plasticidad, determinación de los factores de contracción de los suelos, humedad en los suelos, C.B.R., prueba de presión no confinada de acuerdo con ASTM D 1633, Pruebas de tensión de separación según el estándar brasileño NBR 7222 y estándar brasileño NBR 5739. La conclusión es que el bambú y las cenizas aportan a la resistencia del suelo, debido a las fibras naturales¹³.

Como también tenemos a Chavarry Vallejos, Figueroa Merino & Reynaga Tejada (2020) en el artículo titulada: Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas, teniendo como objetivo determinar las mejoras de las propiedades mecánicas del suelo y la empleabilidad del cloruro de calcio (NaCl₂). La metodología es deductiva, diseño experimental, tipo aplicada y de enfoque cuantitativo. Obteniendo resultados con los siguientes ensayos las cuales son el análisis granulométrico por tamizado, ensayo de contenido California Bearing Ratio, ensayo de contenido proctor modificado, diseño por el método

AASHTO 93, cálculo del módulo resiliente. La conclusión al emplear el estabilizante ayuda a suprimir el polvo y a la vez estabiliza el terreno¹⁴.

Por último, tenemos a Garnica Anguas, Pérez Salazar, Gómez López, & Obil Veiza (2017) En el artículo titulada: Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres, tiene como objetivo analizar el desenvolvimiento de suelos arcillosos, potencialmente expansivos, combinados con cloruro de sodio. La metodología es de diseño experimental, tipo aplicada. Obteniendo los siguientes resultados, límites de Atterberg y pH, límites de Atterberg. Concluye que es imprescindible ejecutar más estudio de acuerdo al uso de cloruro de sodio, por lo general en la duración de la sal en los suelos, asimismo la probabilidad en particularidad de retención de humedad a través del tiempo¹⁵.

En este punto, es necesario definir a la subrasante, la cual es considerada como la zona finalizada del camino a nivel de movimiento de tierras. Esta es la base directa de la estructura y forma parte de un proceso de la carretera que es construida entre el terreno plano o explanado, por lo que soportará todo el peso de la estructura del pavimento. Cabe resaltar que su conformación consta de suelos elegidos con características favorables y compactadas por capas para construir un cuerpo estable en buen estado. De acuerdo a Massenlli y de Paiva¹⁶.

Debido a que la subrasante forma parte del suelo, es necesario mencionar que el suelo es la disgregación de las rocas por el ataque de ciertos agentes atmosféricos. De acuerdo a Crespo Villalaz¹⁷.

Asimismo, al ser una fina capa sobre la corteza terrestre, el suelo cambia sus propiedades al pasar por algunos procesos. Este efecto alterativo de las rocas toma lugar cuando los efectos son por medio físicos, pues es allí cuando se producen los suelos con la misma comparación. Por otro lado, si son de efecto químico se produce el suelo con condición meteorológica, es decir es diferente a los que poseía la roca madre. Según Crespo Villalaz¹⁸.

Los suelos tienden a ser clasificados según muchos autores; sin embargo, los clasificaremos de acuerdo a AASTHO y SUCS. (Ver anexo 7, 8, 9 y 10).

Es importante recalcar que, conociendo qué es el suelo, también debemos saber qué es la estabilización y qué materiales se emplean en la estabilización de suelos,

ya que es muy común que los ingenieros nos encontremos con suelos no adecuados para algún fin que deseemos alcanzar. Es por esto que es imprescindible conocer las distintas maneras y productos que se pueden utilizar para poder conseguir mejores características específicas sobre estos suelos.

Así, se requiere definir a la estabilización, la cual se refiere al perfeccionamiento de las características físicas del suelo mediante procedimientos y la incorporación de productos naturales, sintéticos o naturales. Generalmente, las incorporaciones se realizan en suelos que presentan déficit o una subrasante inadecuada. Las técnicas que se emplean son variadas y añadidas de otro suelo, lo que permite la incorporación de uno o más estabilizantes. Cabe resaltar que cualquier proceso de estabilización se ejecuta juntamente con la compactación, esto con el fin de obtener un trabajo óptimo. De acuerdo a Crespo Villalaz¹⁹.

Existen una gran variedad de materiales estabilizantes; sin embargo, el Ministerio de transportes y comunicaciones nos brinda una guía con la cual podemos definir qué material emplear en cada tipo de suelo respectivamente, se apreciar en el anexo 10. Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones²⁰.

Después de haber dado a conocer los estabilizantes especificados según la norma, procedemos a detallar el estabilizante que se va emplear en la presente tesis. El polímero acrílico AggreBind es un estabilizante de suelo con propiedades químicas, es considerado como una alternativa de solución en el impacto económico debido a la reducción de costos, el incremento de durabilidad y resistencia de un proyecto, es decir, el estabilizante ha logrado un impacto sostenible con respecto a la economía. De acuerdo a AggreBind Tecnología Patentada²¹.

Este producto en particular es considerado no tóxico y no inflamable, por lo que su uso no afecta el medio ambiente. Asimismo, proporciona impermeabilidad ante la penetración de agua o fuertes heladas, debido a que, resultado de la aplicación, puede dejar de distintos colores la rasante. Según AggreBind Tecnología Patentada²².

Se considera sostenible en el aspecto económico debido a la facilidad en su ejecución, pues el producto puede desempeñarse en cualquier proyecto garantizando que se reduzca el costo. Según AggreBind Tecnología Patentada²³.

Por otro lado, debemos comprender qué ensayos se realizarán para cumplir los objetivos del presente proyecto de investigación. Es así que empezaremos por definir al ensayo de granulometría, cuya finalidad radica en la determinación de la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, los cuales son clasificados en función de su tamaño.

Debemos saber sobre la composición granular, ya que nos sirve para poder identificar el tipo de suelo a estudiar, así como también como base para el futuro ensayos a realizar. Es así que, para organizar el tamaño de las partículas gruesas pasan por diversos procedimientos, si se torna menos complejo se realiza por el tamizado. Por otro lado, si aumenta la finura se realiza por el método de sedimentación. Ahora bien, sabiendo la composición, es representada mediante un gráfico, de esta manera forma la curva granulométrica de la muestra estudiada. De acuerdo al libro Reunión de Ingenieros²⁴.

Ahora bien, es necesario conocer qué son los límites Atterberg, los cuales se realizan cumpliendo estrictamente los parámetros establecidos en las normas del ministerio de transportes y comunicaciones. Con los límites de Atterberg se pueden clasificar las arcillas mediante un ábaco de plasticidad, cuyos elementos se podrán hallar en el libro de Terzagui. Según Graux²⁵.

Empezaremos detallando que el Límite líquido es la humedad definida por un ensayo de laboratorio normalizado, el cual aísla el estado plástico del suelo de su estado líquido. De acuerdo a Valero Alonso²⁶.

El límite líquido comúnmente se representa con las letras "LL". La plasticidad es la facultad de toda materia en deformarse sin cuartearse, resquebrajarse o derrumbarse, para esto Atterberg diseño la forma para estimar el valor de la plasticidad de los suelos con respecto al contenido de humedad y preciso: límite líquido (LL) como la humedad del suelo cuando se halla en el límite del estado plástico y viscoso; límite plástico (LP) como la humedad entre el estado semisólido y plástico, el índice de plasticidad y la diferencia entre ellas. Dichas características se utilizan como factores indispensables en la organización de los suelos, cabe recalcar que la relación entre estos parámetros es incontable. De acuerdo a Junco del Pino & Tejeda Piusseaut²⁷.

El Límite plástico es la humedad definida por un ensayo de laboratorio normalizado que separa el estado plástico del estado sólido. Estas dos fronteras (límites de Atterberg) son evidentemente definidas como convencionales, ya que el estado del suelo pasa progresivamente del estado sólido al estado plástico y después al líquido cuando W aumenta. De acuerdo a Valero Alonso²⁸.

Ahora bien, una vez definidos el límite líquido y límite plástico, podemos determinar el índice de plasticidad, puesto que es la diferencia entre ambos. Según Junco del Pino J. M.²⁹.

Consecuentemente a esto, se realiza el ensayo proctor modificado, el cual refiere a la determinación de la humedad óptima para que un suelo alcance su densidad máxima seca. Debido a los resultados obtenidos de este ensayo, podemos definir como ventajas a mejorar la estabilidad de terraplenes, caminos y pavimentos. De acuerdo a Camacho Tauta, Reyes Ortiz & Méndez González³⁰.

Como último ensayo, se realiza el C.B.R. (California Bearing Ratio), el cual analiza la condición óptima de una muestra de suelo haciendo énfasis a su resistencia, cuantificando a través de una prueba de placa de escala. C.B.R. en español significa Relación de soporte california, por las siglas en inglés "California Bearing Ratio", sin embargo, en países como el caso de México, se le distingue por otro nombre el cual es valor relativo del soporte (B.R.S). El ensayo del C.B.R. calcula la oposición al esfuerzo cortante de un suelo con el cual se podrá analizar si una subrasante, sub base o base de pavimento se encuentra apta. Este ensayo se realiza bajo estrictas condiciones de humedad controlada, asimismo de la densidad. Este ensayo es uno de los factores más importante en los estudios de mecánica de suelos previos a realizar una construcción, así como también el ensayo proctor y granulométrico de las muestras de suelo. De acuerdo a Sandoval Vallejo & Rivera Mena³¹.

Por otro lado es necesario determinar la clasificación del ensayo de C.B.R., ya que nos permite medir la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de la densidad y humedad controlada, para un valor de C.B.R de 0 a 10, la clasificación general del suelo es pobre, es decir que la subrasante es muy mala; seguidamente si el C.B.R cuando alcanza el valor de 10 a 20, la clasificación es regular , es decir

que la subrasante tiene un mejoría regular a buena, luego cuando el valor alcanza a 30 la subrasante es muy buena , por consiguiente cuando el C.B.R. alcanza el valor a 50 se clasifica bien, el uso que se da es para la base y sub-base, cuando el valor de C.B.R. son mayores a 50 la clasificación del suelo es excelente y su uso aplica para la base. Esperando llegar a la óptima resistencia del suelo como se aprecia en la tabla N° 1.

Tabla 1: *Clasificación de suelos según calidad de C.B.R.*

C.B.R.	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Sub base buena
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

Fuente: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Se define como investigación aplicada como el uso de los conocimientos en la práctica, tiene como objetivo hacer empleo inmediato del conocimiento existente. El resultado tiene que ser organizado y sistemático para conocer la realidad utilizando los medios como protocolos, metodologías y tecnologías.

El tipo de investigación es aplicada debido a que los conocimientos se conciben en esta investigación ayudan a resolver problemas prácticos.

Diseño de investigación

Se define como diseño experimental cuando se puede manipular uno o más variables independientes para observar las consecuencias de la investigación. Según Hernández Sampieri, Baptista Lucio & Fernández Collado³².

La investigación presenta un diseño tipo cuasi experimental debido que manipulamos la variable independiente para hacer los cambios en la variable dependiente.

Nivel de investigación

Además, se definió como nivel de investigación correlacional, ya que su finalidad es conocer el vínculo que exista entre 2 o más conceptos, variables en una muestra o contexto en particular. Destacamos que los grupos de estudios no fueron escogidos al azar, porque ya estaban formados de esa manera antes de la investigación. De acuerdo a Díaz Narváez & Calzadilla Núñez³³.

Enfoque de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo esto se debe porque podemos destacar la relación que existe entre dos o más variables, es decir, los planteamientos continúan una guía estructurada con la finalidad de demostrar la formulación y demostración de teorías. Según Fernández García, Vallejo Seco, Livacic Rojas & Tuero Herrero³⁴.

El diseño experimental de esta investigación ayuda a resolver problemas prácticos según el siguiente según el siguiente esquema:

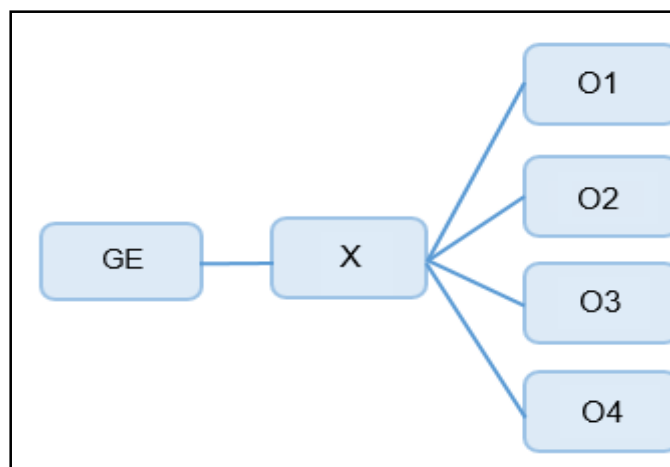


Figura 1. Esquema de diseño

Donde:

- GE = Grupo experimental (muestras de suelos extraídos del Jr. Brasil).
- X = Variable experimental (Polímero acrílico AggreBind)
- O1 = Observación experimental I (0L)
- O2 = Observación experimental II (3L)
- O3 = Observación experimental III (5L)
- O4 = Observación experimental IV (7L)

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente

Se define como la explicación o motivo de ocurrencia de otro fenómeno. Ahora bien, este mismo puede ser manipulado por el investigador, de esta manera la variable origina y explica los cambios realizados en la variable dependiente. De acuerdo a Núñez Flores³⁵.

Seguidamente el Polímero acrílico AggreBind, es un estabilizante amigable con el medio ambiente y soluble con el agua, nos permite hacer distintos tipos de suelos, no necesito de asfalto y concreto esta depende de poca excavación. Por esta

razón es económico debido a su proceso in situ y también reduce el costo de la partida de movimiento de tierras. Según AggreBind Tecnología Patentada³⁶.

Ahora bien, para este proyecto de investigación se mezclaron las muestras extraídas en el Jr. Brasil con el polímero acrílico AggreBind respecto para la estabilización, para los cual se utilizaron porcentajes 3L, 5L y 7L respecto al peso de la muestra como se aprecia en el anexo 1.

Variable dependiente

Se define como los que conforman las consecuencias o efectos que nos proporciona la procedencia de la investigación, esta variable depende de la otra variable ya que se modifican por la actividad de esta. De acuerdo a Espinoza Freire³⁷.

Por consiguiente, la estabilización de la subrasante consiste en mezclar al suelo con partículas gruesas a una cantidad de aditivos para llegar a una reacción química que consolida el suelo. Por lo general la estabilización necesita más porcentaje de aditivo que la modificación, esto quiere decir que un suelo es estable cuando se muestra en estado seco o húmedo a una resistencia destacada y sostenible ante la aplicación de cargas (repetidas o continuas). Según Montejo Fonseca, Montejo Piratova & Montejo Piratova³⁸.

Por esta razón se determinan las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la muestra obtenida en el Jr. Brasil, mediante los ensayos análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg, proctor modificado y C.B.R. como se aprecia en el anexo 1.

Tabla 2: Operacionalización de variables

Variable de investigación	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V.I Polímero acrílico AggreBind	El polímero acrílico es un estabilizante amigable con el medio ambiente y soluble con el agua, nos permite ejecutar su aplicación en distintos tipos de suelos, no necesito de asfalto y concreto esta depende de poca excavación. Por esta razón es económico debido a su proceso in situ y también reduce el costo de la partida de movimiento de tierras. (AggreBind Tecnología Patentada, 2021)	Se mezclaron las muestras extraídas en el Jr. Brasil con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización, lo cual se utilizaron porcentajes 3L, 5L y 7L respecto al peso de la muestra.	Dosificación del estabilizador por metros cúbicos	0 L
				3 L
				5 L
				7 L
V.D Estabilización de la subrasante	La estabilización consiste en mezclar al suelo con partículas gruesas a una cantidad de aditivos para llegar a una reacción química que consolidan el suelo. Por lo general la estabilización requiere más porcentaje de aditivo que la modificación, esto quiere decir que un suelo es estable cuando se muestra en estado seco o húmedo a una resistencia destacada y sostenible ante la aplicación de cargas (repetidas o continuas). (Montejo Fonseca , Montejo Piratova , & Montejo Piratova, Estabilización de suelos, 2018)	Se determinó las propiedades físicas, químicas y mecánica de la muestra obtenida en el Jr. Brasil, mediante los ensayos análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg, proctor modificado y C.B.R.	Propiedades físicas	Máxima Densidad Seca
				Humedad óptima
			Resistencia mecánica del suelo	Californian Bearing Ratio (C.B.R.)

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Es un grupo de casos que integra lo relacionado con la muestra, puede ser ilimitado o reducido, es decir las conclusiones de la investigación serán extensas, todo depende del problema y los objetivos de la investigación. Según Arias Gómez, Villasís Keever, & Miranda Novales³⁹.

Para esta investigación el material de estudio se realizó en el suelo del Jr. Brasil, A.H. Villa María, distrito Nuevo Chimbote. Como se aprecia en el anexo 6, L1.

Muestra

Se define la muestra como fundamental para garantizar la validez externa del análisis, es una parte representativa de la población. En caso de grupos de control y estudio, debe determinarse con precisión cuando se hace la asignación del sujeto y método de selección. De acuerdo a Argibay⁴⁰.

Las muestras se extrajeron de las zonas más críticas del Jr. Brasil, el cual está ubicado exactamente en la progresiva 0+125, 0+350, 0+575. Ahora bien, se preparó 12 réplicas para cada ensayo de acuerdo a la norma MTC E – 132 (manual de ensayo de materiales, C.B.R. de suelos) como se muestra en la tabla 3. (Ver anexo 6, L2).

Tabla 3: Número de réplicas para ensayos.

Porcentaje	0L	3L	5L	7L	Total
Numero de replicas	3	3	3	3	12

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Es el método que se emplea para elegir los elementos de la muestra del total de la población, Asimismo puede ser elegido por criterio propio o al azar. De acuerdo a López⁴¹.

Se define como muestreo no probabilístico como una técnica por lo que el investigador elige muestras apoyándose en un juicio subjetivo, cumpliendo con la

parte del requerido de unidades de observación o sujetos en lugar de hacer la selección al azar. De acuerdo a Salinas Martínez⁴².

El tipo de muestreo es no probabilístico, se sacó las muestras de los tramos más críticos del Jr. Brasil.

Unidad de análisis

La unidad de análisis es la subrasante del Jr. Brasil, A.H. Villa María, distrito Nuevo Chimbote.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas de investigación

Las técnicas de recolección de datos comprenden actividades y procedimientos que le permiten al investigador obtener información sobre un fenómeno social o un hecho, para dar respuesta a su pregunta de investigación. De acuerdo a Hernández Mendoza & Duana Avila⁴³.

Postic y De Ketele dan a conocer diversos conceptos de la técnica de observación, una de ellas se define como un proceso donde la función rápida es recolectar información del objeto del que se toma en argumento. Según Rojas Crotte⁴⁴.

Por lo tanto, se ubicó los puntos de los tramos con déficit de subrasante para realizar las calicatas como se puede apreciar en el anexo 7.

Por consiguiente, la investigación que se desarrolla emplea la técnica de observación, debido a que se realizará visitas en campo con el fin de reconocer el terreno, como se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4: *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación del estabilizador por metros cúbicos	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (MTC E 107 - Análisis granulométrico de suelos por tamizado/ ASTM D-1557)
Determinación del límite líquido de los suelos	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (MTC E 110 2016 - (Determinación del límite líquido de los suelos/ASTM D-1557)
Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (MTC E 111 2016 - Determinación del límite plástico [L.P.] de los suelos e índice de plasticidad [I.P.]/ ASTM D-1557)
Compactación de suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor modificado)	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (MTC E 115 - Compactación de suelo en laboratorio utilizando una energía modificada [proctor modificado]/ ASTM D-1557)
C.B.R. de suelos (laboratorio)	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (MTC E 132- C.B.R. de suelos, laboratorio/ASTM D-1557)

Fuente: Elaboración propia.

Instrumento de recolección de datos

Es el proceso utilizado por el investigador para reunir y reconocer información, los datos que se recolectan son percibidos por los sentidos, ya sea por método indirecta o directa. De esta manera se puede analizar los cambios y se pueda recolectar la información permisible. De acuerdo a Hernández Mendoza & Duana Avila⁴⁵.

Para la investigación se optó por utilizar todo referente a los reglamentos, los cuales son instrumentos estandarizados adaptados por el ministerio de transportes y comunicaciones de la norma ASTM, a las condiciones de nuestra realidad situacional, obteniéndose así ensayos más confiables.

Validez

La validez de un instrumento consta en medir la autenticidad, es decir que la investigación guarda un alto nivel de validez en relación en que sus resultados se manifiesten, puede ser de manera representativa de la realidad, imagen o situación analizada.

Por consiguiente, las observaciones que realizaron los expertos tuvieron resultado favorable de 1, el cual basándonos en la tabla 5, podemos afirmar que es un instrumento “casi perfecto”. (Ver anexo 4)

Tabla 5: *Escala del coeficiente Kappa.*

Coeficiente de Kappa	Fuerza de acuerdo
<0.00	Pobre
0.00-0.20	Leve
0.21-0.40	Justa
0.41-0.60	Moderado
0.61-0.80	Sustancial
0.81-1.00	Casi perfecta

Fuente (Landis & Koch, 2010)

Confiabilidad

La confiabilidad nos da a conocer los resultados de acuerdo a los instrumentos que se han utilizado en la investigación son efectivamente sólidos, útiles y consistentes. Asimismo, que al momento de usar el mismo método y con ese instrumento, se obtiene el mismo resultado, según Martínez & March⁴⁶.

3.5. Procedimientos

Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Se hace el análisis granulométrico por medio de tamizado en la cual se emplearon del fragmento conservada en el tamiz con una abertura de 4,760 mm del tamiz N°4, la cual tuvo que pasar por el tamiz N°10, si se opta de forma manual se opera el tamiz haciendo movimientos laterales de lado a lado, de forma vertical simulando así una circunferencia teniendo en cuenta que el espécimen debe mantenerse en flujo encima de la malla, en caso que se retenga material en malla se debe remover con un cepillo o pincel luego incorporando con lo retenido en el tamiz; por otro lado si se opta por la tamizadora mecánica esta debe dejar por 10 minutos, al desmontar cada tamiz la sumatoria de los pesos debe ser igual y en caso de ser menor no debe diferir en más de 1% sino se tendrá que hacer de nuevo.

Determinación de límite líquido y límite plástico del suelo

Comenzamos dejando la muestra en agua destilada por 24 horas, luego mezclamos con el agua y quitamos el agua sobrante, luego colocamos el material seco en la cuchara Casagrande, los tornillos deben estar sueltos para ajustarlos a 10 mm, luego ajustamos los tornillos para que no muevan, como recomendación se puede resetear o si se hace manualmente el conteo de golpes es opcional, con el piseta agregamos agua al punto que la consistencia sea trabajable, de manera hacia arriba hacemos una ranura en la muestra arcillosa, iniciamos el contador tenemos que ver la cantidad de golpes en la ranura (2 golpes por segundo) esperando que cierre en la medida de 1.5" o 12.3" . Esta acción se realiza 3 veces, por consiguiente, tomamos la muestra justo en la zona donde se ha cerrado se puede medir con la parte del ranurador aproximadamente 1.5" o 12" luego se pesa el recipiente donde se va a colocar el material, de ahí ponemos el material dentro del recipiente y lo vuelven a medir para determinar el contenido de humedad una vez que se coloque al horno y luego se vuelve a pesar.

Compactación de suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado)

Tomamos una muestra 2,3 kg, la muestra debe estar seca en toda la superficie, luego comenzamos a tamizar descartando todo el material excedente de la malla N°4 mezclando la muestra escogida con agua suficiente en cierto punto se obtenga una mezcla ligeramente húmeda.

Por consiguiente, pesamos el molde con la placa de pase aproximadamente iguales, se emplean 5 capas adicionando el collar con el fin de evitar pérdidas de material mientras se hace la compactación. Luego ponemos el material en el cilindro donde hemos compactado, se deja caer el pisón a una altura de 18", si tienes el equipo de operación el trabajo se hace de manera automática, luego de la compactación se retira el collar de extensión, luego pesamos el molde con el suelo incluyendo las placas de gas, retiramos del suelo del molde y tomamos una proporción cortando por el centro del espécimen compactado, por ultimo pesamos y lo ponemos en el horno en un tiempo de 12 horas. Obtenemos el contenido de acuerdo al ensayo.

C.B.R. de suelos (laboratorio)

Después de obtener los datos del proctor preparamos el área, se observa el ensayo de los especímenes, luego procedemos como indica la norma del MTC, preparamos el espécimen para alcanzar el óptimo contenido de humedad, elaboramos los especímenes donde pesamos el molde con su base, después colocamos el collar y el disco espaciador, además se coloca el filtro porque la base tiene perforaciones este proceso se hace para evitar que el suelo tape futuros ensayos. Luego se controla con el número de golpe que serán 56, 25 y 10 por cada capa. Por consiguiente volvemos a leer el deformímetro para medir el hinchamiento, de ahí sacamos el molde del tanque eliminamos el agua excedente, retiramos la placa sobrecarga, la placa desahorada, papel de filtro y pesamos el molde más el suelo. Luego pasamos al ensayo de penetración colocamos nuevamente los pesos de sobrecarga, sobre las muestras igual a las usadas durante el remojo y por último llevamos a la muestra del instrumento de carga y colocamos el pistón de penetración. Se sugiere aplicar una carga de 44N.

3.6. Método de Análisis de Datos

Se extrajeron las muestras del Jr. Brasil con las cuales se desarrolló la investigación, luego se realizaron los siguientes ensayos: Análisis granulométrico por tamizado, índice de plasticidad, Proctor Modificado y C.B.R. de suelos, luego de ello se procedió a analizar estos resultados empleando figuras y tablas para luego pasar a interpretarlas.

3.7. Aspectos Éticos

Como principal aspecto consideramos el respeto total sobre la propiedad intelectual. De tal forma, se procedió a citar correctamente toda la información obtenida de diferentes fuentes, con el fin de respetar los derechos de cada autor. A la vez, esta investigación se basa en la veracidad total en los resultados que se obtuvieron en todos los ensayos realizados.

IV. RESULTADOS

4.1. Zona de estudio

Ubicación

La zona de estudio de la presente investigación se encuentra ubicada en el departamento Ancash, provincia Santa, distrito Nuevo Chimbote, A.H. Villa María, Jr. Brasil.

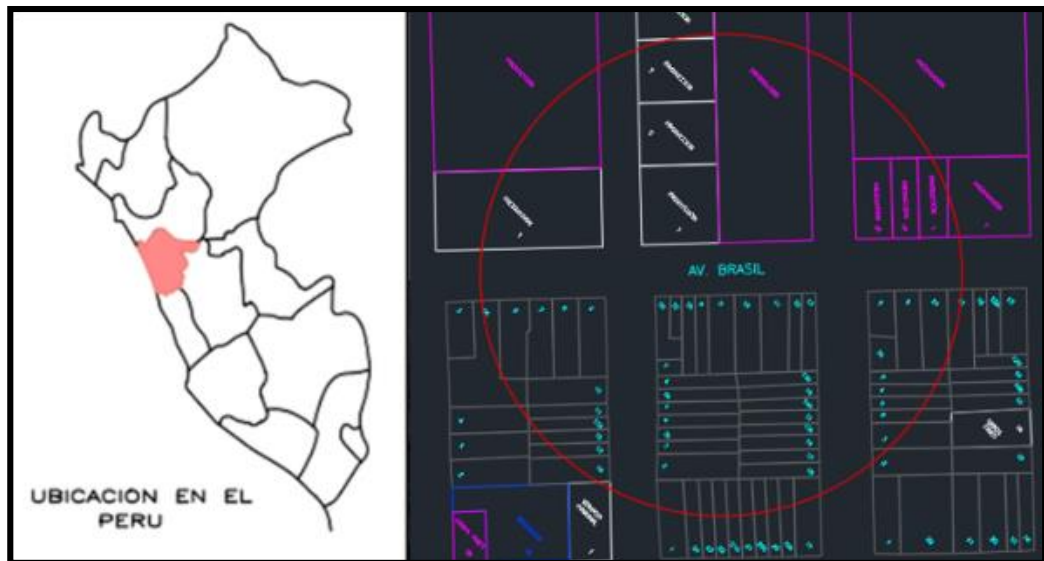


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio

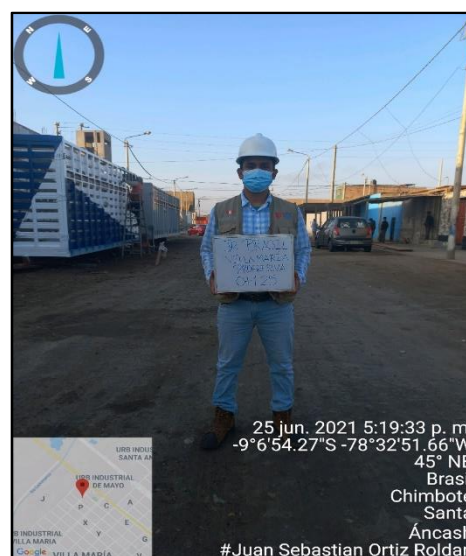


Figura 3. Georreferenciación de la zona de estudio

4.2. Trabajos previos

Reconocimiento de terreno

La presente investigación la unidad de análisis se desarrolló en la subrasante del Jr. Brasil, en cuanto al jirón presenta tramos donde se encuentra pavimentación existente y tramos donde la subrasante está en mal estado, por ende las calicatas donde se extrajeron las muestras fue donde se encuentra el terreno más deteriorado, la cual pasaron cada una el ensayo de laboratorio para determinar la influencia de la aplicación de polímero acrílico AggreBind.

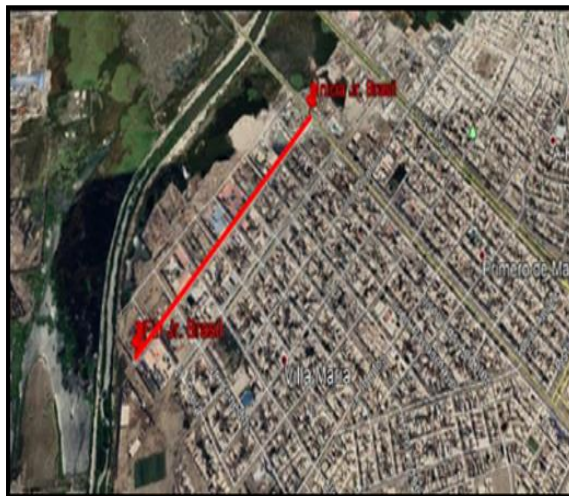


Figura 4. Georreferenciación de la zona de estudio

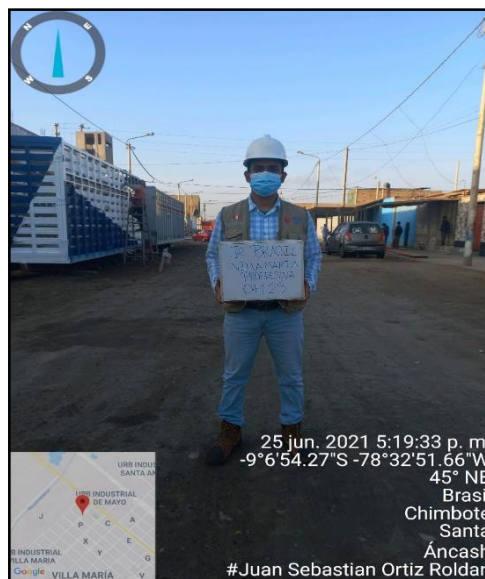


Figura 5. Zona de estudio progresiva 0+125 (C – 1)



Figura 6. Zona de estudio progresiva 0+350 (C – 2)



Figura 7. Zona de estudio progresiva 0+575 (C – 3)

En las figuras mostradas se encuentran precisamente las zonas más críticas del Jr. Brasil, la población mostrada tiene una distancia de 877,27m, la cual se realizaron 3 calicatas denominadas progresivas 0+125, 0+350, 0+575, con diferencias no mayor a 225 m.

Por consiguiente se realizó los ensayos del análisis granulométrico de suelos por tamizado cumpliendo con la norma E 107, teniendo en cuenta que se hizo 3 calicatas en la subrasante como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 6: *Ensayos de análisis granulométrico por tamizado (C-1)*

Tamiz ASTM	Retenido		Porcentaje que pasa
	(gr.)	(%)	
1 "	0.00	0.00	100.00
3/4 "	0.00	0.00	100.00
1/2 "	0.00	0.00	100.00
3/8 "	0.00	0.00	100.00
1/4 "	0.00	0.00	100.00
#4	8.90	0.28	99.72
#10	46.90	1.50	98.22
#20	255.30	8.15	90.07
#40	458.50	14.64	75.43
#50	1025.80	32.75	42.68
#60	1015.40	32.42	10.26
#100	249.10	7.95	2.31
#200	52.80	1.69	0.62
P #200	19.50	0.62	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según la tabla 6, se muestran los porcentajes que han pasado a los distintos tamices, según esa tabla y los anexos adjuntos, el 0.62% pasa por el tamiz N. ° 200 y según la clasificación AASHTO es un material de grava con limo o arcilla y arena, en cambio según la clasificación SUCS es un material con partículas gruesas.

Tabla 7: *Ensayos de análisis granulométrico por tamizado(C-02)*

Tamiz ASTM	Retenido		Porcentaje que pasa
	(gr.)	(%)	
1 "	0.00	0.00	100.00
3/4 "	0.00	0.00	100.00
1/2 "	0.00	0.00	100.00
3/8 "	0.00	0.00	100.00
1/4 "	0.00	0.00	100.00
#4	9.50	0.30	99.70
#10	55.20	1.72	97.99
#20	248.90	7.74	90.25
#40	478.60	14.89	75.36
#50	1060.30	32.98	42.38
#60	1005.90	31.29	11.09
#100	265.20	8.25	2.84
#200	59.80	1.86	0.98
P #200	31.50	0.98	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 7, se muestran los porcentajes que han pasado a los distintos tamices, según esa tabla y los anexos adjuntos, el 0.98% pasa por el tamiz N. ° 200 y según la clasificación AASHTO es un material de grava con limo o arcilla y arena, en cambio según la clasificación SUCS es un material con partículas gruesas.

Tabla 8: Ensayos de análisis granulométrico por tamizado(C-03)

Tamiz ASTM	Retenido		Porcentaje que pasa
	(gr.)	(%)	
1 "	0.00	0.00	100.00
3/4 "	0.00	0.00	100.00
1/2 "	0.00	0.00	100.00
3/8 "	0.00	0.00	100.00
1/4 "	0.00	0.00	100.00
#4	9.20	0.30	99.70
#10	50.10	1.62	98.08
#20	225.80	7.31	90.77
#40	465.10	15.06	75.70
#50	1030.30	33.37	42.33
#60	983.50	31.86	10.47
#100	245.80	7.96	2.51
#200	59.70	1.93	0.58
P #200	17.80	0.58	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 8, se muestran los porcentajes que han pasado a los distintos tamices, según esa tabla y los anexos adjuntos, el 0.58% pasa por el tamiz N. ° 200 y según la clasificación AASHTO es un material de grava con limo o arcilla y arena, en cambio según la clasificación SUCS es un material con partículas gruesas.

Por otro lado de acuerdo a límites de consistencia, no presentan índice de plasticidad en la denominación adicionando la dosificación establecida del polímero acrílico AggreBind.

4.3. La máxima densidad seca aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante

Para el primer objetivo específico realizamos el siguiente ensayo de compactación de suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor modificado); el cual el resultado obtenido es representado por la siguiente tabla:

Tabla 9: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 0L de AggreBind

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 0L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Máxima densidad seca (gr/cm3)	2.072	2.073	2.076
Máxima densidad seca promedio %	2.074		

Fuente: Elaboración propia.

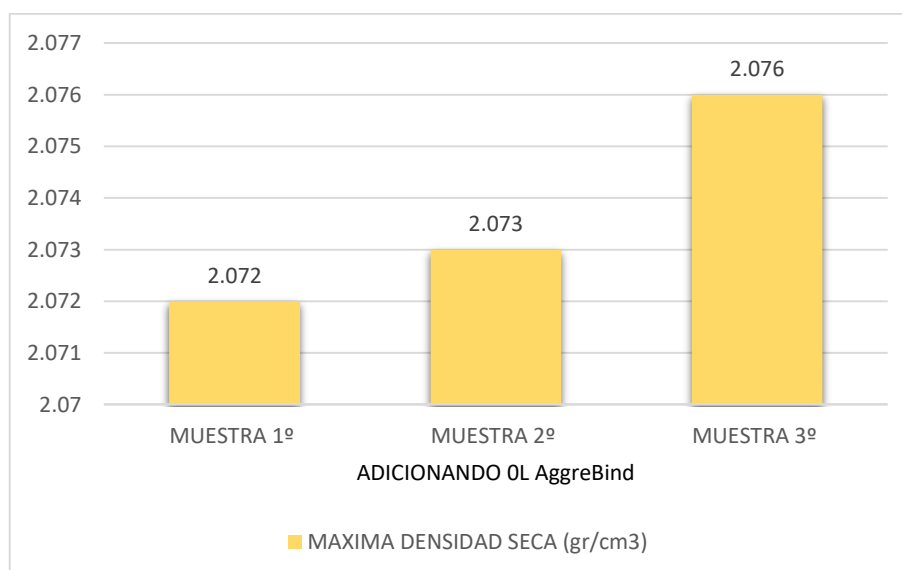


Figura 8. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 0L de AggreBind

Interpretación: según la tabla 9 y figura 8, el promedio de la máxima densidad seca del ensayo de proctor modificado en la muestra patrón, nos arrojó un resultado de 2.074 gr/cm3.

Tabla 10: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 3L de AggreBind

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 3L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Máxima densidad seca (gr/cm3)	2.159	2.15	2.152
Máxima densidad seca promedio %	2.154		

Fuente: Elaboración propia.

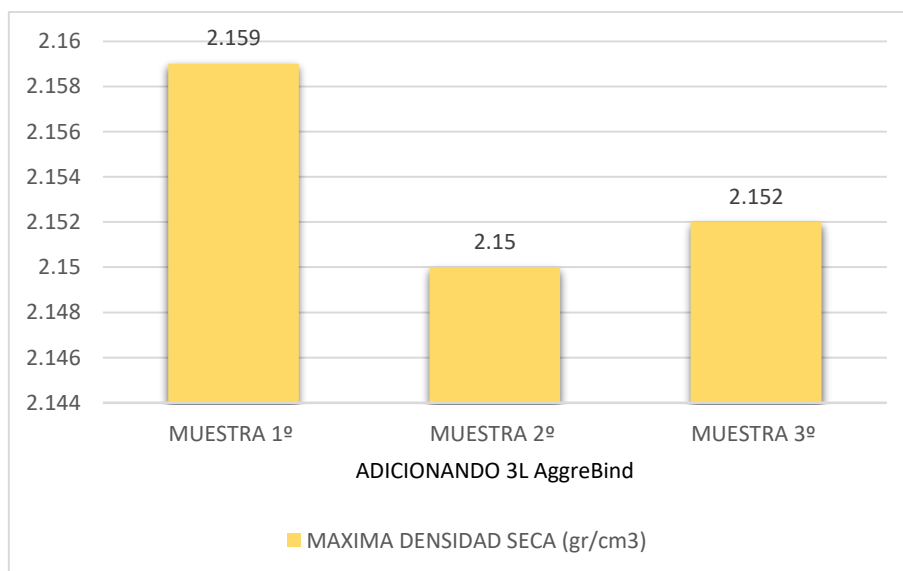


Figura 9. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 3L de AggreBind

Interpretación: según la tabla 10 y figura 9, el promedio de la máxima densidad seca del ensayo de proctor modificado, conforme se adiciona 3L del polímero nos arrojó un resultado de 2.154 gr/cm³.

Tabla 11: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 5L de AggreBind

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 5L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	2.21	2.212	2.208
Máxima densidad seca promedio %	2.21		

Fuente: Elaboración propia.

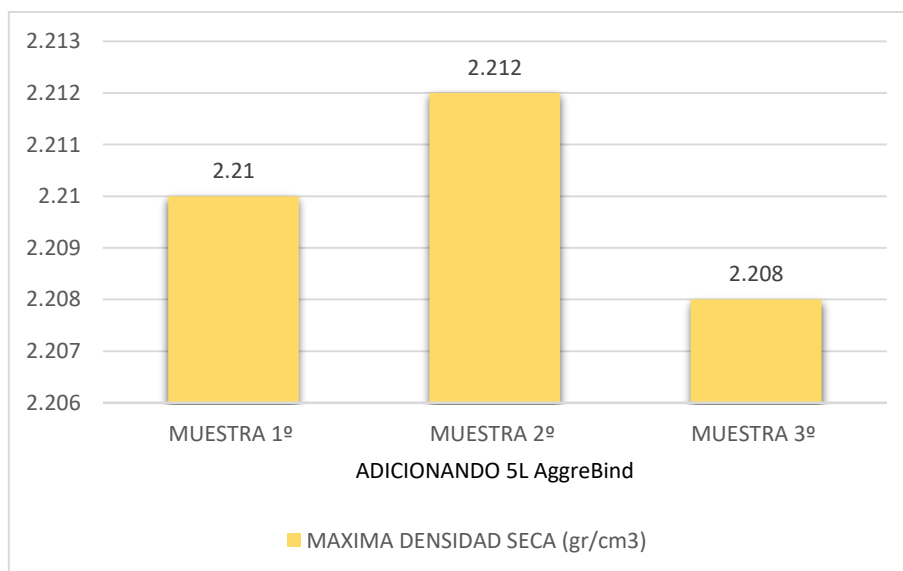


Figura 10. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 5L de AggreBind

Interpretación: según la tabla 11 y figura 10, el promedio de la máxima densidad seca del ensayo de proctor modificado, conforme se adiciona 5L del polímero nos arrojó un resultado de 2.21 gr/cm³.

Tabla 12: Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 7L de AggreBind

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 7L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	2.302	2.305	2.30
Máxima densidad seca promedio %	2.302		

Fuente: Elaboración propia.

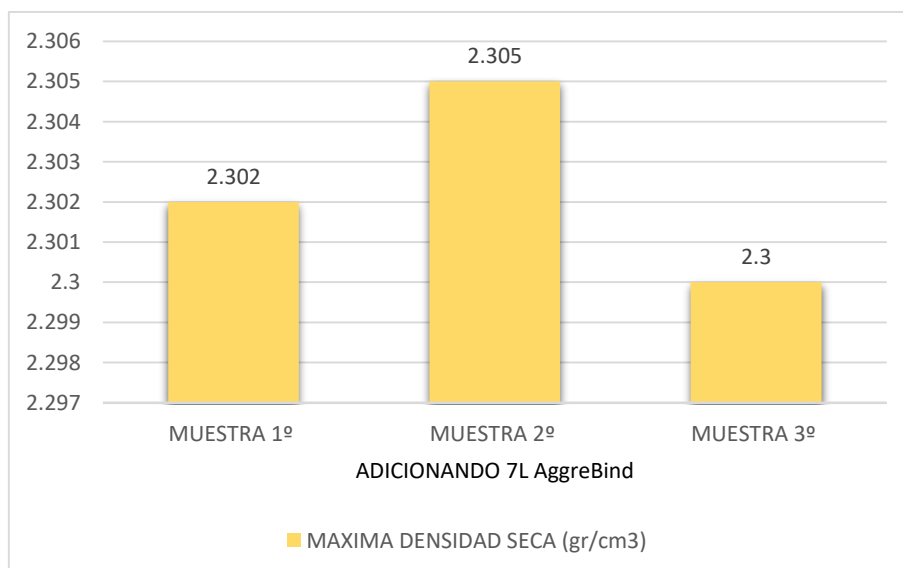


Figura 11. Proctor modificado máxima densidad seca – Adicionando 7L de AggreBind

Interpretación: según la tabla 12 y figura 11, el promedio de la máxima densidad seca del ensayo de proctor modificado, conforme se adiciona 7L del polímero nos arrojó un resultado de 2.302 gr/cm³.

4.4. La humedad óptima aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante

Para el segundo objetivo realizamos el siguiente ensayo de compactación de suelo en laboratorio utilizando proctor modificado para determinar la humedad óptima que se presentan en las muestras; el resultado obtenido es representado por la siguiente tabla:

Tabla 13: Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 0L de AggreBind

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 0L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Optimo contenido de humedad (%)	7.9	8.8	8.6
Optimo contenido de humedad promedio %	8.43		

Fuente: Elaboración propia.

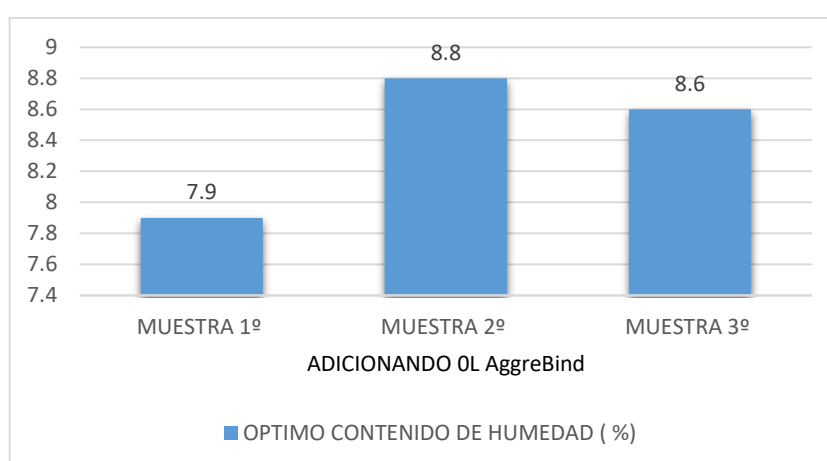


Figura 12. Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 0L de AggreBind

Interpretación: según la tabla 13 y figura 12, obtuvo un óptimo contenido de humedad promedio en la muestra patrón con un valor de 8.43%.

Tabla 14: *Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 3L de AggreBind*

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 3L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Optimo contenido de humedad (%)	10.2	9.4	9.5
Optimo contenido de humedad promedio %	9.7		

Fuente: Elaboración propia.

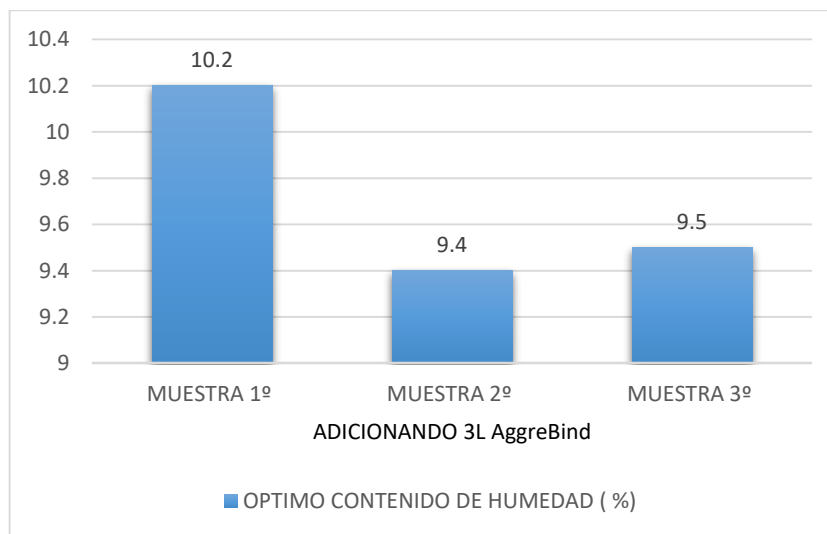


Figura 13. *Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 3L de AggreBind*

Interpretación: según la tabla 14 y figura 13, obtuvo un óptimo contenido de humedad promedio adicionando 3L del polímero con un valor de 9.7%.

Tabla 15: *Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 5L de AggreBind*

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 5L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Optimo contenido de humedad (%)	11	9.3	9.7
Optimo contenido de humedad promedio %	10		

Fuente: Elaboración propia.

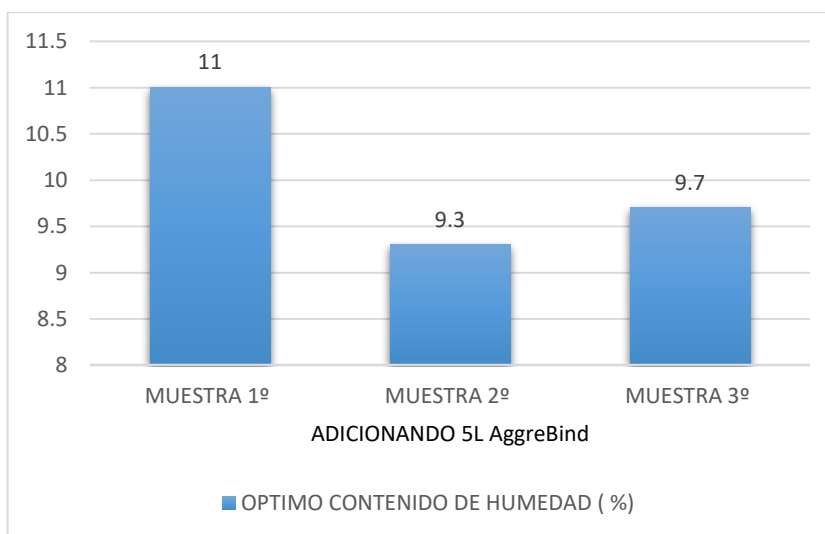


Figura 14. *Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 5L de AggreBind*

Interpretación: según la tabla 15 y figura 14, obtuvo un óptimo contenido de humedad promedio adicionando 5L del polímero con un valor de 10%.

Tabla 16: Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 7L de AggreBind

Resumen de ensayos de proctor modificado adicionando 7L			
Muestra	Nº de golpes		25
	Calicatas		
	C1	C2	C3
	Muestra 1º	Muestra 2º	Muestra 3º
Optimo contenido de humedad (%)	11.8	11.2	11.5
Optimo contenido de humedad promedio %	11.50		

Fuente: Elaboración propia.

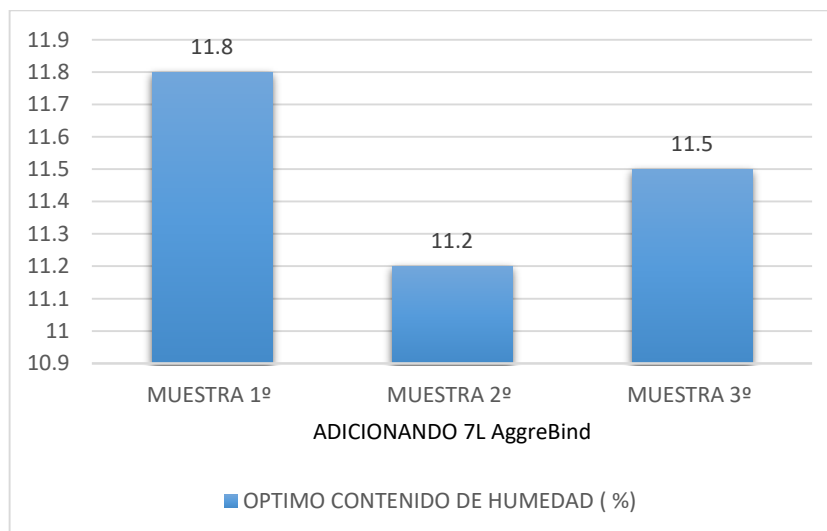


Figura 15. Proctor modificado optimo contenido de humedad – Adicionando 7L de AggreBind

Interpretación: según la tabla 16 y figura 15, obtuvo un óptimo contenido de humedad promedio adicionando 7L del polímero con un valor de 11.50%.

Tabla 17: Resumen de ensayos de proctor modificado – 0L, 3L, 5L y 7L

Resumen de ensayos de proctor modificado ASTM D-1557 Método "A"												
Denominación	Adicionando 0L			Adicionando 3L			Adicionando 5L			Adicionando 7L		
Muestra	Calicatas											
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	2.072	2.073	2.076	2.159	2.15	2.152	2.21	2.212	2.208	2.302	2.305	2.30
Optimo contenido de humedad (%)	7.9	8.8	8.6	10.2	9.4	9.5	11	9.3	9.7	11.8	11.2	11.5
Máxima densidad seca promedio %	2.074			2.154			2.21			2.302		
Optimo contenido de humedad promedio %	8.43			9.7			10			11.50		

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: según la tabla 17, se puede observar en la tabla el promedio de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad van aumentando conforme se adiciona la dosificación establecida en la investigación.

A continuación podemos observar el promedio total que se obtuvo en los ensayos de cada dosificación realizada, donde se apreciara la evolución que tiene las muestras a medida que vamos añadiendo el polímero acrílico AggreBind, el cual es representado mediante la siguiente tabla:

Tabla 18: Resumen de promedios de ensayos de proctor modificado

Promedio de ensayos de proctor modificado ASTM D-1557 método "A"				
Denominación	Adición 0L	Adición 3L	Adición 5L	Adición 7L
Máxima densidad seca promedio %	2.074	2.154	2.21	2.302
Optimo contenido de humedad promedio %	8.4	9.7	10	11.5

Fuente: Elaboración propia.

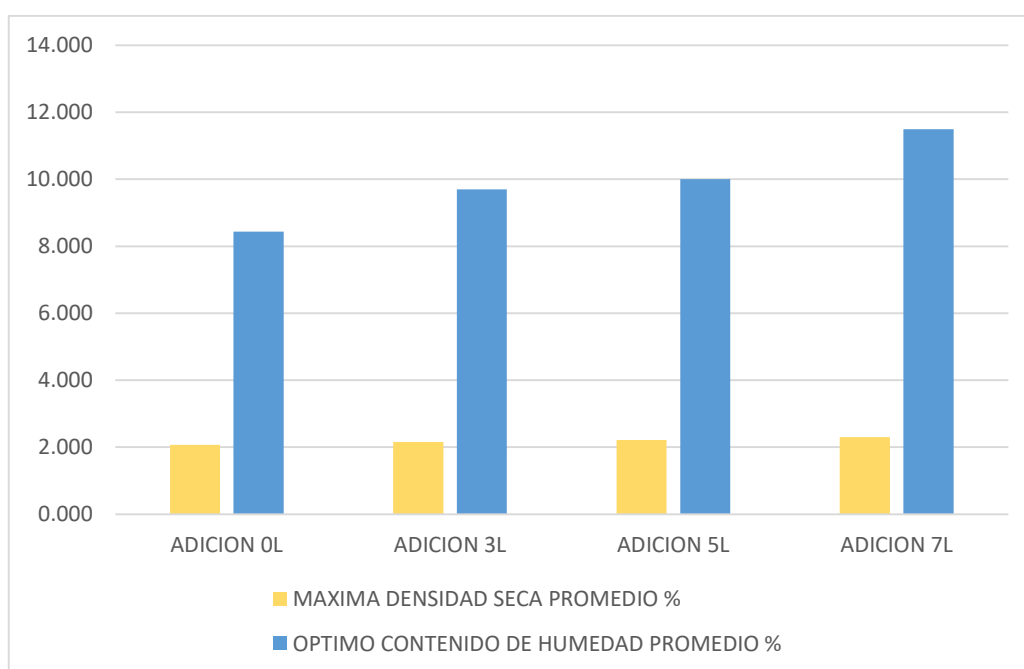


Figura 16. Resumen de promedios de ensayos de proctor modificado

Interpretación: según la tabla 18 y figura 16, se puede observar en la tabla el promedio de la máxima densidad seca en la muestra patrón arrojó un resultado de 2.070 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 8.503; por otro lado adicionándole 7L del polímero acrílico AggreBind nos arroja un promedio de 2.302 gr/cm³ y un 11.563% como óptimo contenido de humedad. Esto quiere decir a medida que vamos adicionando el polímero, nuestros valores van aumentando.

4.5. La resistencia mecánica del suelo aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante

Para el siguiente objetivo específico se realizó mediante el ensayo de C.B.R., los resultados obtenidos se representan mediante la siguiente tabla:

Tabla 19: *Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 0L de AggreBind*

Ensayo de california bearing ratio (C.B.R.) ASTM D-1883			
Denominación	Adicionando 0L AggreBind		
	Calicatas		
Muestra	C1	C2	C3
	M-1	M-2	M-3
C.B.R. para el 95% de la MDS	22.30	24.10	26.70
C.B.R. para el 100% de la MDS	23.50	25.40	28.10
C.B.R. para el 95% de la MDS PROMEDIO	24.40		
C.B.R. para el 100% de la MDS PROMEDIO	25.70		

Fuente: Elaboración propia.

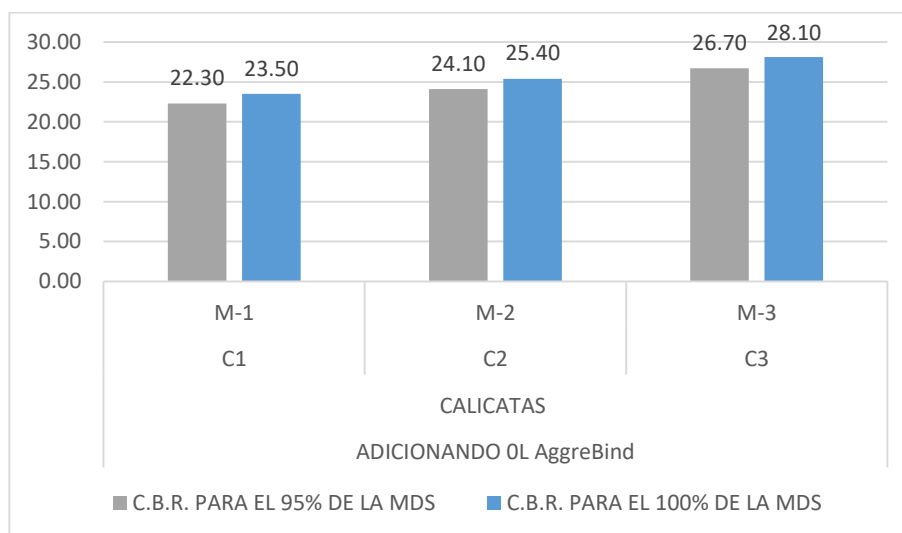


Figura 17. *Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 0L de AggreBind*

Interpretación: según la tabla 19 y figura 17, se puede observar en cuanto al promedio para el C.B.R en 95% no arroja un valor de 24.40% y para el C.B.R en 100% con un valor de 25.70% en la dosificación de 0L.

Tabla 20: *Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 3L de AggreBind*

Ensayo de california bearing ratio (C.B.R.) ASTM D-1883			
Denominación	Adicionando 3L AggreBind		
	Calicatas		
Muestra	C1	C2	C3
	M-1	M-2	M-3
C.B.R. para el 95% de la MDS	37.10	30.80	33.70
C.B.R. para el 100% de la MDS	39.10	32.40	35.50
C.B.R. para el 95% de la MDS PROMEDIO	33.90		
C.B.R. para el 100% de la MDS PROMEDIO	35.70		

Fuente: Elaboración propia.

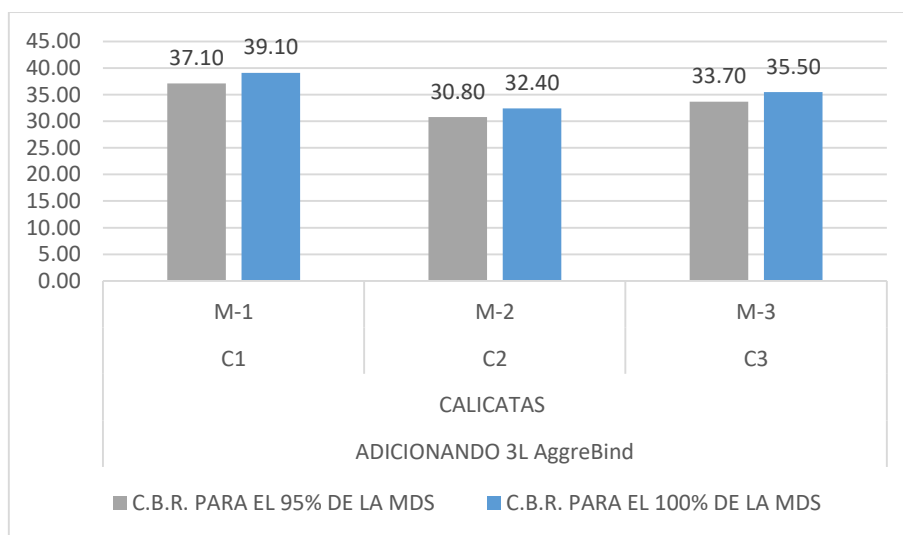


Figura 18. *Ensayo de california bearing ratio – Adicionando 3L de AggreBind*

Interpretación: según la tabla 20 y figura 18, se puede observar en cuanto al promedio para el C.B.R en 95% no arroja un valor de 33.90% y para el C.B.R en 100% con un valor de 35.70% en la dosificación de 3L.

Tabla 21: *Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 5L de AggreBind*

Ensayo de california bearing ratio (C.B.R.) ASTM D-1883			
Denominación	Adicionando 5L AggreBind		
	Calicatas		
Muestra	C1	C2	C3
	M-1	M-2	M-3
C.B.R. para el 95% de la MDS	45.40	47.20	43.00
C.B.R. para el 100% de la MDS	47.80	49.70	45.30
C.B.R. para el 95% de la MDS PROMEDIO	45.20		
C.B.R. para el 100% de la MDS PROMEDIO	47.60		

Fuente: Elaboración propia.

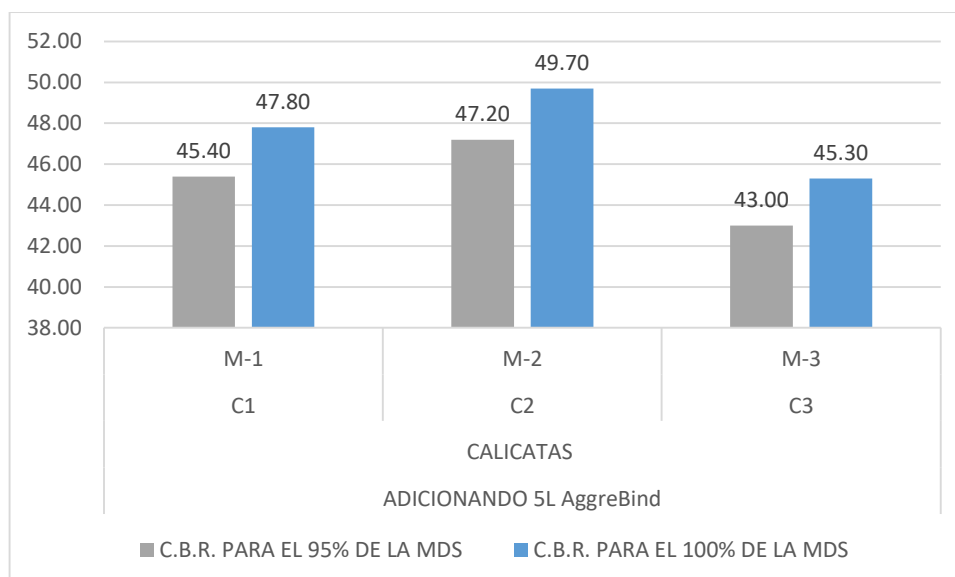


Figura 19. *Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 5L de AggreBind*

Interpretación: según la tabla 21 y figura 19, se puede observar en cuanto al promedio para el C.B.R en 95% no arroja un valor de 45.20% y para el C.B.R en 100% con un valor de 47.60% en la dosificación de 5L.

Tabla 22: *Ensayo de california bearing ratio – Adicionado 7L de AggreBind*

Ensayo de california bearing ratio (C.B.R.) ASTM D-1883			
Denominación	Adicionando 7L AggreBind		
	Calicatas		
Muestra	C1	C2	C3
	M-1	M-2	M-3
C.B.R. para el 95% de la MDS	58.80	65.07	61.94
C.B.R. para el 100% de la MDS	61.9	68.5	65.2
C.B.R. para el 95% de la MDS PROMEDIO	61.90		
C.B.R. para el 100% de la MDS PROMEDIO	65.20		

Fuente: Elaboración propia.

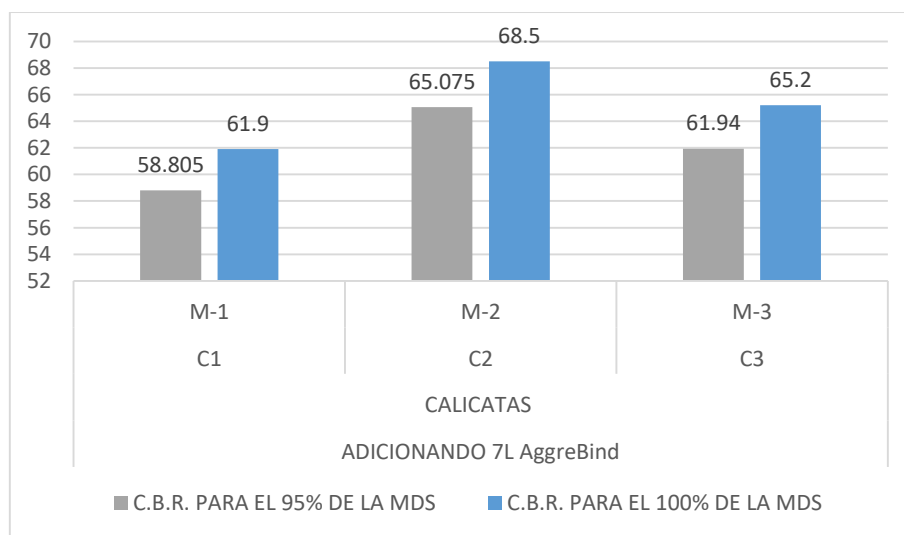


Figura 20. *Ensayo de california bearing ratio – Adicionando 7L de AggreBind*

Interpretación: según la tabla 22 y figura 20, se puede observar en cuanto al promedio para el C.B.R en 95% no arroja un valor de 61.90% y para el C.B.R en 100% con un valor de 65.20% en la dosificación de 7L.

Tabla 23: Resumen ensayo C.B.R. para el 95% – 0L, 3L, 5L y 7L

Resumen ensayo de california bearing ratio (C.B.R.)				
Denominación	Adicionando 0L AggreBind	Adicionando 3L AggreBind	Adicionando 5L AggreBind	Adicionando 7L AggreBind
C.B.R. para el 95% de la MDS PROMEDIO	24.40	33.90	45.20	61.90

Fuente: Elaboración propia.

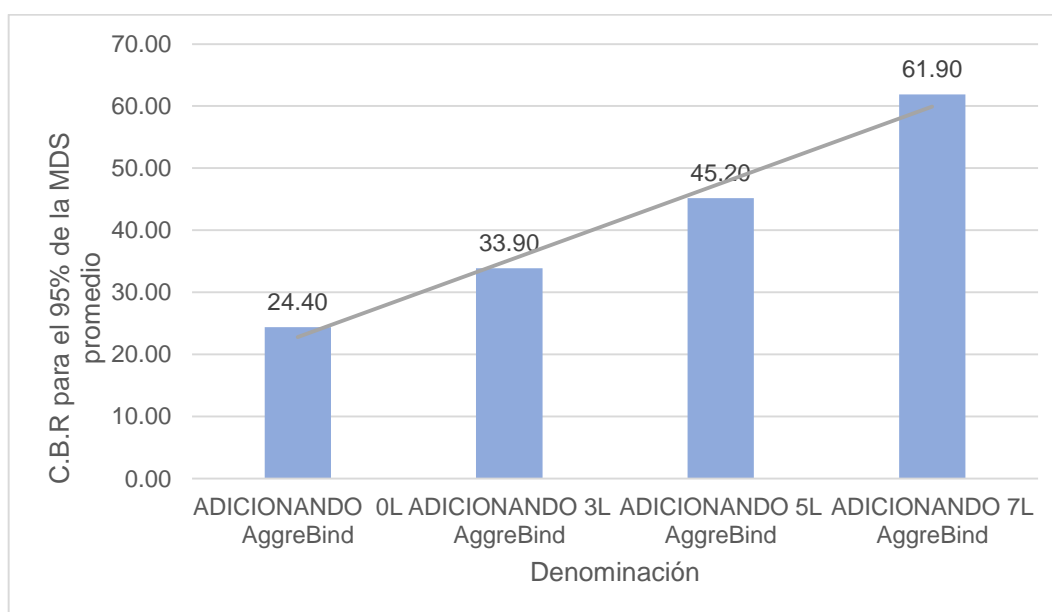


Figura 21. Resumen ensayo de C.B.R. para el 95% de la MDS

Interpretación: según la tabla 23 y figura 21, los resultados para el promedio al 95% no indican que los valores de la muestra del C.B.R van aumentando a medida que se va añadiendo la dosificación establecida.

Tabla 24: Resumen ensayo C.B.R. para el 100% – 0L, 3L, 5L y 7L

Resumen ensayo de california bearing ratio (C.B.R.)				
Denominación	Adicionando 0L AggreBind	Adicionando 3L AggreBind	Adicionando 5L AggreBind	Adicionando 7L AggreBind
C.B.R. para el 100% de la MDS PROMEDIO	25.70	35.70	47.60	65.20

Fuente: Elaboración propia.

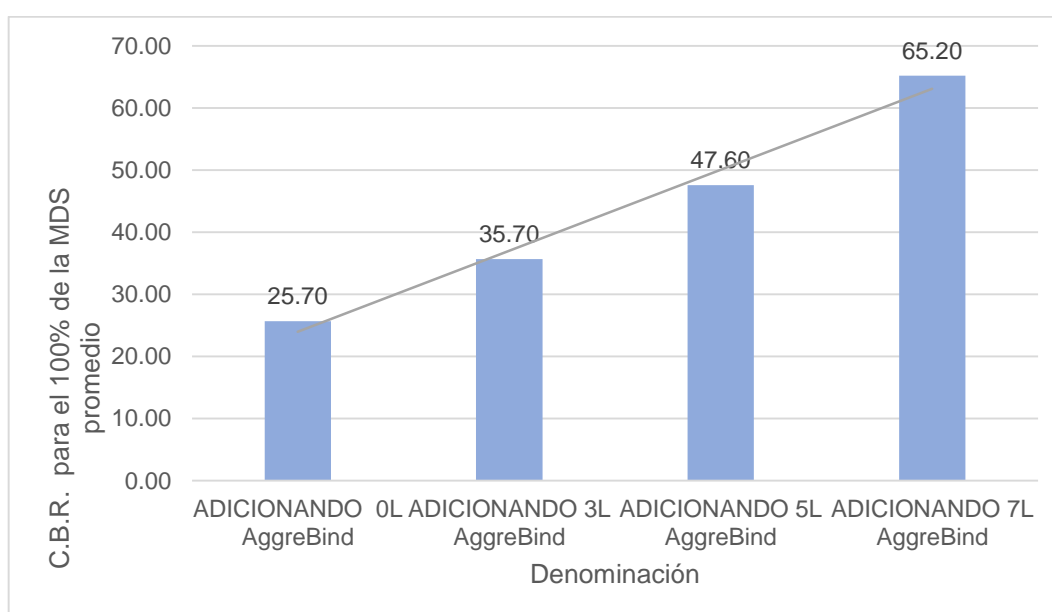


Figura 22. Resumen ensayo de C.B.R. para el 100% de la MDS

Interpretación: según la tabla 24 y figura 22, los resultados para el promedio al 100% nos indica a medida que se va añadiendo el polímero acrílico AggreBind conforme a la dosificación los valores de la muestra del C.B.R. van aumentando.

4.6. Contrastación de hipótesis

Contrastación de hipótesis: Dosificación de estabilizador por metro cúbicos y propiedades físicas

Ho: La densidad máxima seca con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante no mejora notablemente.

Ha: La máxima densidad seca con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente.

Según los resultados obtenidos de la muestra podemos definir según la tabla 18 y figura 16, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a) debido a que, conforme se va añadiendo el polímero acrílico AggreBind, la máxima densidad seca tiende a aumentar siendo una mejora para la estabilización de la subrasante.

Contrastación de hipótesis: Dosificación de estabilizador por metro cúbicos y propiedades físicas

Ho: La humedad óptima con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante no mejora notablemente.

Ha: La humedad óptima con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente.

Según los resultados obtenidos de las muestras, podemos definir según la tabla 18 y figura 16, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a) debido a que el proctor modificado aumenta su valor con la dosificación establecida.

Contrastación de hipótesis: Dosificación de estabilizador por metro cúbicos y Resistencia mecánica del suelo

Ho: La resistencia mecánica del suelo con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante no mejora notablemente.

Ha: La resistencia mecánica del suelo con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), se puede apreciar en la tabla 24 y figura 22. Demostrando que el C.B.R. mejora notable para la estabilización de la subrasante.

V. DISCUSIÓN

Como primer ensayo fue el de definir la granulometría tenemos a Mena R. (2018), quien obtuvo como resultado que su muestra patrón es clasificado según AASTHO, es un suelo del grupo A – 4 y según SUCS como un material ML –CL, también tenemos Ayala, A. (2017), quien obtuvo en sus resultados que su muestras son clasificados como un material ML –CL según SUCS. Contrastando con los resultados obtenidos, según AASTHO, clasifica el suelo del grupo A – 2 – 4 y según SUCS, clasifica el suelo como un material SP en la muestra patrón. Los resultados obtenidos variarán con respecto a sus características físicas.

Como siguiente ensayo se realizó el proctor modificado para determinar el la máxima densidad seca, tenemos a Ayala, A. (2017) en la tesis titulada: “Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros”, quien en su investigación obtuvo un resultado con una máxima densidad seca promedio de 1.602% gr/cm³ en su proctor modificado en suelo natural, asimismo realizó la dosificación adicionando 1.5% de polímero a la muestra patrón, obteniendo un resultado con una máxima densidad seca promedio de 1.682% gr/cm³; asimismo Mena R. (2018) en la tesis titulada: “Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018”, quien en su muestra patrón obtuvo una máxima densidad seca de 1.992 gr/cm³. Contrastando con los resultados de nuestra muestra patrón, se obtuvo de esta forma una densidad máxima seca promedio de 2.070 gr/cm³, en la adición de 3L del polímero acrílico AggreBind arrojó un resultado con una densidad máxima seca promedio de 2.152% gr/cm³, adicionando 5L del polímero arrojó un resultado con una densidad máxima seca promedio de 2.205% gr/cm³ y en la adición de 7L arrojó un resultado con una densidad máxima seca promedio de 2.302% gr/cm³. Por lo tanto podemos definir que los resultados se asemejan a nuestra investigación, por otro lado Mena R. (2018) en su investigación no especifico el resultado que se obtuvo al aplicar el estabilizante en sus muestras.

Como siguiente ensayo se realizó el proctor modificado para determinar la humedad óptima, tenemos a Patiño Y. (2017), quien en su investigación obtuvo un resultado con un contenido óptimo de humedad de 2.84% en su proctor modificado

en suelo natural, asimismo realizo la dosificación adicionando 5% de caucho reciclado al suelo obteniendo un resultado con un óptimo contenido de humedad promedio de 10.60%, en la adición de 10% de caucho reciclado al suelo obtuvo un resultado con un óptimo contenido de humedad promedio de 10.40% y en la adición de 15% de caucho reciclado al suelo obtuvo un resultado con un óptimo contenido de humedad promedio de 12.40%. Contrastando con los resultados. Contrastando con los resultados de nuestra patrón obtuvimos un óptimo contenido de humedad promedio de 8.053%, en la adición de 3L del polímero acrílico AggreBind poseía como óptimo contenido de humedad promedio un 9.507%, en la adición de 5L arrojo un valor óptimo contenido de humedad promedio de 10.363% y en la adición de 7L arrojo un valor con un óptimo contenido de humedad promedio de 11.563%. Cabe señalar que los resultados no se asemejan, el motivo es que las muestras que se han tratado en la investigación son diferentes y a razón que se va adicionando un estabilizante al suelo, el proctor tiende a variar según los ensayos.

Como siguiente ensayo para cumplir el tercer objetivo se realizó el ensayo de C.B.R., tenemos a Condori Calongos & Rojas Manza (2020) en la tesis titulada: "Mejoramiento con polímeros reciclados PET fundido en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Vilcaniza – Beirut, Amazonas, 2020", quien en su investigación obtuvo un resultado al 100% de la máxima densidad seca promedio de 6.8% en el ensayo C.B.R. en suelo natural, asimismo adiciono 2% de PET, teniendo un resultado al 100% de la máxima densidad seca promedio de 11.00%, añadiendo 4% de PET poseía al 100% de máxima densidad seca de 11.00% y añadiendo 6% de PET arrojó al 100% de máxima Densidad Seca de 11.9%. Comparando con los resultados obtenidos al 100% de la máxima densidad seca promedio nos arrojó un valor de 25.70% en la muestra patrón, al añadir 3L del polímero acrílico AggreBind a la muestras, el resultado obtenido de C.B.R. al 100% de la máxima densidad seca promedio es 35.70%, añadiendo 5L del polímero el resultado obtenido al 100% de la máxima densidad seca promedio es 47.60% y por ultimo añadiendo 7L del polímero, el resultado obtenido al 100% la máxima densidad seca promedio es 65.20%.

Cabe señalar que los resultados no llegan a coincidir con todos los autores de las anteriores investigaciones, pero en algunos podemos afirmar que las teorías

planteadas se confirman en todo los aspectos. Donde podemos observar el comportamiento físico, químico y mecánico del suelo conforme se va añadiendo el estabilizante.

VI. CONCLUSIONES

1. Las características del suelo que presentaron las muestras extraídas el Jr. Brasil, estuvieron compuestos más del 50% de arena. Además, no contaban con índice de plasticidad, según AASTHO fueron clasificados como un material gravoso con limo y arena, pertenecientes al grupo A – 2 – 4 y según SUCS se clasifican como un suelo de partículas gruesas, con un símbolo SP, en el cual pertenece a una arena mal graduada con poco o nada de finos.
2. Según el ensayo de C.B.R al 100% de las muestras extraídas del Jr. Brasil, nos indica que el suelo se comporta de manera positiva con el polímero debido a su incremento en sus resultados. Podemos afirmar que existe una mejora notable para la estabilización de la subrasante.
3. El estabilizante polímero acrílico AggreBind es una mejora para el tipo del suelo establecido, podemos confirmar que se acepta la hipótesis, debido a que conforme se va añadiendo el polímero, la máxima densidad seca tiende a aumentar, siendo una mejora para la estabilización de la subrasante.
4. La adición del polímero acrílico AggreBind en dosificaciones establecidas como estabilizante de las muestras extraídas del Jr. Brasil, con fines de estabilización, mejora notablemente de manera positiva dado a que aumenta las características físicas de la subrasante, con lo cual se acepta y queda demostrada nuestra hipótesis de investigación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los futuros investigadores realizar ensayos con el estabilizante polímero acrílico AggreBind en dosificaciones mayores a 7L, con el propósito de analizar su comportamiento, asimismo determinar la curva de tendencia que genera al añadir el polímero.
2. Aplicar el polímero acrílico AggreBind en suelos de partículas gruesas, dado que en la investigación los resultados fueron óptimos, aumentando su valor en el Proctor modificado y C.B.R notablemente.
3. Realizar procesos constructivos viales aplicando el polímero acrílico Aggrebind, debido a que cumple los requisitos según el documento técnico soluciones básicas en carreteras no pavimentadas.

REFERENCIAS

1. de Solminihac, H., Echeverría, G., & Thenoux, G. (2016). *Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la Chile* .
2. Hernández Mendoza, S. L., & Duana Avila , D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 51-53. doi:2007-4913
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2019). *Anuario Estadístico*. Lima -Perú.
4. Rodríguez Sepúlveda, L. J., & Orrego Alzate, C. E. (Mayo de 2016). Aplicaciones de mezclas de biopolímeros y polímeros sintéticos: revisión bibliográfica. *Revista Científica* . doi:0124-2253
5. Sandoval Vallejo, E. E., & Rivera Mena, W. A. (Abril de 2019). Correlación del CBR con la resistencia a la compresión confinada. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 135-152. doi:0124-8170
6. AggreBind Tecnología Patentada. (Enero de 2021). Obtenido de <https://aggrebind.com/es>
7. American Association of State Highway and Transportation Officials. (2017). *Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway*. Washington.
8. American Society of Testing Materials. (2017). *Standard Practice for Soil Classification for*. Estados Unidos.
9. Argibay, J. C. (2009). MUESTRA EN INVESTIGACION CUANTITATIVA. *Subjetividad y Procesos Cognitivos*, 13(1), 13-29. doi:1666-244X
10. Arias Gómez , J., Villasís Keever , M. Á., & Miranda Novales, M. G. (Mayo de 2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. doi:0002-5151
11. Aroja , M., Nagaraj , K., Prashant., P., & Rajeshwari, S. (2016). "SOIL STABILIZATION USING GEOSYNTHETIC MATERIAL. India.

12. Ayala Avellán, G. G. (2017). *Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros*. Samborondón.
13. Benitez Medina , S. J., & Rojas Duran , C. D. (2019). *Comparación del método de estabilización iónica con otros métodos realizados en la UPB*. Bucaramanga .
14. Boaventura De Souza E Silva, N. A. (2020). *DESEMPENHO DE UM COMPÓSITO SOLO-POLÍMERO PARA APLICABILIDADE EM OBRAS GEOTÉCNICAS E DE PAVIMENTAÇÃO*. Brasília.
15. Camacho Tauta, J. F., Reyes Ortiz, O. J., & Méndez González, D. F. (Diciembre de 2007). Ensayo de compactación giratoria en suelos como alternativa al ensayo de Compactación Proctor. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 17(2), 67-81. doi:Ciencia e Ingeniería Neogranadina
16. Chavarry Vallejos, C. M., Figueroa Merino , R. A., & Reynaga Tejada, R. E. (30 de Junio de 2020). Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Polo del Conocimiento*. doi:2550-682X
17. Condori Calongos , W. H., & Rojas Manza, A. (2020). *Mejoramiento con polímeros reciclados PET fundido en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Vilcaniza - Beirut, Amazonas, 2020*. Lima .
18. Crespo Villalaz, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (6 ed.). México: LIMUSA.
19. Crespo Villalaz, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimientaciones* (Quinta Edición ed.). (G. NORIEGA, Ed.) México: LIMUSA.
20. Crespo Villalaz, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimientaciones* (Quinta Edición ed.). (G. NORIEGA, Ed.) México: LIMUSA.
21. Díaz Narváez , V. P., & Calzadilla Núñez , A. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1), 115-121. doi: 1692-7273

22. Espinoza Freire, E. E. (Octubre de 2018). LAS VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. PARTE I. *Revista Conrado*, 14(65), 39-49. doi:1990-8644
23. Fernandez Garcia , P., Vallejo Seco , G., Livacic Rojas , P. E., & Tuero Herrero , E. (2014). Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. *Anales de Psicología*, 30(2), 756-771. doi:1695-2294
24. Garnica Anguas, P., Pérez Salazar, A., Gómez López, J. A., & Obil Veiza , E. Y. (2017). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CLORURO DE SODIO PARA SU USO EN LAS VÍAS TERRESTRES. (S. d. transportes, Ed.) doi:0188-7297
25. Graux, D. (1975). *Fundamentos de mecanica del suelo, proyecto de muros y cimentaciones* (segunda ed.). Barcelona, España : editores técnicos asociados, s.a.
26. Hernández Mendoza , S. L., & Duana Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 51-53. doi: 2007-4913
27. Hossne, A., & Salazar, J. (Marzo de 2004). Límites de consistencia y sus implicaciones agrícolas en un suelo ultisol de sabana del estado. *Agronomía Costarricense*, 69-80. doi:0377-9424
28. Hully Carvalho, P. (2020). *ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS COM COPRODUTO DE COQUERIA FGD E CIMENTO PORTLAND PARA USO EM CAMADAS DE PAVIMENTAÇÃO . VITÓRIA.*
29. Jabar , R. (2016). *INVESTIGATING THE USE OF STABILIZED SUBGRADE SOILS FOR ROAD PAVEMENTS IN KURDISTAN.* Inglaterra.
30. Junco del Pino, J. M. (Diciembre de 2010). Estabilización de Suelos mediante el empleo de Sales Cuaternarias. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 4(3), 9-18. doi:1990-8830

31. Junco del Pino, J. M., & Tejeda Piusseaut, E. (3 de Diciembre de 2013). Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1-12. doi:1990-8830
32. López , P. L. (2004). Punto Cero. *POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO*, 09(08), 69-74. doi:1815-0276
33. Marmanillo Mamani, D. G., & Villegas Aguilar , M. F. (2020). *Elaboración de polimeros sintéticos con botellas plásticas para la estabilización de subrasante en suelos arcillosos calle Fortaleza Los Olivos 2020*. Lima.
34. Martínez, M., & March, T. (10 de Octubre de 2015). CARACTERIZACIÓN DE LA VALIDEZ Y CONFIABILIDAD EN EL CONSTRUCTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL. *Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*(20). doi:1856-9331
35. Massenlli, G., & de Paiva, C. (2019). The influence of surface deflection on flexible pavements with low resistance subgrade. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. doi:ISSN 0718-3305
36. Mena Robles , R. H. (2018). *Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018*. Lima .
37. Ministerio de Transportes y Comunicaciones , & Manual de Carreteras . (2013). *Suelos, Geología y Geotecnia y Pavimentos*. Perú: , Ministerio de Transportes y Comunicaciones ; , Manual de Carreteras ;.
38. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geologías, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : Direccion General de Caminos y Ferrocarriles,Viceministerio de Transportes.
39. Montejó Fonseca , A., Montejó Piratova, A., & Montejó Piratova, A. (2018). *Estabilización de suelos*. Colombia: Ediciones de la U .
40. Nogueira, G., Alves , I., & de Sousa, R. (8 de Mayo de 2020). Estudio de permeabilidade de solo estabilizado com cal Permeability study of stabilized soil with lime. *Brazilian Journal of Development*, 6(5). doi:2525-8761

41. Núñez Flores, M. I. (Octubre de 2007). LAS VARIABLES: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN EN LA HIPÓTESIS. *Investigación Educativa*, 11(20). doi:17285852
42. Patiño Ycaza, J. J. (2017). *Estabilización del suelo mediante adiciones de caucho reciclado*. Guayaquil .
43. Piqueras, V. (2014). *Estabilización de suelos*. València.
44. Reunion de Ingenieros. (1975). *Mecánicas de Suelos* (primera ed.). Barcelona , España : EDITORES TÉCNICOS ASOCIADOS.
45. Rojas Crotte, I. R. (Setiembre de 2011). ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN: UNA PROPUESTA DE DEFINICIONES Y PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. *Tiempo de Educar*, 12(24), 277-297. doi:1665-0824
46. Saddam, H. (2019). *STABILIZATION OF EXPANSIVE SOIL USING*. Nicosia.
47. Salinaz Martínez, A. M. (2004). TEMA 4 : MÉTODOS DE MUESTREO. *Ciencia UANL*, VII(001), 121-123. doi:1405-9177
48. Serrano Rodríguez , E. J., & Padilla González, E. A. (15 de Enero de 2019). Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. *Revista Ingeniería Solidaria*, 25(1). doi:2357-6014
49. Valero Alonso , V. L. (1978). *Compactación en Carreteras y Aeropuertos* (2da edición ed.). Barcelona , España : editores técnicos asociados, s.a.
50. Zamora Fandiño , N., & Barrera Reyes , O. (2012). *DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL ACTUAL EN COLOMBIA*. Colombia.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable de investigación	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
V.I Polímero acrílico AggreBind	El polímero acrílico es un estabilizante amigable con el medio ambiente y soluble con el agua, nos permite ejecutar su aplicación en distintos tipos de suelos, no necesito de asfalto y concreto esta depende de poca excavación. Por esta razón es económico debido a su proceso in situ y también reduce el costo de la partida de movimiento de tierras. (AggreBind Tecnología Patentada, 2021)	Se mezclaron las muestras extraídas en el Jr. Brasil con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización, lo cual se utilizaron porcentajes 3L, 5L y 7L respecto al peso de la muestra.	Dosificación del estabilizador por metros cúbicos	0 L	razón	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Correlacional</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi Experimental</p> <p>Población:</p> <p>Para esta investigación el material de estudio se realizó en el suelo del Jr. Brasil, A.H. Villa María, distrito Nuevo Chimbote</p> <p>Muestra:</p> <p>Se eligió las zonas más crítica del Jr. Brasil, las cuales son la progresiva 0+125, 0+350,0+575 se prepararon 12 réplicas para cada ensayo de acuerdo a la norma MTC E – 132 (manual de ensayo de materiales, C.B.R. de suelos)</p> <p>Técnica:</p> <p>Se utilizaron como técnica la observación.</p>
				3 L	razón	
				5 L	razón	
				7 L	razón	
V.D Estabilización de la subrasante	La estabilización consiste en mezclar al suelo con partículas gruesas a una cantidad de aditivos para llegar a una reacción química que consolidan el suelo. Por lo general la estabilización requiere más porcentaje de aditivo que la modificación, esto quiere decir que un suelo es estable cuando se muestra en estado seco o húmedo a una resistencia destacada y sostenible ante la aplicación de cargas (repetidas o continuas). (Montejo Fonseca , Montejo Piratova , & Montejo Piratova, Estabilización de suelos, 2018)	Se determina las propiedades físicas, químicas y mecánica de la muestra obtenida en el Jr. Brasil, mediante los ensayos análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg, proctor modificado y C.B.R.	Propiedades físicas	Máxima Densidad Seca	razón	
				Humedad óptima	razón	
				Resistencia mecánica del suelo	Californian Bearing Ratio (C.B.R.)	razón

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Matriz de consistencia

Anexo1 :		MATRIZ DE CONSISTENCIA					
Titulo:		Influencia de la Aplicación del polímero acrílico AggreBind para estabilización de la subrasante, Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021					
Autor:		Ortiz Roldan Juan Sebastian					
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p>Problema general: ¿En qué medida influye la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la influencia de la aplicación del polímero acrílico Aggrebind en la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021.</p>	<p>Hipótesis general: La aplicación del polímero acrílico AggreBind influye notablemente en la estabilización de la subrasante en el Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021</p>	Variable Independiente (x)	Polímero acrílico AggreBind	Dosificación del Estabilizador por metros cúbicos	0L	Probeta graduada
						3L	
						5L	
						7L	
<p>Problemas específicos ¿Cuánto es la máxima densidad seca aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante?</p>	<p>Objetivos específicos: Determinar la máxima densidad seca aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante.</p>	<p>Hipótesis específicas: La máxima densidad seca con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente.</p>	Variable dependiente (Y)	Estabilización de la subrasante	Propiedades físicas	Máxima Densidad Seca	<p>Ficha de resultados de laboratorio(MTC E 115 - Compactación de suelo en laboratorio utilizando una energía modificada [proctor modificado])</p>
<p>¿Cuánto es la humedad óptima aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante?</p>	<p>Determinar la humedad óptima aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante.</p>	<p>La humedad óptima con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente.</p>				Humedad Óptima	
<p>¿Cuánto es la resistencia mecánica del suelo aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante?</p>	<p>Determinar la resistencia mecánica del suelo aplicando el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante.</p>	<p>La resistencia mecánica del suelo con el polímero acrílico AggreBind para la estabilización de la subrasante mejora notablemente.</p>				Resistencia mecánica de suelo	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación del estabilizador en relación en peso de la muestra

"Influencia de la aplicación del polímero acrílico AggreBind para estabilización de la subrasante, Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021"

Fecha: 21 de Junio del 2021

Numero de ficha: 001

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Santa Distrito: Nuevo Chimbote Localidad: Villa María

Parte B: Dosificación del estabilizador por metro cúbico

3 L	X
5 L	X
7 L	X

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: HERNANDEZ LECTOR RENATO SANTIAGO

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: INGENIERO CIVIL

Nº de registro CIP: 74347



Firma y Sello

Lima, 21 de Junio de 2021

Ing. Urrutia Vargas Segundo

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

El título del proyecto de investigación es: **"Influencia de la Aplicación del polímero acrílico AggreBind para estabilización de la subrasante, Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021"**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Planos (Arquitectura, Estructura, Ubicación)
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

Ortiz Roldan Juan Sebastian
DNI: 77033871



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación del estabilizador en relación en peso de la muestra

"Influencia de la aplicación del polímero acrílico AggreBind para estabilización de la subrasante, Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021"

Fecha: 21 de Junio del 2021

Numero de ficha: 001

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Santa Distrito: Nuevo Chimbote Localidad: Villa maría

Parte B: Dosificación del estabilizador por metro cúbico

3 L	<input checked="" type="checkbox"/>
5 L	<input checked="" type="checkbox"/>
7 L	<input checked="" type="checkbox"/>

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Orrutia Vargas Segundo

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero civil

N° de registro CIP: 28358



[Signature]
Firma y Sello
Colegio Profesional de Ingenieros Civiles
N° 28358

Lima, 21 de Junio de 2021

Ing.

Marco Max Espino

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

El título del proyecto de investigación es: **"Influencia de la Aplicación del polímero acrílico AggreBind para estabilización de la subrasante, Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021"**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Planos (Arquitectura, Estructura, Ubicación)
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Ortiz Roldan Juan Sebastian
DNI: 77033871



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación del estabilizador en relación en peso de la muestra

"Influencia de la aplicación del polímero acrílico AggreBind para estabilización de la subrasante, Jr. Brasil, Villa María, Nuevo Chimbote, 2021"

Fecha: 21 de Junio del 2021

Numero de ficha: 001

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Santa Distrito: Nuevo Chimbote Localidad: Villa maría

Parte B: Dosificación del estabilizador por metro cúbico

3 L	X
5 L	X
7 L	X

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Mar Espino Marco

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 37420


Marco T. Mar Espino
ING. CIVIL CONSULTOR
Firma y Sello

Anexo 4: Validez por juicio de expertos

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		X	
	2		X	
	3		X	
	4		X	
	5		X	
De constructo	6		X	
	7		X	
	8		X	
	9		X	
	10		X	
	11		X	
De criterio	12		X	
	13		X	
	14		X	
	15		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: MOURARI LECTOR LEONARDO SANTIAGO

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 71347

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



[Firma]

Firma y Sello

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones	
		0	1		
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
Total				15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Urrutia Vargas Segundo

Especialista: Metodólogo [] Temático

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero civil

N° de registro CIP: 28358

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Segundo Urrutia Vargas
 Firma y Sello: DESA
 CIP. N° 28358

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Mar Espino Marco

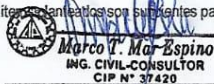
Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 37420

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma y Sello



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 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅝"	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 ½"	38,100
¾"	19,000
⅝"	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 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	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 apresadas 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 homo 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.



6.2.12 Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C y se pesa.

6.2.13 Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones [6.1.2](#) y [6.1.3](#).

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4):

7.1.1.1 Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

7.1.1.2 Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.

7.1.1.3 Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

7.1.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.2.1 Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.2 Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.3 Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

7.1.2.4 Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire

W₁ = Peso de suelo secado en el horno

7.2 INFORME

7.2.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprende un ensayo completo de sedimentación.



Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimento, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

7.2.2 Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.

- a) Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
- b) Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar eso, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
- c) Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
- d) La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
- e) Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
- f) Errores en las pesadas y en los cálculos.



MTC E 108

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

1.0 OBJETO

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

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

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

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

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

4.0 EQUIPOS y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:

De 0,01 g para muestras de menos de 200 g

De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

4.2 MATERIALES

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

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

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

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

4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.



5.0 MUESTRA

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

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

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

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

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

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

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



6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.

- a) 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.
- b) 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.



Nota 7. En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos períodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0,1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado.

Nota 8. Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos, deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno. Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas.

- 6.3.5 Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza usada en 6.3.3 de este ensayo. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

Nota 9. Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1. CALCULOS

- 7.1.1 Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

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

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)
- M_{CWS} = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- M_{CS} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- M_C = es el peso del contenedor, en gramos
- M_W = es el peso del agua, en gramos
- M_S = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

7.3 INFORME

- 7.3.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- a) La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
- b) El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1 % ó al 0,1 %, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad.
- c) Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en 6.1.2 de este ensayo.
- d) Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
- e) Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a 110 ± 5 °C.
- f) Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo.



8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 Repetibilidad: El coeficiente de variación de un operador simple se encontró en 2,7 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador con el mismo equipo, no deberían ser considerados con sospecha si difieren en menos del 7,8 % de su media.
- 8.2 Reproducibilidad: El coeficiente de variación multilaboratorio se encontró en 5,0 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos por diferentes operadores usando equipos diferentes no deberán ser considerados con sospecha a menos que difieran en más del 14 ,0 % de su media.



MTC E 110

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

1.0 OBJETO

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

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

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

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

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

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

4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

4.1 EQUIPOS

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

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

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

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

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



- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de $10,00 \pm 0,2$ mm ($0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierran bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ para secar la muestra.

4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"- 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.

4.3 INSUMOS

- 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

5.0 MUESTRA

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

6.0 PROCEDIMIENTO

Multipunto

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

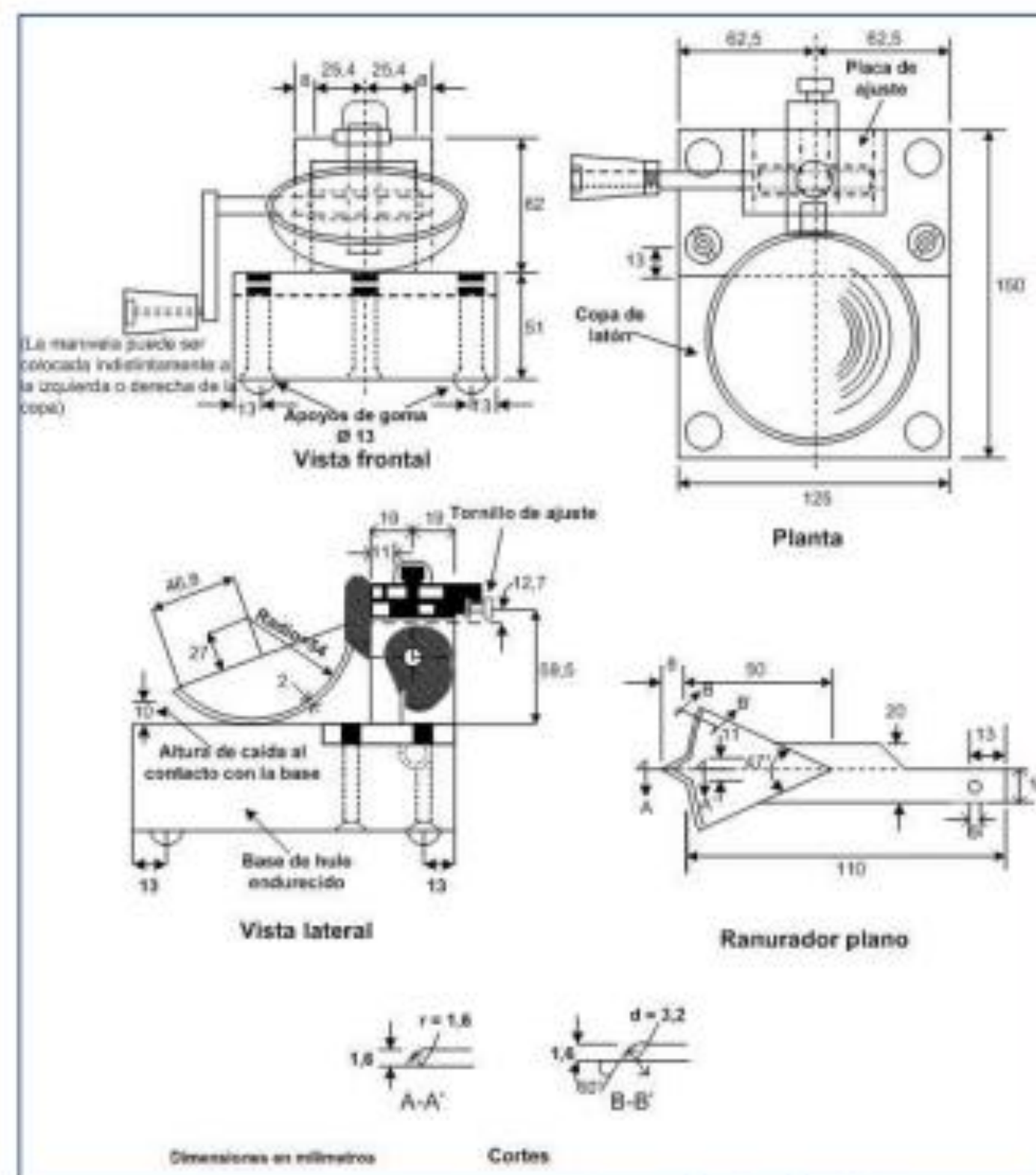
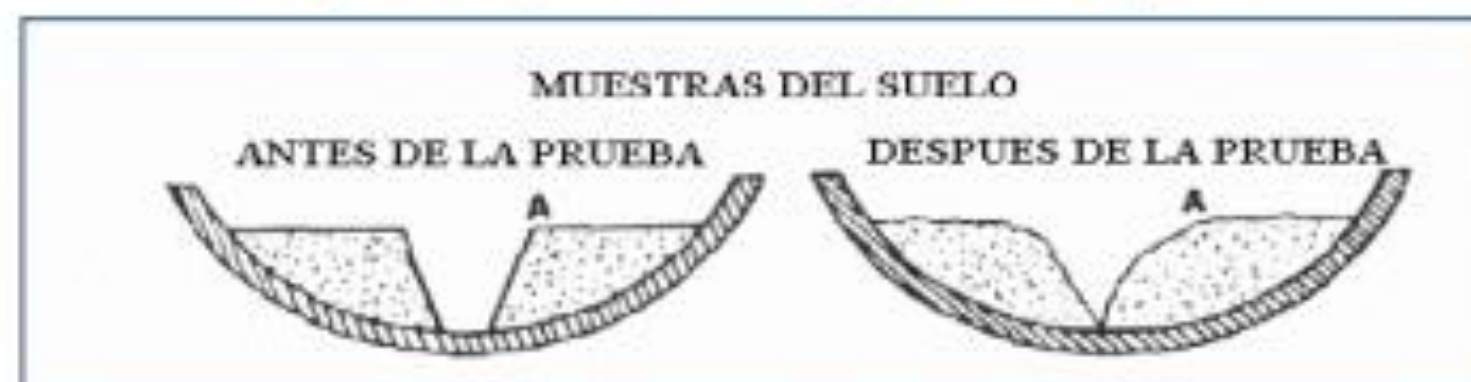


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



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

Nota1. Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con



la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

- 6.4 Registrar el número de golpes, N , necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- 6.5 Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- 6.6 Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.
- 6.7 Determinar el contenido de humedad, W^m , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

Un punto

- 6.8 El ensayo se efectúa en la misma

7.0 CALCULOS

(Multipunto)

- 7.1 Representar la relación entre el contenido de humedad, W^m , y el número de golpes correspondientes, N , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.
- 7.2 Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

(Un punto)

- 7.3 Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^m \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^m$$

Donde:

- | | | |
|-------|---|--|
| N | = | Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad, |
| W^m | = | Contenido de humedad del suelo, |
| K | = | factor dado en la tabla A.1 |



Tabla A - 1

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

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 Líquido	0,8	2,4
Precisión Multilaboratorio		
Límite Líquido	3,5	9,9

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para aceptar la aceptación de los resultados de los ensayos de límite líquido obtenido por este método de ensayo.

8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.



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, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los 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 2µm 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 (Nº 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 mm (Nº 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).



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados de los ensayos de Límite Plástico obtenidos por este método de ensayo se da en la Tabla N° 1.

8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.



MTC E 115

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

1.0 OBJETO

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

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

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

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

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

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

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

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

2.3.1 METODO "A"

2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

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

2.3.1.3 Número de capas: 5

2.3.1.4 Golpes por capa: 25

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

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

2.3.2 METODO "B"

2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

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

2.3.2.3 Número de Capas: 5

2.3.2.4 Golpes por capa: 25

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



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

2.3.3 METODO "C"

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

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

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) y meros 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 (γ_{dmax}) 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 ($\gamma_{d\text{máx}}$). 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 ($\gamma_{d\text{máx}}$) 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 ($2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)).
- 3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ($(2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)).

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 $16,7\text{ mm}/\text{m}$ ($0,200\text{ pulg}/\text{pie}$) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos $50,8\text{ mm}$ ($2,0\text{ pulg}$) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos $19,0\text{ mm}$ ($0,75\text{ pulg}$), 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 $101,6 \pm 0,4\text{ mm}$ ($4,000 \pm 0,016\text{ pulg}$) de diámetro interior, una altura de $116,4 \pm 0,5\text{ mm}$ ($4,584 \pm 0,018\text{ pulg}$) y un volumen de $944 \pm 14\text{ cm}^3$ ($0,0333 \pm 0,0005\text{ pie}^3$). 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 $152,4 \pm 0,7\text{ mm}$ ($6,000 \pm 0,026\text{ pulg}$) de diámetro interior, una altura de: $116,4 \pm 0,5\text{ mm}$ ($4,584 \pm 0,018\text{ pulg}$) y un volumen de $2\,124 \pm 25\text{ cm}^3$ ($0,075 \pm 0,0009\text{ pie}^3$). 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 $457,2 \pm 1,6\text{ mm}$ ($18 \pm 0,05\text{ pulg}$) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será $4,54 \pm 0,01\text{ kg}$ ($10 \pm 0,02\text{ lb}\cdot\text{m}$), 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 $50,80 \pm 0,13\text{ mm}$ ($2,000 \pm 0,005\text{ pulg}$), (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 $50,800 \pm 0,25\text{ mm}$ ($2,000 \pm 0,01\text{ pulg}$).

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 $0,4536\text{ kg}$ ó 1 N es igual a $0,2248\text{ libras-masa}$ ó $0,1020\text{ kg}$.

- 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 $19,0 \pm 1,6\text{ mm}$



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

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

4.2 MATERIALES

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

5.0 MUESTRA

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

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 PREPARACION DE APARATOS

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



6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.

- a) 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.)
- b) Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.
- c) 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.
- d) 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 ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ 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 de 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 (1/4 pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4 pulg) 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.



- 6.2.4.5 Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
- 6.2.4.6 Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica en 6.2.4.7 de este ensayo. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
- 6.2.4.7 Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio como se especifica en el anexo A1 (A.1.4.1 de este ensayo).
- 6.2.4.8 Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.
- 6.2.4.9 Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en 7.1.3 y 7.1.4 de este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig. 3). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación 0,2 kN/m³ (0,1 lbf/pie³) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718. Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.
- 7.1.2 Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas como se explica en 7.1.5 de este ensayo (ver ejemplo, Fig. 3).

Nota 8. La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 á 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.



Nota 9. La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

7.1.3 Contenido de Agua, w .- Calcular de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

7.1.4 Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

ρ_m	=	Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m^3)
M_t	=	Masa del espécimen húmedo y molde (kg)
M_{md}	=	Masa del molde de compactación (kg)
V	=	Volumen del molde de compactación (m^3) (Ver Anexo A1)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

ρ_d	=	Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m^3)
w	=	contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en } \text{ lbf/ pie}^3 \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en } \text{ kN/m}^3$$

Donde:

γ_d	=	peso unitario seco del espécimen compactado.
------------	---	--

7.1.5 En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W_{sat}	=	Contenido de agua para una saturación completa (%).
γ_w	=	Peso unitario del agua $9,807 \text{ kN/m}^3$ ó $(62,43 \text{ lbf/ pie}^3)$.
γ_d	=	Peso unitario seco del suelo.
G_s	=	Gravedad específica del suelo.

Nota 10. La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica NTP 339.131.

7.2 INFORME

7.2.1 Reportar la siguiente información:

7.2.1.1 Procedimiento usado (A, B o C).

7.2.1.2 Método usado para la preparación (húmedo ó seco).

7.2.1.3 El contenido de agua recibida, si se determinó.

7.2.1.4 El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %.



- 7.2.1.5 El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a $0,5 \text{ lbf/pe}^3$.
- 7.2.1.6 Descripción del Pisón (Manual ó Mecánico).
- 7.2.1.7 Datos del tamizado del suelo para la determinación del procedimiento (A, B ó C) empleado.
- 7.2.1.8 Descripción o Clasificación del material usado en la prueba (ASTM D 2488, NTP 339.134).
- 7.2.1.9 Gravedad Específica y Método de Determinación.
- 7.2.1.10 Origen del material usado en el ensayo, por ejemplo, proyecto, lugar, profundidad, etc.
- 7.2.1.11 Ploteo de la Curva de Compactación mostrando los puntos de compactación utilizados para establecerla y la curva de compactación y la curva de 100% saturación, el punto de Peso Unitario Seco Máximo y Optimo Contenido de Agua.
- 7.2.1.12 El dato de Corrección por Fracción Sobredimensionada si es usado, incluyendo la fracción sobredimensionada (Fracción Gruesa), P_c en %.

8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 PRECISION.- Todos los datos están siendo evaluados para determinar la precisión de este método de ensayo. Además los datos pertinentes están siendo solicitados por los usuarios de este método de ensayo.
- 8.2 CONFIABILIDAD.- No es posible obtener la información sobre la confiabilidad porque no existe otros métodos de determinación de valores de máximo Peso Unitario Seco Modificada y Optimo Contenido de Humedad.



MTCE 132

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

1.0 OBJETO

- 1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- 2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- 2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- 2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- 2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
- 2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- 4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm \pm 0,66 mm ($6 \pm 0,026$ ") de diámetro interior y de 177,8 \pm 0,46 mm ($7 \pm 0,018$ ") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")

de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm ($3/8''$) de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm ($28/16''$) las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

- 4.1.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm ($5\ 15/16''$) de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127$ mm ($2,416 \pm 0,005''$) de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- 4.1.4 Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

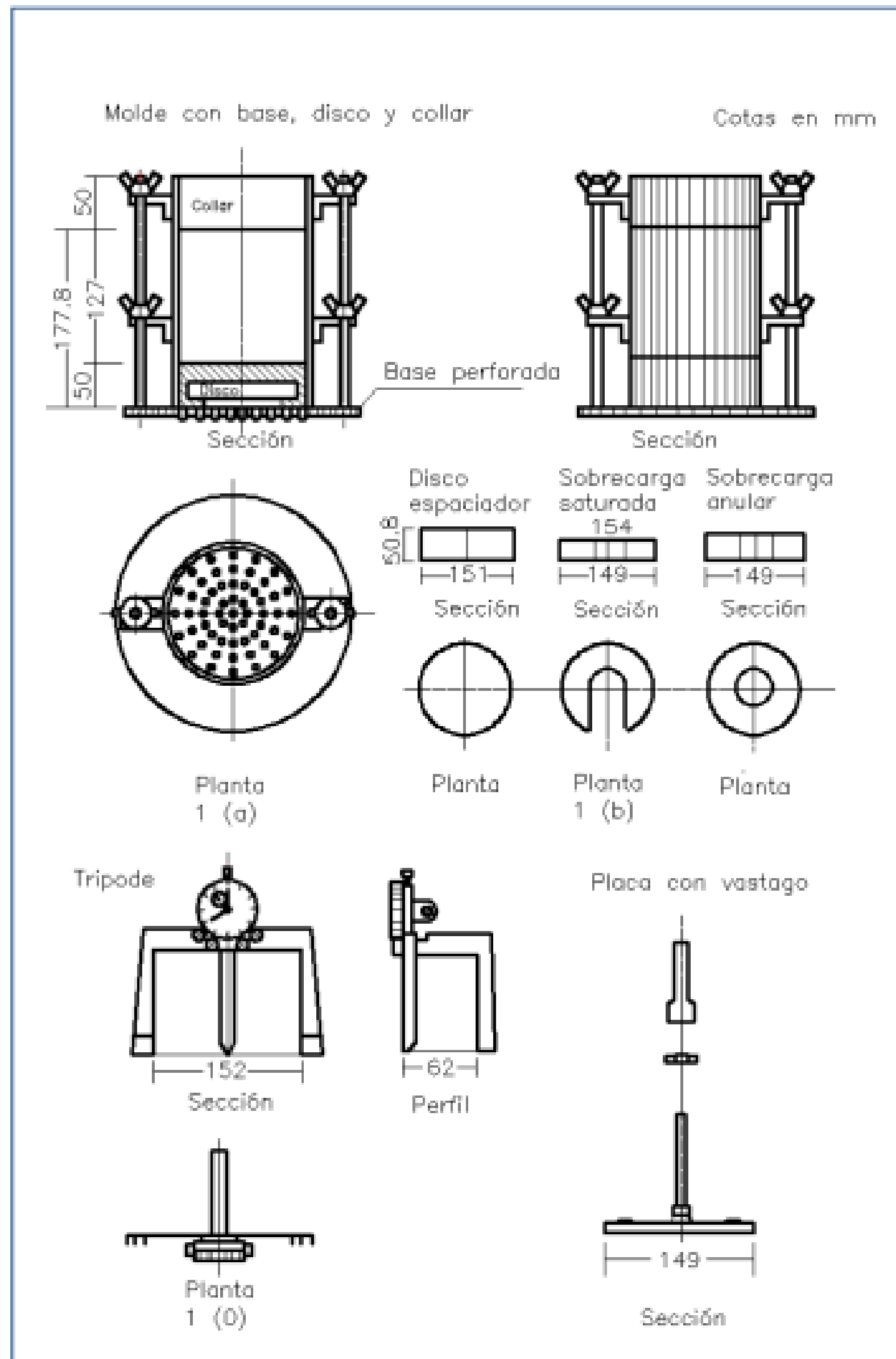


Figura 1.

4.1.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).

4.1.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02$ kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02$ kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

4.1.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13$ mm (1,954 ± 0,005") de diámetro, área de 19,35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

4.1.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

4.1.9 Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

4.1.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

4.1.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

4.1.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

4.1.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

5.0 MUESTRA

5.1 La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

6.2 Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea



superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

6.3 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Nota 1. En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

6.4 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que



se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

Nota 2. A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.



se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

Nota 2. A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el tripode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el tripode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.

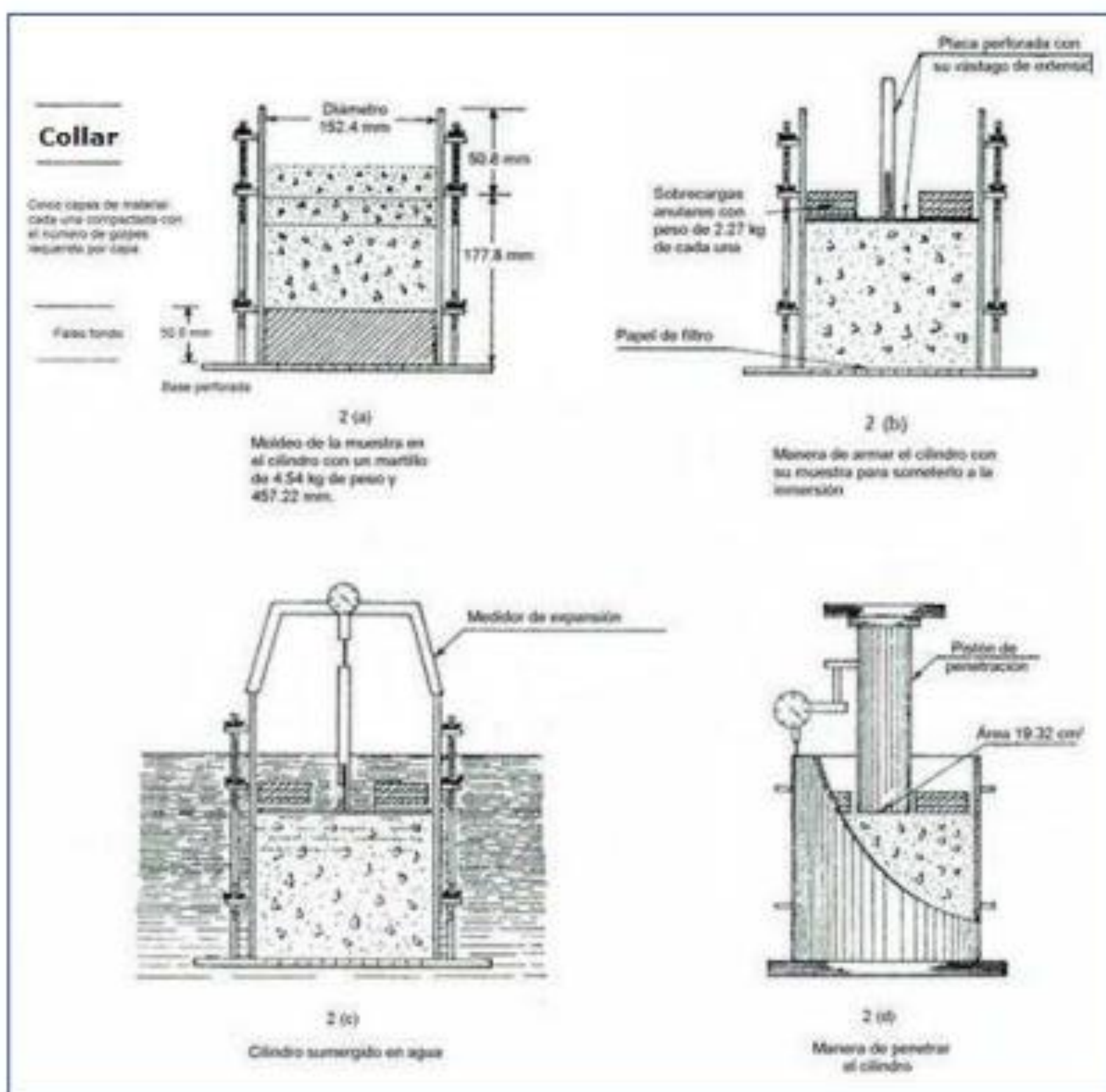


Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio

- 6.5 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con $\pm 2,27$ kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra. Llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añada el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:



Penetración

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

6.6 PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

- Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.
- Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor.
- Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio.
- Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo. A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria ($7,0^{\circ} \pm 0,16^{\circ}$) si se utiliza un molde con 127 mm (5°) de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

7.1.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.

7.1.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 4.1.3 y 4.1.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

7.1.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3).

7.1.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 6.3. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde

L_1 = Lectura inicial en mm.

L_2 = Lectura final en mm.

7.1.6 Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

- Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- De la curva corregida tórnense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000lb/plg²) y 10,3 MPa (1500 lb/plg²) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

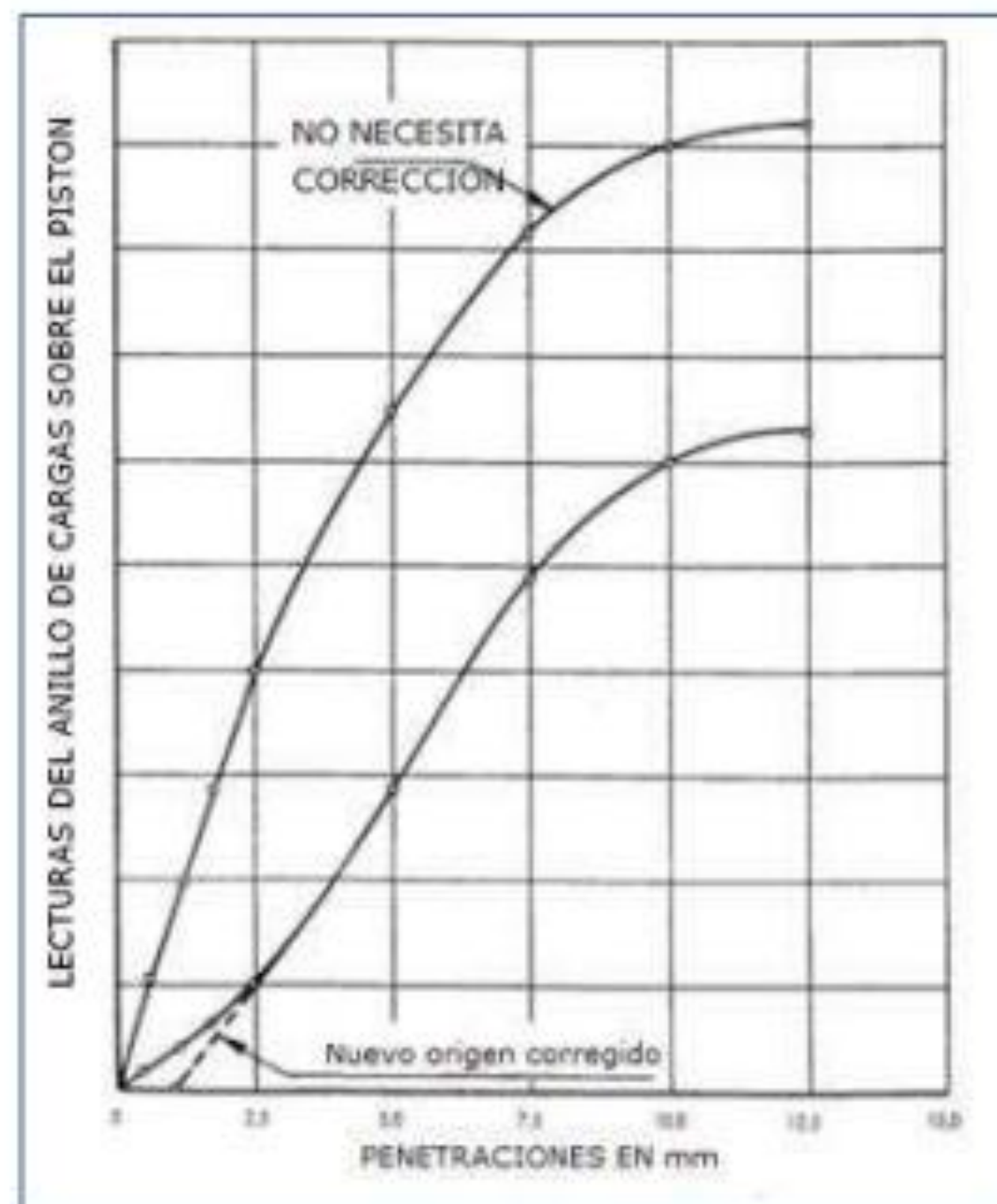


Figura 3: Curva para cálculo de índice de CBR

7.2 INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

- Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- Humedad al fabricar el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de saturación y penetración.
- Expansión del espécimen.
- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetración.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).



SECCIÓN 301.C

Suelo estabilizado con productos químicos

Descripción

301.C.01

Consiste en la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con productos químicos, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.

Materiales

301.C.02 Suelos

El suelo por estabilizar con productos químicos, podrán ser material de afirmado o provenir, de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

- Excavaciones o zonas de préstamo.
- Agregados locales.
- Mezclas de ellos.

Cualquiera que sea el material a emplear, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la elaboración y fraguado del concreto. Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos generales:

a. Granulometría (Agregados)

La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Además el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2"). o 1/3 del espesor de la capa compactada.



b. Plasticidad

La fracción inferior del tamiz de 425 μm (N.º 40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a 40 y un Índice Plástico cuando menos de 6 pero no superior a 12%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

c. Composición Química

La proporción de sulfatos del suelo, expresada como SO_4^{2-} no podrá exceder de 0,2% en peso.

d. Abrasión

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) MTC E 207 no mayor a 50%.

e. Solidez

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

301.C.03 Productos químicos

Son estabilizadores de diversa índole, resultantes de fabricación industrial de productos químicos u orgánicos, aplicables a capas de afirmado, mejoramiento de suelos u otras, teniendo en consideración la ubicación, clima y tipo de material predominante en las vías a emplearse.

El producto a emplear será acorde al diseño de mezcla, aprobado por el Supervisor y será respaldado por una certificación del fabricante sobre su eficiencia, forma de uso, fechas de elaboración y vencimiento; garantizando que la utilización del producto, no implica riesgos de contaminación ambiental, ni peligro para la salud de seres vivos.

301.C.04 Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia alcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^{2-} y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a



3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

Equipo

301.C.05

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03](#).

Requerimientos de construcción

301.C.06 Explotación y elaboración de materiales

Al respecto, se aplica lo descrito en la [Subsección 400.04](#).

301.C.07 Diseño de mezcla

Previo al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de su utilización. Si a juicio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias hasta obtener la aprobación del Supervisor.

Una vez que el Supervisor apruebe el diseño de mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella, la cual nuevamente deberá contar con la aprobación del Supervisor.

301.C.08 Preparación de la superficie existente

En relación con la preparación de la superficie existente, se aplicarán los procedimientos descritos en la [Subsección 301.A.08](#).

301.C.09 Transporte de agregados

Cuando la estabilización incluya suelos o agregados de aporte, éstos se transportarán humedecidos y protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería de manera que se impida derrames o caídas que causen daños o que generen impactos a la atmósfera.



Igual precaución deberá tomarse durante el transporte a la vía de las mezclas elaboradas en planta.

301.C.10 Homogenización del material

Al respecto rige todo lo que resulte aplicable de la [Subsección 301.A.10](#).

Durante la realización de este trabajo se tomarán las medidas para que la emisión de polvo no exceda el límite permisible (D.S. N.º 074-2001-PCM) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

301.C.11 Aplicación del producto químico

El producto químico se aplicará sobre el agregado en la proporción prevista en el diseño aprobado por el Supervisor, disuelto o no en agua.

La aplicación deberá efectuarse por el procedimiento establecido en el diseño y aprobado por el Supervisor.

Durante la ejecución de los trabajos se evitará que la mezcla no sobrepase el área de trabajo. Los residuos y excedentes se colocarán en los DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).

301.C.12 Mezcla

Después de aplicar el producto químico seleccionado y aprobado, y siempre que su empleo lo exija, se efectuará la mezcla en todo el espesor indicado en los planos u ordenado por el Supervisor, empleando para ello el equipo aprobado. El número de pasadas del equipo será el necesario para obtener una mezcla homogénea, según se defina en un Tramo de Prueba, tal como se indica en la [Subsección 400.05](#).

En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará la mezcla hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad, garantizando la geometría requerida antes de proceder a la compactación.

Durante esta actividad se tendrá cuidado para evitar los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar. El área de trabajo será limpiada y los residuos o excedentes se colocarán en los DME.

En caso la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, y el Contratista deba retirar la mezcla afectada, esta debe ser trasladada a un DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).



301.C.13 Compactación

La compactación se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor durante la ejecución del Tramo de Prueba, en el que se hayan verificado, además, el tipo, número y estado de los equipos de construcción y los métodos definitivos de preparación del agregado, incorporación del agua y del producto químico y mezcla de todos los componentes.

Los trabajos de compactación deberán terminarse en el lapso que fije el Tramo de Prueba, contado desde el inicio de la mezcla. Si durante ese lapso, no se logran las condiciones de compactación exigidas, el tramo se pondrá en observación.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado, se mezclarán y compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material, que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta actividad, deben ser colocados en los DME.

301.C.14 Juntas de trabajo

Al respecto, resulta aplicable lo indicado en la [Subsección 301.A.14](#).

301.C.15 Curado

Si el diseño aprobado considera la aplicación de un riego de curado, éste deberá ejecutarse en el momento, dosificación y producto indicado en el Proyecto y aprobado por el Supervisor, en concordancia con lo recomendado por el fabricante.

301.C.16 Apertura al tránsito

El suelo estabilizado con productos químicos, sólo podrá abrirse al tránsito a la culminación del proceso de compactación o curado que establezca el Proyecto o apruebe el Supervisor. La apertura será inicialmente durante un tiempo corto que permita verificar el comportamiento de la capa compactada.



Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el Supervisor definirá el momento de apertura definitiva.

301.C.17 Conservación

Al respecto, se aplica lo descrito en la [Subsección 301.A.18](#).

301.C.18 Limitaciones en la ejecución

En la ejecución de los trabajos, se observarán todas las precauciones en relación con las condiciones meteorológicas que recomiende el fabricante del producto estabilizante, que garanticen la obtención de un suelo estabilizado durable y que cumpla las exigencias por el diseño aprobado.

Aceptación de los Trabajos

301.C.19

a. Controles

En adición a lo indicado en la [Subsección 400.07\(a\)](#), el Supervisor deberá efectuar ensayos para el control de mezcla y de densidad y resistencia de ella luego de compactada.

El Supervisor vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta [Sección 301.C](#).

b. Condiciones y tolerancias para la aceptación

1. Calidad del producto químico

Cuando el Supervisor lo considere necesario, solicitará al Contratista que, a su costo, ordene la ejecución de los ensayos que permitan verificar las propiedades básicas del producto estabilizante.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de un producto químico cuya fecha de vencimiento se haya superado o cuya calidad no esté de acuerdo con los requisitos de utilización establecidos por su fabricante.

2. Calidad del agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos,



expresado como SO_4^{2-} y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3 ppm, determinado según la norma NTP 339.072.

3. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos y agregados de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría.
- La plasticidad de la fracción fina.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los materiales que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.C-01](#).

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 301.C.02](#) de esta especificación, bajo pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Tabla 301.C-01

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo estabilizado con productos químicos	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Densidad-Humedad	MTC E 115	500 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117	Cada 250 m ²	Pista
		MTC E 124		
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera	

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o características.

(2) Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3.000 msnm.



Además, podrá verificar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos y agregados por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

c. Calidad de la mezcla

Previo al inicio de la compactación, el suelo con el estabilizante deben cumplir los siguientes requisitos:

- La humedad de mezcla debe ser la óptima de compactación con una tolerancia $\pm 1,5\%$.
- En caso que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, el Contratista sólo podrá emplear el material previa verificación en laboratorio de la no pérdida de sus propiedades y con aprobación del Supervisor.
- Se deberán ejecutar a modo de verificar la calidad de la mezcla y diseño, ensayos C.B.R. de acuerdo a la frecuencia indicada en la [Tabla 301.C-01](#).

d. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a geometría establecida en el Proyecto.

La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la capa compactada no deberá variar en más de 1 cm. de la proyectada.

Además, el Supervisor deberá realizar los siguientes controles:

1. Compactación

Se aplicarán los criterios indicados en la [Subsección 301.A.20 \(d\)\(1\)](#), a excepción del grado de compactación que debe ser como mínimo el 100% de la máxima densidad obtenida con el ensayo Próctor Modificado, con la frecuencia de controles que se dan en la [Tabla 301.C-01](#).

2. Espesor

Se aplicará todo lo descrito en la [Subsección 301.A.20\(d\) \(2\)](#).



3. Uniformidad de la Superficie

Resulta aplicable lo exigido en la [Subsección 301.A.20\(d\) \(3\)](#).

Todas las áreas de suelo estabilizado con productos químicos donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones y aprobación del Supervisor.

La evaluación de los trabajos, se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#).

4. Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a 6 m/km, salvo que la especificación particular establezca un límite diferente, cuando se estabiliza a nivel de superficie de rodadura.

Medición

301.C.20

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.21](#).

Pago

301.C.21

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
301.C.A Suelos estabilizados con productos químicos	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

1. OBJETIVO

Establecer los criterios, procedimientos y especificaciones técnicas que deben considerarse en el diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de las soluciones básicas a emplearse en las capas de rodadura de carreteras no pavimentadas.

2. FINALIDAD

Las soluciones básicas tienen por finalidad, mejorar la vida útil y nivel de servicio de las superficies de rodadura de las carreteras no pavimentadas, que sufren rápido deterioro por efecto del tránsito y el clima, formándose baches, encalaminado, desprendimiento de agregados y emisión de polvo, posibilitando que dichas capas de rodadura tengan menor grado de deterioro, estén exentas de polvo, demanden menor frecuencia de mantenimiento periódico, y permitan el tránsito vehicular durante cualquier época del año.

El mejoramiento de la vida útil, está referida a incrementar el periodo de diseño de 5 años (afirmado) a 10 años (solución básica), y la posibilidad de programar las actividades de mantenimiento periódico en tiempos previsible, lo que no ocurre actualmente con las capas de afirmado convencional.

Las soluciones básicas, implican una mayor inversión inicial por la incorporación de un estabilizador al material conformante de la capa de rodadura con el empleo de equipos convencionales, sobre la cual podría colocarse además un recubrimiento bituminoso. Dichos mayores costos iniciales, se revierten ampliamente, por los menores costos de las actividades de mantenimiento, durante el periodo de servicio del proyecto, implicando una mejor utilización de los recursos del Estado.

De este modo, las soluciones básicas además de los beneficios de orden técnico y económico antes mencionados, tienen efectos sociales y ambientales favorables, que se logran en la zona de influencia de la carretera, plasmados en la mejora de la calidad de vida de la población (habitantes aledaños y usuarios), menores costos de operación de los vehículos, menor impacto ambiental sobre los recursos hídricos y calidad del aire, principalmente.

En tal sentido, es necesario que las entidades responsables de la gestión vial, apliquen las soluciones básicas, tanto en la ejecución de los proyectos como en las actividades de mantenimiento, evaluando continuar con el empleo de afirmado como capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas.

3. COMPETENCIAS

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial.

La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es el órgano de línea de ámbito nacional, encargada de normar sobre la gestión de la infraestructura de caminos, puentes y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Las autoridades competentes para la aplicación de la presente Directiva, de conformidad con los niveles de gobierno que corresponde a la organización del Estado, son las siguientes:

- a) El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a cargo de la gestión de la Red Vial Nacional.
- b) Los Gobiernos Regionales, a cargo de la gestión de la Red Vial Departamental o Regional.
- c) Los Gobiernos Locales, a través de las Municipalidades Provinciales y Distritales, a cargo de la gestión de la Red Vial Vecinal o Rural.

4. ALCANCE

El presente Documento Técnico es de alcance nacional y de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de infraestructura vial, de los tres niveles de gobierno (Nacional, Regional y Local).

5. BASE LEGAL

- Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre N° 27181
- Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial DS N°034 - 2008 - MTC.
- Reglamento de Jerarquización Vial DS N° 017 - 2007 - MTC.
- Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG - 2013).
- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.
- Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial.
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG - 2013).

6. DEFINICIÓN

Las soluciones básicas son alternativas técnicas, económicas y ambientales, que consisten principalmente en la aplicación de estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otros, posibilitando que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas, tengan una mayor vida útil y presten un mejor nivel de servicio.

7. PRINCIPALES CRITERIOS DE APLICACIÓN

La aplicación de las soluciones básicas, es de acuerdo a las características particulares de cada proyecto, principalmente en función a su ubicación y tipo de suelo predominante.

Por consiguiente, no hay solución de carácter general, debiendo seleccionarse la alternativa aplicable a cada proyecto, por cuanto no es posible utilizar indistintamente un determinado estabilizador, en diversos tipos de suelos y/o condiciones climáticas.

Las condiciones climáticas de cada proyecto (temperatura y precipitaciones pluviales), según su ubicación (costa, sierra y selva), es determinante para la selección de la alternativa de solución. Por ejemplo, con un estabilizador que funciona bien en una carretera de la costa, no se obtendría el mismo resultado en la sierra o selva.

Este Documento Técnico, comprende las soluciones básicas aplicables a la capa de rodadura de las carreteras no pavimentadas, a nivel de rehabilitación, mejoramiento,





“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

construcción y mantenimiento. No incluye las condiciones mínimas que debe cumplir la subrasante, las mismas que deben estar de acuerdo a la normativa vigente.

Cada proyecto en particular, tiene una alternativa de solución básica aplicable, en función a los materiales existentes en las zonas adyacentes a la carretera, con el criterio de minimizar el empleo de materiales provenientes de fuentes lejanas al proyecto.

Por lo general, las superficies de rodadura de las soluciones básicas, están conformadas por la capa de suelo estabilizado; sin embargo, de existir predominancia de tráfico pesado, debe evaluarse la adición de un recubrimiento bituminoso.

Las soluciones básicas, no requieren el uso de equipos especiales, tanto para los ensayos de laboratorio como para la ejecución de la obra. Por lo general se requiere el siguiente equipo mecánico convencional: camión cisterna, motoniveladora, rodillo, cargador frontal, camión volquete, excavadora y otros.

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El presente Documento Técnico, establece las siguientes especificaciones técnicas:

- a) El Cuadro N° 01, contiene las especificaciones técnicas de los tipos de estabilizadores de suelos y los parámetros máximos y/o mínimos que deben cumplir los suelos estabilizados, tanto en el diseño como en la ejecución de la obra:

CUADRO N° 01
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TIPOS DE ESTABILIZADORES Y PARAMETROS

Table with 2 columns: SUELO ESTABILIZADO CON and PARAMETROS. Rows include Cemento, Emulsión Asfáltica, Cal, Sales, and Productos químicos.

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1”

Los Recubrimientos Bituminosos que se coloquen como parte de las soluciones básicas (micropavimentos, slurry seal o mortero asfáltico, imprimación reforzada,





"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

tratamientos superficiales, etc.), cumplirán las especificaciones técnicas, establecidas en los respectivos Manuales de Carreteras, vigentes.

- c) El Cuadro N° 02 contiene las especificaciones técnicas de los tipos de estabilizadores y su aplicación de acuerdo a la región donde se ubica el proyecto, condiciones climatológicas y materiales disponibles en la zona:

CUADRO N° 02
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
TIPOS DE ESTABILIZADORES Y SU APLICACIÓN SEGUN REGIÓN

ZONA	MATERIALES O SUELOS PREDOMINANTES	ESTABILIZADOR DE SUELOS APLICABLE
COSTA (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Sales - Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SIERRA (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SELVA BAJA (Altitud: menor a 400 msnm)	Suelos limo-arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

9. DISEÑO, CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO Y MONITOREO



9.1 DISEÑO

El diseño de la solución básica a emplearse en un determinado proyecto debe seguir las siguientes pautas principales:

- Identificación y muestreo en campo, de los suelos disponibles en las zonas adyacentes al proyecto, que sean factibles de utilización en la solución básica.
- Ejecución de ensayos a nivel de laboratorio de las muestras obtenidas, a fin de determinar sus características físico-mecánicas y químicas; asimismo, sus condiciones de uso, tales como mezcla de diferentes suelos, zarandeo y otros.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

- c. Ejecución de ensayos a nivel de laboratorio, evaluando como mínimo tres (03) tipos de estabilizadores de suelos, aplicables de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del presente Documento Técnico, a fin de seleccionar la solución básica aplicable, teniendo en consideración lo siguiente:
- El procedimiento de mezclado de los suelos y el estabilizador a nivel de laboratorio debe ser coherente o representar las condiciones reales de trabajo en obra.
 - Para la obtención de la dosificación óptima que debe aplicarse, se emplearán como mínimo 04 dosificaciones diferentes, con cuyos valores se trazará la curva: Dosificación vs CBR y/o Resistencia a Compresión Simple; de cada uno de los estabilizadores utilizados. Para suelos que presentan índice de plasticidad, debe medirse resistencia y expansión.
 - Los parámetros de resistencia y/o expansión de la muestra del suelo estabilizado compactado, se obtendrán después de un periodo de curado húmedo de siete (07) días.
 - Solamente para la ejecución del ensayo de CBR a nivel de laboratorio, se sumergirá en agua durante 96 horas (04 días) la muestra de suelo estabilizado compactado, inmediatamente después de cumplir su periodo de curado. Se exceptuará de este paso los suelos estabilizados con sales.
- d. El procedimiento de selección del estabilizador de suelos, puede dar como resultado, más de una alternativa técnica de solución aplicable, en cuyo caso debe optarse por la de menor costo.
- e. Seleccionado el estabilizador a emplearse (sólido y/o líquido), debe indicarse la **Fórmula de Trabajo** de la capa estabilizada, que comprenderá:
- Dosificación del estabilizador y modo de aplicación (líquido en el agua del camión cisterna y sólido sobre el suelo a estabilizarse).
 - Suelo o dosificación de suelos a utilizarse.
 - Procedimiento de mezclado (en planta o sobre plataforma).
 - Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la mezcla (estabilizador más suelo).
 - Grado de compactación del suelo estabilizado colocado y compactado.
- f. El espesor de la capa de rodadura será calculado para un período de diseño de 10 años, considerando frecuencias de mantenimiento periódico cada 04 años.
- g. El diseño del espesor se realizará según los ejes equivalentes proyectados:
- Para ejes equivalentes inferiores o iguales a 10^6 , se empleará los métodos USACE y NAASRA.
 - Para ejes equivalentes superiores a se empleará el método AASHTO 1993, que establece el empleo de Número Estructural.
- h. El presente Documento Técnico abarca las soluciones básicas de la capa de rodadura; sin embargo, para que su comportamiento estructural sea adecuado, es necesario que la subrasante cumpla con las características mínimas establecidas en los Manuales de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Construcción (EG - 2013) y Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos.

- i. Por Seguridad Vial, la capa de rodadura de la solución básica debe tener un ancho mínimo de 5.00 m. en carreteras de Tercera Clase, y de 4.00 m. en Trochas Carrozables; si no es posible cumplir dichos anchos mínimos en determinados sectores localizados, la Entidad Ejecutora podrá adoptar anchos menores con la justificación técnica correspondiente. Asimismo debe contemplarse la señalización vertical necesaria.
- j. Con la finalidad que la capa de rodadura tenga un adecuado drenaje superficial, debe diseñarse con el bombeo (entre 2 a 3%) y cunetas, establecidas en las normas vigentes.
- k. En esta etapa, se definirá si la superficie de rodadura de la solución básica seleccionada, estará constituida por la capa de suelo estabilizado o requerirá la adición de un recubrimiento bituminoso.
- l. En esta etapa se especificará el equipo mínimo requerido, tanto para los ensayos de laboratorio como para la ejecución de la obra.

9.2 CONSTRUCCION

En la etapa de ejecución del proyecto, debe cumplirse la **Formula de Trabajo** de la solución básica seleccionada, considerando las siguientes pautas:

- a. Provisión del equipo de laboratorio y equipo mecánico requerido para la ejecución de la obra.
- b. Explotación y procesamiento del suelo o suelos a utilizarse en la capa estabilizada.
- c. Provisión en obra del estabilizador de suelo seleccionado y almacenamiento en condiciones adecuadas para preservar sus propiedades.
- d. Ejecución de un tramo de prueba no menor a 300 m. de longitud, con la finalidad de lograr la **Fórmula de Trabajo**, y establecer las condiciones de ejecución (dosificación, procedimiento de mezclado, esparcido, espesor esponjado, compactación, frecuencia de riegos para el curado y otros).
- e. Sobre la subrasante debidamente preparada, demarcar los alineamientos, anchos y espesores de la capa estabilizada.
- f. Según corresponda, transporte, colocación, mezclado y homogenización, riego, perfilado, compactación y curado de la capa de suelo estabilizado.
- g. Para lograr un adecuado curado, por lo general es necesario mantener húmeda la superficie durante 07 días, aplicando riegos periódicos.
- h. En caso que la solución básica contenga un recubrimiento bituminoso, éste se colocará después que la capa estabilizada, haya sido concluida y aprobada por la Supervisión.
- i. El grado de compactación mínimo será el 95% de la Máxima Densidad Seca, con excepción de los suelos estabilizados con sales, que será del 100%. Estos valores deben alcanzarse en todo el ancho de la capa estabilizada.





"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

- j. Por lo general, luego de concluir el proceso de compactación de la capa estabilizada, puede ponerse al tránsito vehicular; sin embargo éste debe suspenderse en caso se observe deformaciones o desprendimiento.
- k. En caso de presentarse sectores con fallas, tales como deformaciones o desprendimientos, o no se cumplieran los controles de calidad, deberá remplazarse la capa colocada, o mediante escarificación y adición de estabilizador para recuperar la **Fórmula de Trabajo**.
- l. En el Cuadro N° 03 se establecen los parámetros de aceptación de los trabajos

CUADRO N° 03
PARÁMETROS PARA ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

ENSAYO	TOLERANCIA	FRECUENCIA
Grado de compactación*	95% mínimo, excepto en suelos estabilizados con sales, que debe ser 100% mínimo	Cada 250 m ²
Óptimo Contenido de Humedad	± 1.5%	Cada 250 m ²
Espesor	Espesor medio ≥ Espesor de diseño Espesor individual ≥ 95% Espesor de diseño	Cada 250 m ²
Uniformidad de la superficie	Medición paralela y transversal al eje de la vía, efectuada con regla de 3 m.; no deben existir variaciones mayores a 10 mm.	Cada 250 m ²
Resistencia	Según Cuadro N° 01, además: Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 muestras por día o jornada de trabajo
Granulometría	Estos ensayos se deben ejecutar antes del mezclado con el estabilizador.	01 muestra por día o jornada de trabajo
Índice Plástico		
Proctor Modificado		
Rugosidad (IRI)	5.0 m/Km máximo	En toda la sección Después de 08 días
Penetrómetro Dinámico de Cono	Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 mediciones por jornada de trabajo Después de 08 días

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1" y grado de compactación, según lo indicado en el cuadro N° 03



9.3 MANTENIMIENTO Y MONITOREO

En esta etapa, se tendrá en consideración las siguientes pautas:

- a) Los trabajos de mantenimiento rutinario deben efectuarse de acuerdo a lo establecido en el Manual de Mantenimiento o Conservación Vial, vigente, precisándose que no debe colocarse material suelto en los baches u otras deficiencias que pudieran presentarse. El tratamiento de baches debe realizarse con material similar a la capa estabilizada.
- b) Las actividades de mantenimiento periódico, se ejecutarán en periodos de 4 años, que por lo general consiste en la escarificación parcial de la capa de la





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

solución básica, y recuperar su espesor original, mediante un tratamiento con material similar a la capa estabilizada.

- c) Teniendo en consideración que las soluciones básicas, son tecnologías que requieren monitoreo, a fin de evaluar sus resultados y de ser el caso, efectuar ajustes en la normativa, es necesario se lleve a cabo labores de evaluación ex post en forma periódica, por parte de los responsables de la gestión del mantenimiento de la vía.
- d) La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), a través de la Dirección de Estudios Especiales (DEE), en el marco de sus funciones de promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a la construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial, brindará el apoyo tecnológico para el desarrollo de las soluciones básicas.

10. GLOSARIO DE TERMINOS

La definición de los términos usados en el presente Documento Técnico, corresponden al “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, vigente. Asimismo, a continuación se incluyen las definiciones de los términos no contenidos en el referido Glosario y que son de uso exclusivo del presente Documento Técnico:

- **Estabilización de suelos granulares:** Mejoramiento de las propiedades de impermeabilidad y cohesión de los suelos granulares, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.
- **Estabilización de suelos finos:** Mejoramiento de las propiedades de los suelos finos, para reducir sus cambios de volumen y caída de resistencia bajo cargas, en presencia del agua, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.
- **Suelos tropicales:** Son aquellos que se encuentran en las zonas denominadas selva baja (<1000 msnm), donde predominan orografías planas y onduladas; suelos limo-arcillosos, arcillas arenosas y arenas finas sin presencia de grava; abundantes precipitaciones pluviales.



DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW, GP, SW, SP >12%->GM, GC, SM, SC 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
			GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.		
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.				Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.			Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.			
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.				
	SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas Límite líquido menor de 50	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.		
			CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.				
			OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.				
		Limos y arcillas Límite líquido mayor de 50	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.							
OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.							
Suelos muy orgánicos		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.					

Guía Referencial para la selección del tipo de estabilizador

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado		Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1A	SW O SP	1	Asfalto			
		2	Cemento Portland			
		3	Cal-Cemento-Cenizas volante	IP no excede de 25		
1B	SW-SM o SP-SM o SW-SC o SP--PC	1	Asfalto	IP no excede de 10		
		2	Cemento Portland	IP no excede de 30		
		3	Cal	IP no menos de 12		
		4	Cal-Cemento-Cenizas volante	IP no excede de 25		
1C	SM o SC o SM-SC	1	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		2	Cemento Portland			
		3	Cal	IP no excede de 12		
		4	Cal-Cemento-Cenizas volante	IP no excede de 25		
2A	GW o GP	1	Asfalto			Solamente material bien graduado
		2	Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N°4
		3	Cal-Cemento-Cenizas volante	IP no excede de 25		
2B	GW-GMo GP-GM o GW- GC o GP-GC	1	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado
		2	Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N°4
		3	Cal	IP no menor de 12		
		4	Cal-Cemento-Cenizas volante	IP no excede de 25		
2C	GM o GC o GM- GC	1	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado
		2	Cemento Portland	B		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N°4
		3	Cal	IP no menos de 12		
		4	Cal-Cemento-Cenizas volante	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o QH o OL o ML-CL	1	Cemento Portland	LL no es menor de 40 IP no es menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		2	Cal	IP no menor de 12		
IP =índice Plástico (b) IP 20+(50- Porcentaje que pasa la Malla N.º 200) /4				Sin restricción u observación es necesario aditivo estabilizador	No	Fuente: US Army Corps of Engineers

Fuente: R.D. N° 10-2014-MTC/14, Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Lima, Perú, 09 de abril del 2014.

Guía Referencial para la selección del tipo de estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo	Dosificación	curado (Apertura Al Tránsito)	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 Y A-7 LL>40% IP 18% CMO \varnothing <1.0% ¹ Sulfatos (SO)<0.2% Abrasión<50% ¹ Durabilidad SO CA . AF \leq 10 % .AG \leq 12% Durabilidad SO Mg . AF \leq 15 % .AG \leq 18%	2-12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2 y A-3 Pasante malla N.º 200 \leq 10% IP 8% CMO \varnothing <1.0% ¹ Sulfatos (SO)<0.2% Abrasión<50% ¹ Durabilidad SO CA . AF \leq 10 % .AG \leq 12% Durabilidad SO Mg . AF \leq 15 % .AG \leq 18%	2-12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 Y A-7 10% \leq IP \leq 50% CMO (2) <3.0% Sulfatos (SO)<0.2% Abrasión<50%	2-8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50% se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTN E449 MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP \leq 15% CMO (2) <3.0% Sulfatos (SO)<0.2% Abrasión<50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6 Y A-2-7 8% \leq IP \leq 15% CMO (2) <3.0% Abrasión<50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP \leq 15% CMO (2) <3.0% Ph mínimo 5 Abrasión<50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6 Y A-2-7 6% \leq IP \leq 15% 4.5< pH < 8.5 CMO (2) No debe contener Abrasión<50% %<N.º 200:10-35%	1L/30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites Sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO (2) <1.0% Abrasión<50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: R.D. N° 10-2014-MTC/14, Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Lima, Perú, 09 de abril del 2014.

Clasificación de los suelos según AASHTO

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N.º 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N.º 200)				
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: Nº 10 (2 mm.) Nº 40 (0,425 mm.) Nº 200 (0,075 mm.)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	- 50 máx. 25 máx.	- 51 mín. 10 máx.	- - 35 máx.				- - 36 mín.			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N.º 40 Límite líquido Índice de plasticidad	- 6 máx.		- NP (1)	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. (2) 11 mín.
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017.

Anexo 7: Panel fotográfico



Situación actual del Jr. Brasil (0+575)



Situación actual del Jr. Brasil (0+350)



Situación actual del Jr. Brasil (0+125)

Peso de la muestra C – 1



Peso de la muestra C – 2



Peso de la muestra C – 3



Colocacion de tamices



Colocacion de tamices



Ensayo granulometrico (C – 1)



Ensayo granulometrico (C – 2)



Ensayo granulometrico (C – 3)



Polimero acrilico AggreBind



Polimero acrilico AggreBind



Aplicación del AggreBind (3L)



Aplicación del AggreBind (5L)



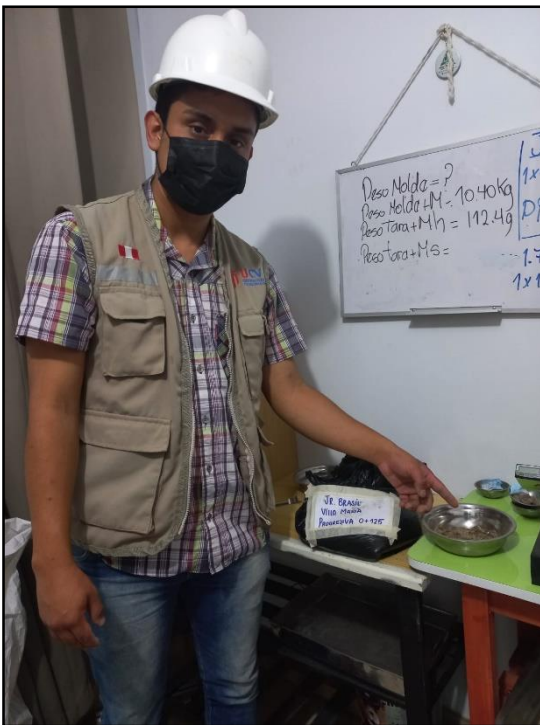
Aplicación del AggreBind (7L)



Limites de consistencia



Limites de consistencia



Peso de la muestra



Limites de consistencia



peso de la muestra



limites de consistencia



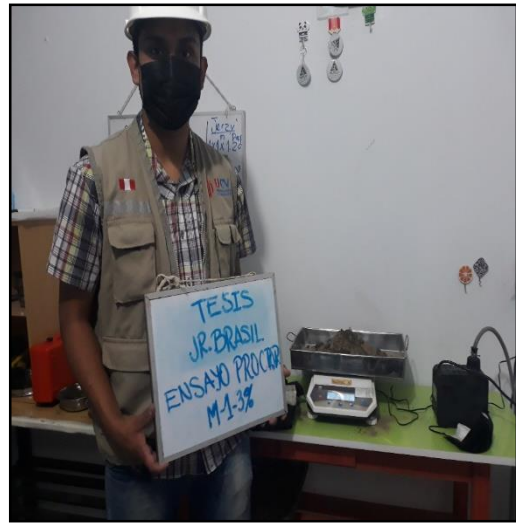
colocando la muestra al horno



Preparacion de la muestra



Proctor modificado (3L)



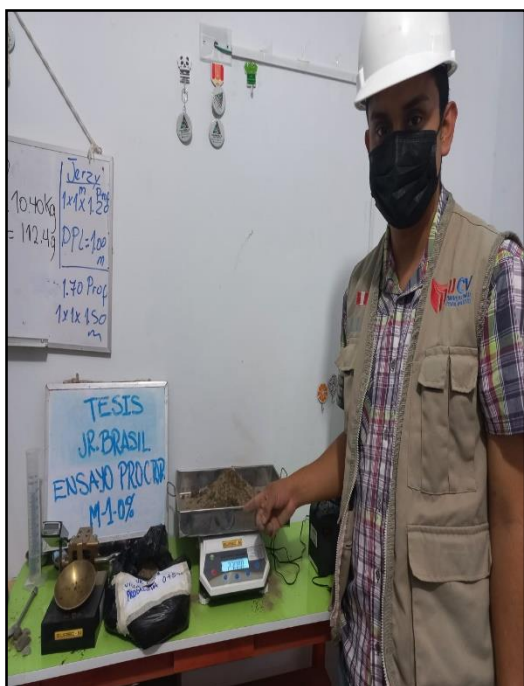
Procto modificado (5L)



Proctor modificado (7L)



Proctor modificado en la muestra (OL)



Preparacion de la muestra



Preparacion de la muestra



Aplicación del pisón



**ENSAYO DE ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO
POR TAMIZADO**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

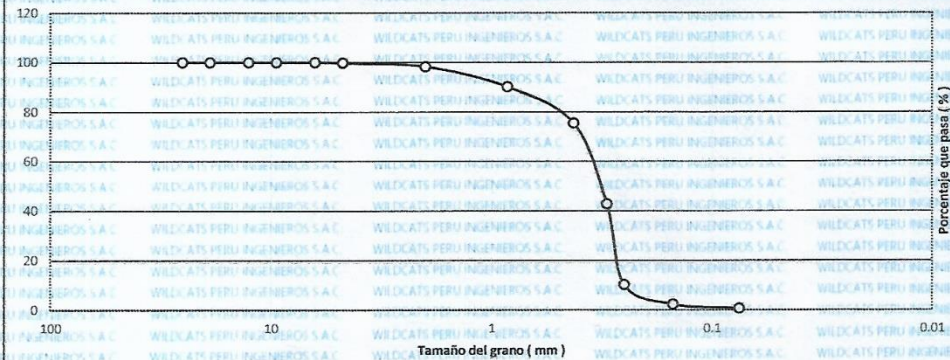
INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 09 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)



Tamiz ASTM	Retenido		Porcentaje que pasa	Propiedades	
	(gr.)	(%)			
				Grava (%)	0.00
				Arena (%)	97.69
				Finos (%)	2.31
				Limite Líquido	NP
				Limite Plástico	NP
				Índice de Plasticidad	NP
				Clasif. SUCS	SP
				Clasif. AASHTO	A - 2 - 4
				Contenido de Humedad	2.64
1"	0.00	0.00	100.00		
3/4"	0.00	0.00	100.00		
1/2"	0.00	0.00	100.00		
3/8"	0.00	0.00	100.00		
1/4"	0.00	0.00	100.00		
#4	8.90	0.28	99.72		
#10	46.90	1.50	98.22		
#20	255.30	8.15	90.07		
#40	458.50	14.64	75.43		
#50	1025.80	32.75	42.68		
#60	1015.40	32.42	10.26		
#100	249.10	7.95	2.31		
#200	52.80	1.69	0.62		
P #200	19.50	0.62	0.00		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Miranda
 Ing. Rafael Armando Charcape Miranda
 CIP AP 100728 - CONSULTOR C13352
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946475355
 Correo Electrónico: Wildcats peru ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Perù Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

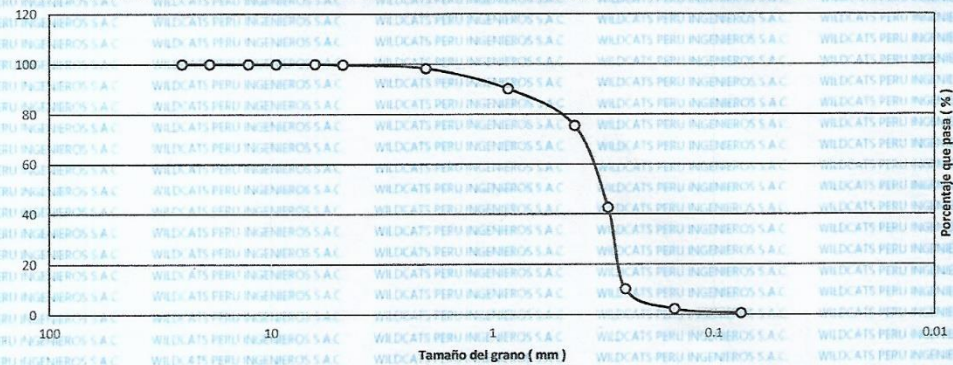
INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 09 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)



Tamiz ASTM	Retenido		Porcentaje que pasa	Grava (%)		Arena (%)		Finos (%)	
	(gr.)	(%)							
1"	0.00	0.00	100.00					0.00	97.16
3/4"	0.00	0.00	100.00					2.84	
1/2"	0.00	0.00	100.00					NP	
3/8"	0.00	0.00	100.00					NP	
1/4"	0.00	0.00	100.00					NP	
#4	9.50	0.30	99.70					SP	
#10	55.20	1.72	97.99					A - 2 - 4	
#20	248.90	7.74	90.25					2.46	
#40	478.60	14.89	75.36						
#50	1060.30	32.98	42.38						
#60	1005.90	31.29	11.09						
#100	265.20	8.25	2.84						
#200	59.80	1.86	0.98						
P #200	31.50	0.98	0.00						



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charco Minda
 Ing. Rafael Armando Charco Minda
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13382
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 946445355
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

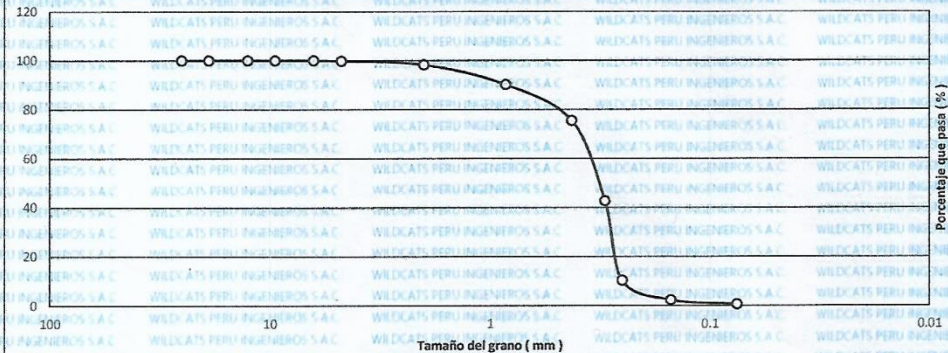
INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGADO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 09 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 1

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)



Tamiz ASTM	Retenido		Porcentaje que pasa	Grava (%)	0.00
	(gr.)	(%)		Arena (%)	97.49
1"	0.00	0.00	100.00	Finos (%)	2.51
3/4"	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido	NP
1/2"	0.00	0.00	100.00	Limite Plastico	NP
3/8"	0.00	0.00	100.00	Indice de Plasticidad	NP
1/4"	0.00	0.00	100.00	Clasif. SUCS	SP
#4	9.20	0.30	99.70	Clasif. AASHTO	A - 2 - 4
#10	50.10	1.62	98.08	Contenido de Humedad	2.79
#20	225.80	7.31	90.77		
#40	465.10	15.06	75.70		
#50	1030.30	33.37	42.33		
#60	983.50	31.86	10.47		
#100	245.80	7.96	2.51		
#200	59.70	1.93	0.58		
P #200	17.80	0.58	0.00		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Rafael Armando Charcano Miranda
 Ing. Rafael Armando Charcano Miranda
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13352
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946475353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com



**LIMITES DE
CONSISTENCIA
SIN ADICIÓN DE
AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 11 DE AGOSTO DEL 2021

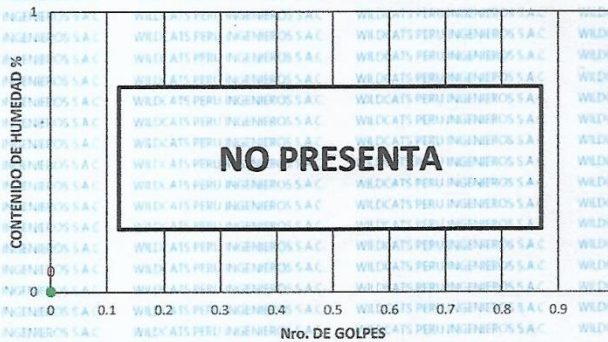
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		NO PRESENTA
PESO DE LA TARA		
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
		NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armandón Characpe Mungu

Ing. Rafael Armandón Characpe Mungu

CIF AP 100728 - CONSULTOR C13952

JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 94645355

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com

Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGADO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 11 DE AGOSTO DEL 2021

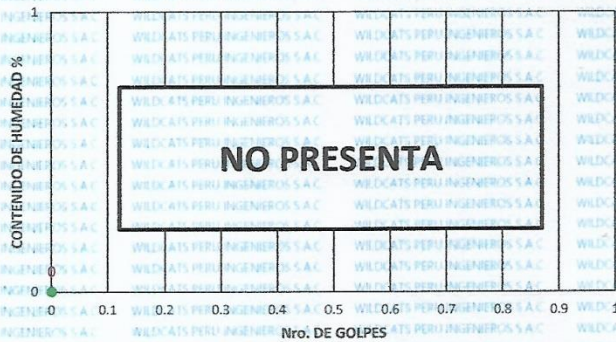
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA	NO PRESENTA	
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Mingaya

Ing. Rafael Armando Charcape Mingaya

CIP N° 100728 - CONSULTOR C13382

JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 - 946415355

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com

Wpiscac2013a@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

IRUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGINDO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 11 DE AGOSTO DEL 2021

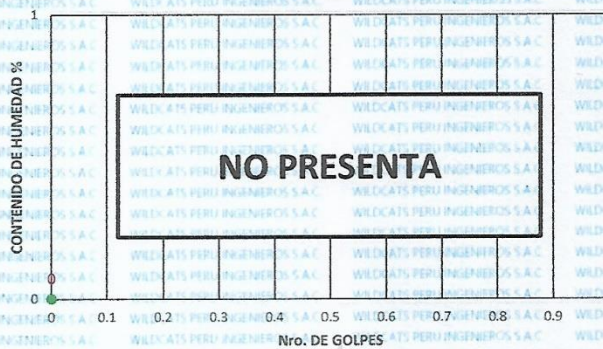
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA	NO PRESENTA	
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcaño Mingoya

Ing. Rafael Armando Charcaño Mingoya
CIP Nº 100028 - CONSULTOR C13392
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse 121 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946475555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpsac2013@hotmail.com



**LIMITES DE
CONSISTENCIA
ADICIONANDO 3L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 30 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA	NO PRESENTA	
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUÍDEZ



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcaño Miranda
 Ing. Rafael Armando Charcaño Miranda
 CIP Nº 100928 - CONSULTOR C13362
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Alz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 94645555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpsac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 30 DE AGOSTO DEL 2021

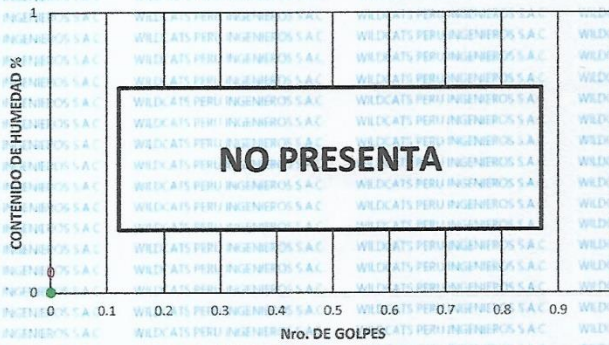
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA	NO PRESENTA	
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Mingya
 Ing. Rafael Armando Charcape Mingya
 CIP Nº 100028 - CONSULTOR C13352
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946475355
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

IRUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 30 DE AGOSTO DEL 2021

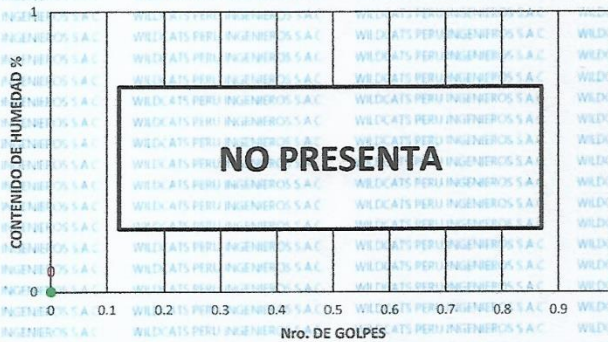
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA	NO PRESENTA	
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charco Miranda
 Ing. Rafael Armando Charco Miranda
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13382
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse 1251 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 94645555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpsac2013a@hotmail.com



**LIMITES DE
CONSISTENCIA
ADICIONANDO 5L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGEBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANGASH
Fecha : 30 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA	NO PRESENTA	
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charco Miranda
 Ing. Rafael Armando Charco Miranda
 CIP N° 100728 - CONSULTOR C13382
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 94645555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpsac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 30 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA	NO PRESENTA	
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charco Mingya
 Ing. Rafael Armando Charco Mingya
 CIP N° 100728 - CONSULTOR C13382
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse 121 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 94645553
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpsac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

RUC 20569160652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLIMERO ACRÍLICO AGGREGINDO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 30 DE AGOSTO DEL 2021

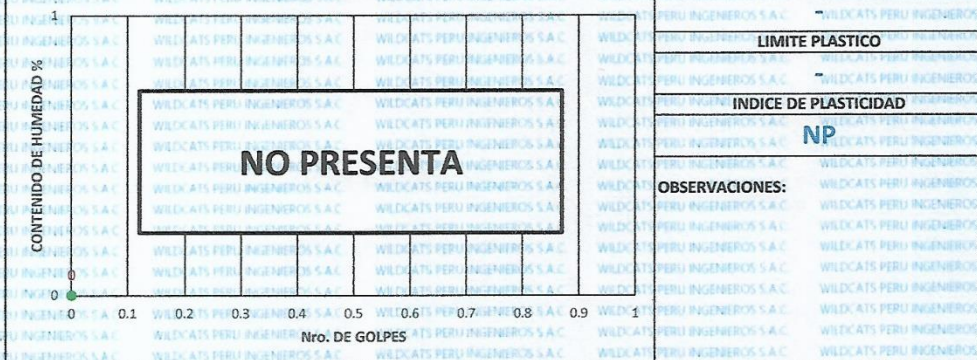
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		NO PRESENTA
PESO DE LA TARA		
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Miraflores

Ing. Rafael Armando Charcape Miraflores
CIP Nº 100028 - CONSULTOR C13302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse 11 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946445555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013a@hotmail.com



**LIMITES DE
CONSISTENCIA
ADICIONANDO 7L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 00112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 31 DE AGOSTO DEL 2021

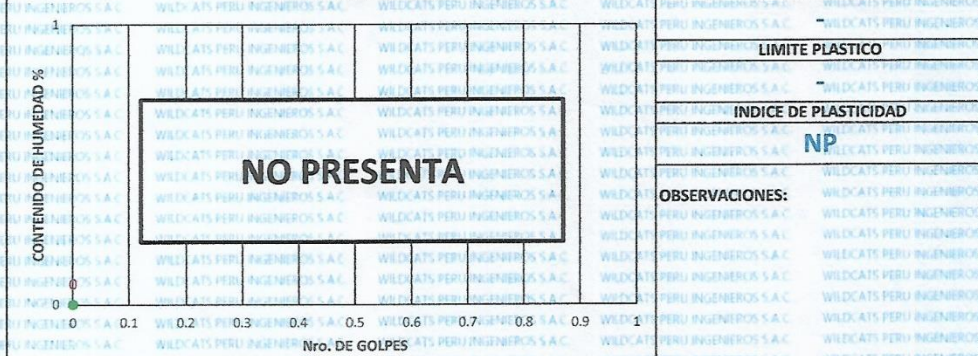
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		NO PRESENTA
PESO DE LA TARA		
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charcas Miraya
CIP N° 100928 - CONSULTOR C13302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 94675335

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpisac2013@hotmail.com





**Wildcats Peru
Ingenieros SAC**

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGADO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 31 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		NO PRESENTA
PESO DE LA TARA		
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO
LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD
NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charco Miranda

Ing. Rafael Armando Charco Miranda
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13952
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 946475355
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLIMERO ACRÍLICO AGGREGINDO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 31 DE AGOSTO DEL 2021

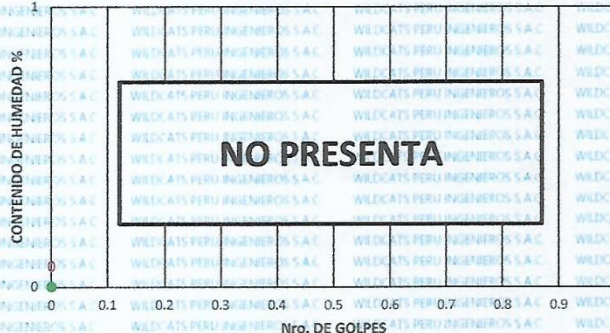
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : A C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

DATOS DE LA MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro DE CAPSULA		
PESO TARA + SUELO HUMEDO		
PESO TARA + SUELO SECO		
PESO DE LA TARA		NO PRESENTA
PESO DEL AGUA		
PESO DEL SUELO SECO		
HUMEDAD		
Nro DE GOLPES		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

NP

OBSERVACIONES:



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcano Mingya

Ing. Rafael Armando Charcano Mingya

CIP Nº 100726 - CONSULTOR C13302

JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular: 938124054 94645555

Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com

Wpisac2013@hotmail.com



**PROCTOR
MODIFICADO SIN
ADICIÓN DE
AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIN® PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 12 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

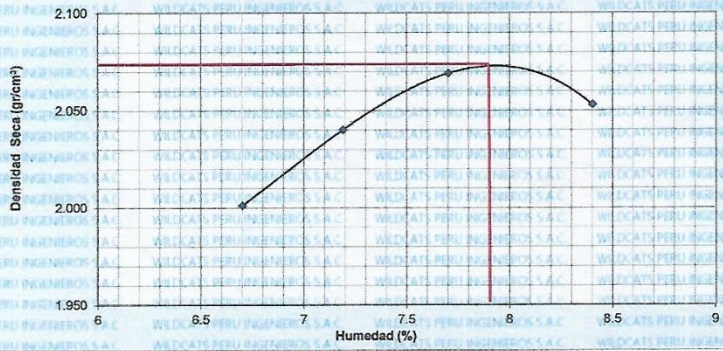
Compactación

Nº Prueba	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7300	7410	7500	7490
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 4535	4645	4735	4725
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.135	2.187	2.229	2.225

Humedad

Nº de tara				
Tara + suelo húmedo	gr 137.0	145.0	135.0	139.0
Tara + Suelo seco	gr 129.0	136.0	126.0	129.0
Peso de agua	gr 8.0	9.0	9.0	10.0
Peso de tara	gr 9.7	10.7	9.8	9.7
Peso suelo seco	gr 119.3	125.3	116.2	119.3
Contenido de humedad	% 6.7	7.2	7.7	8.4
Densidad seca	gr/cm3 2.001	2.040	2.069	2.053
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.072			
Óptimo Contenido de Humedad	% 7.9			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Rafael Armando Charco y Miranda
 Ing. Rafael Armando Charco y Miranda
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13392
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Gutsse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124034 - 946475553
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGADO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 13 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

Compactación					
Nº Prueba		1	2	3	4
Nº de capas		5	5	5	5
Nº de golpes por capa		25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr	7350	7445	7560	7525
Peso del Molde	gr	2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr	4585	4680	4795	4760
Volumen del Molde	cm ³	2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.159	2.203	2.258	2.241
Humedad					
Nº de tara					
Tara + suelo húmedo	gr	140.0	134.0	143.0	129.0
Tara + Suelo seco	gr	131.0	125.0	132.0	118.0
Peso de agua	gr	9.0	9.0	11.0	11.0
Peso de tara	gr	9.9	10.2	9.7	9.2
Peso suelo seco	gr	121.1	114.8	122.3	108.8
Contenido de humedad	%	7.4	7.8	9.0	10.1
Densidad seca	gr/cm ³	2.009	2.043	2.071	2.035
Maáxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.073			
Óptimo Contenido de Humedad	%	8.8			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Ananda Charcape Miranda
 Ing. Rafael Ananda Charcape Miranda
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13352
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz J1 - Lote 2A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 94641555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante	: ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad	: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha	: 14 DE AGOSTO DEL 2021

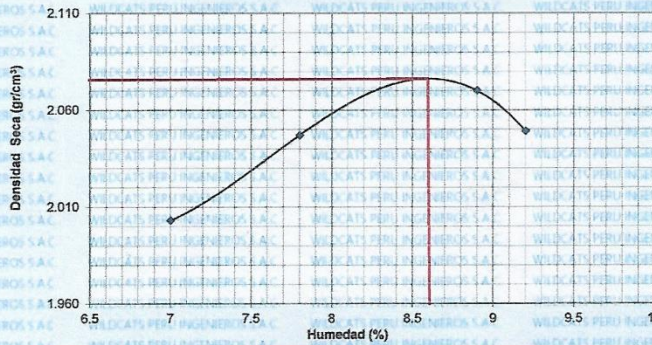
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata	: C - 3
Muestra	: M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

Nº Prueba	Compactación			
	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7300	7410	7551	7520
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 4535	4645	4786	4755
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.135	2.187	2.253	2.239
Humedad				
Nº de tara				
Tara + suelo húmedo	gr 132.0	149.0	120.0	128.0
Tara + Suelo seco	gr 124.0	139.0	111.0	118.0
Peso de agua	gr 8.0	10.0	9.0	10.0
Peso de tara	gr 9.2	10.1	9.5	9.8
Peso suelo seco	gr 114.8	128.9	101.5	108.2
Contenido de humedad	% 7.0	7.8	8.9	9.2
Densidad seca	gr/cm3 1.996	2.029	2.070	2.049
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.076			
Óptimo Contenido de Humedad	% 8.6			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Miraflores
Ing. Rafael Armando Charcape Miraflores
CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13382
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 94645555
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpsac2013@hotmail.com



**PROCTOR
MODIFICADO
ADICIONANDO 3L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 02 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

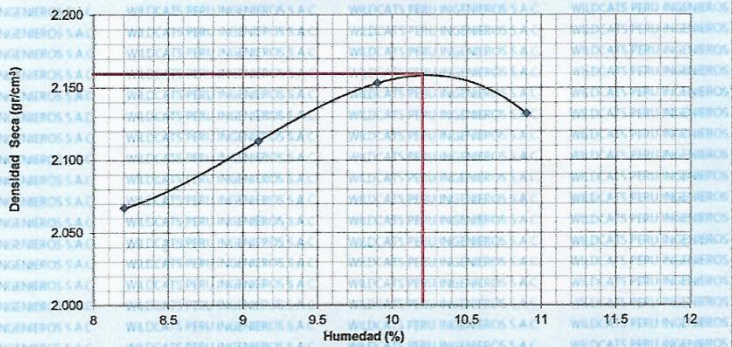
Compactación

Nº Prueba	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7516	7659	7790	7790
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 4751	4894	5025	5025
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.237	2.304	2.366	2.366

Humedad

Nº de tara				
Tara + suelo húmedo	gr 128.0	119.0	132.0	121.0
Tara + Suelo seco	gr 119.0	110.0	121.0	110.0
Peso de agua	gr 9.0	9.0	11.0	11.0
Peso de tara	gr 9.5	10.6	9.5	9.5
Peso suelo seco	gr 109.5	99.4	111.5	100.5
Contenido de humedad	% 8.2	9.1	9.9	10.9
Densidad seca	gr/cm3 2.067	2.113	2.153	2.132
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.159			
Óptimo Contenido de Humedad	% 10.2			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcoy Mireya
 Ing. Rafael Armando Charcoy Mireya
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13392
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 2A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124034 946445555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante	: ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad	: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha	: 03 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata	: C - 2
Muestra	: M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

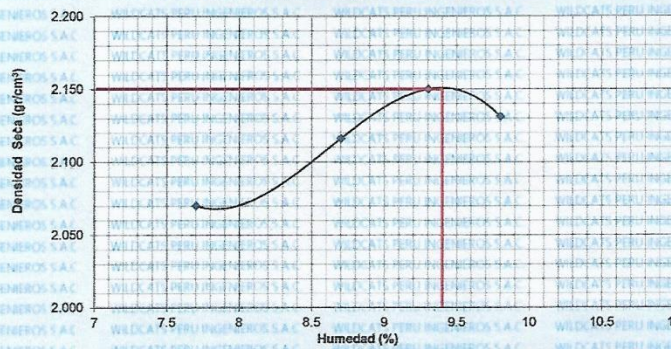
Compactación

Nº Prueba	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7500	7648	7757	7735
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 4735	4883	4992	4970
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.229	2.299	2.35	2.34

Humedad

Nº de tara				
Tara + suelo húmedo	gr 122.0	136.0	127.0	144.0
Tara + Suelo seco	gr 114.0	126.0	117.0	132.0
Peso de agua	gr 8.0	10.0	10.0	12.0
Peso de tara	gr 9.7	10.5	9.5	9.7
Peso suelo seco	gr 104.3	115.5	107.5	122.3
Contenido de humedad	% 7.7	8.7	9.3	9.8
Densidad seca	gr/cm3 2.070	2.116	2.150	2.131
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.150			
Óptimo Contenido de Humedad	% 9.4			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcaze Munguía

Ing. Rafael Armando Charcaze Munguía
CIP Nº 100726 - CONSULTOR C13362
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 946445555
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569166652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 04 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

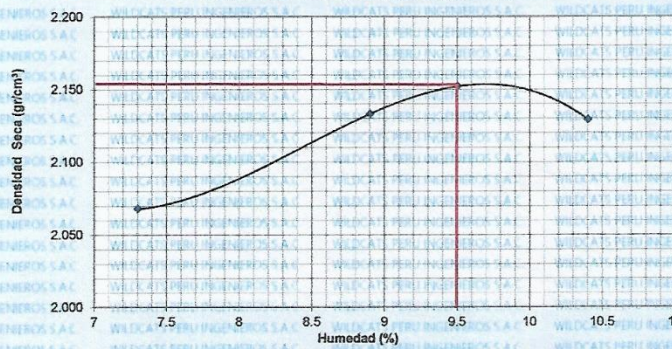
Compactación

Nº Prueba	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7479	7697	7768	7759
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 4714	4932	5003	4994
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.219	2.322	2.355	2.351

Humedad

Nº de tara				
Tara + suelo húmedo	gr 142.0	133.0	149.0	126.0
Tara + Suelo seco	gr 133.0	123.0	137.0	115.0
Peso de agua	gr 9.0	10.0	12.0	11.0
Peso de tara	gr 9.9	10.4	10.2	9.7
Peso suelo seco	gr 123.1	112.6	126.8	105.3
Contenido de humedad	% 7.3	8.9	9.5	10.4
Densidad seca	gr/cm3 2.068	2.133	2.152	2.129
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.152			
Óptimo Contenido de Humedad	% 9.5			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Miranda

Ing. Rafael Armando Charcape Miranda
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C1332
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 94645555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com



PROCTOR
MODIFICADO
ADICIONANDO 5L
DE AGGREBIND



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 20 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

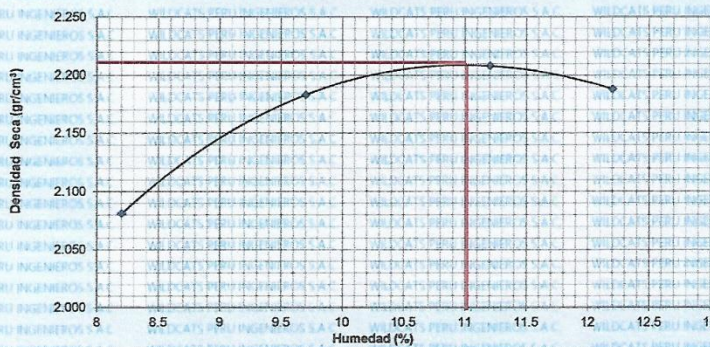
Compactación

Nº Prueba		1	2	3	4
Nº de capas		5	5	5	5
Nº de golpes por capa		25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr	7549	7850	7980	7980
Peso del Molde	gr	2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr	4784	5085	5215	5215
Volumen del Molde	cm ³	2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.252	2.394	2.455	2.455

Humedad

Nº de tara		1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	gr	128.0	135.0	119.0	138.0
Tara + Suelo seco	gr	119.0	124.0	108.0	124.0
Peso de agua	gr	9.0	11.0	11.0	14.0
Peso de tara	gr	9.8	10.3	9.9	9.5
Peso suelo seco	gr	109.2	113.7	98.1	114.5
Contenido de humedad	%	8.2	9.7	11.2	12.2
Densidad seca	gr/cm ³	2.081	2.183	2.208	2.188
Máxima Densidad Seca	gr/cm³	2.21			
Óptimo Contenido de Humedad	%	11			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Miraflores
 Ing. Rafael Armando Charcape Miraflores
 CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13362
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 2A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124034 - 946445555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 21 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

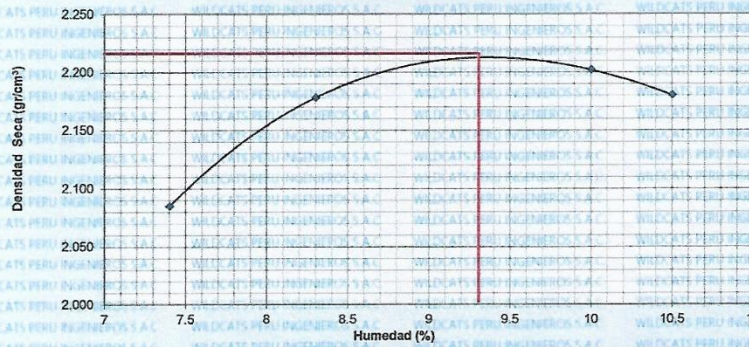
Compactación

Nº Prueba	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7520	7775	7910	7880
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 4755	5010	5145	5115
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.239	2.359	2.422	2.408

Humedad

Nº de tara				
Tara + suelo húmedo	gr 141.0	128.0	142.0	126.0
Tara + Suelo seco	gr 132.0	119.0	130.0	115.0
Peso de agua	gr 9.0	9.0	12.0	11.0
Peso de tara	gr 9.9	10.5	10.0	9.8
Peso suelo seco	gr 122.1	108.5	120.0	105.2
Contenido de humedad	% 7.4	8.3	10.0	10.5
Densidad seca	gr/cm3 2.085	2.178	2.202	2.180
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.212			
Óptimo Contenido de Humedad	% 9.3			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Characay Mungya
 Ing. Rafael Armando Characay Mungya
 CIP Nº 100128 - CONSULTOR C13392
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 946475555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante	: ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad	: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha	: 22 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata	: C - 3
Muestra	: M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

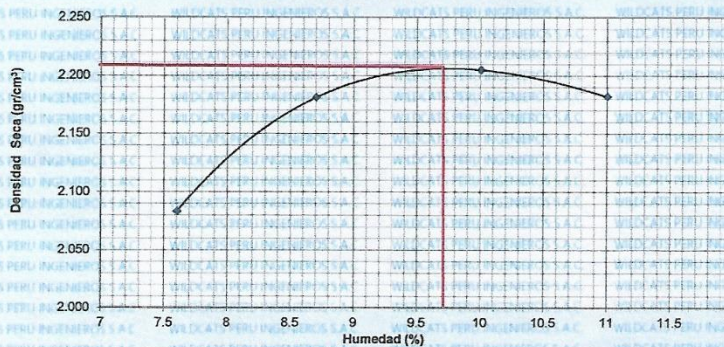
Compactación

Nº Prueba		1	2	3	4
Nº de capas		5	5	5	5
Nº de golpes por capa		25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr	7526	7800	7915	7910
Peso del Molde	gr	2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr	4761	5035	5150	5145
Volumen del Molde	cm ³	2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.242	2.371	2.425	2.422

Humedad

Nº de tara					
Tara + suelo húmedo	gr	137.0	148.0	131.0	151.0
Tara + Suelo seco	gr	128.0	137.0	120.0	137.0
Peso de agua	gr	9.0	11.0	11.0	14.0
Peso de tara	gr	9.5	10.1	9.5	9.9
Peso suelo seco	gr	118.5	126.9	110.5	127.1
Contenido de humedad	%	7.6	8.7	10.0	11.0
Densidad seca	gr/cm ³	2.083	2.181	2.205	2.182
Maáxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.208			
Óptimo Contenido de Humedad	%	9.7			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charco Miraflores
Ing. Rafael Armando Charco Miraflores
CIP Nº 100728 - CONSULTOR C13392
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 2A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 946445555
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpisac2013@hotmail.com



**PROCTOR
MODIFICADO
ADICIONANDO 7L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
Caracterización y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar Neq: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 07 DE OCTUBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

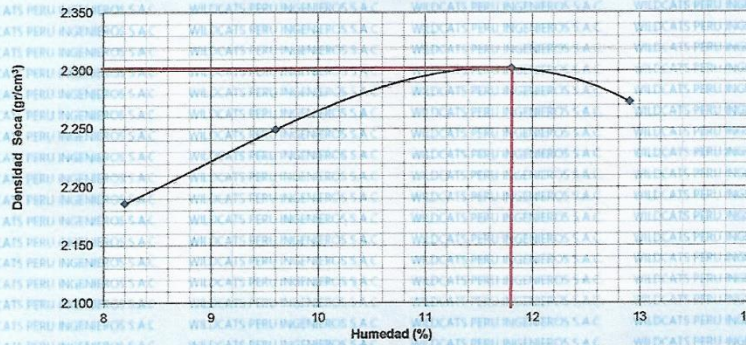
Compactación

Nº Prueba	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7790	8000	8231	8215
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 5025	5235	5466	5450
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.366	2.465	2.573	2.566

Humedad

Nº de tara	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	gr 154.0	147.0	152.0	141.0
Tara + Suelo seco	gr 143.0	135.0	137.0	126.0
Peso de agua	gr 11.0	12.0	15.0	15.0
Peso de tara	gr 9.5	10.1	9.8	9.8
Peso suelo seco	gr 133.5	124.9	127.2	116.2
Contenido de humedad	% 8.2	9.6	11.8	12.9
Densidad seca	gr/cm3 2.186	2.249	2.302	2.273
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.302			
Óptimo Contenido de Humedad	% 11.8			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Characay Mingya
 Ing. Rafael Armando Characay Mingya
 CIP Nº 100028 - CONSULTOR C13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946475553
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 08 DE OCTUBRE DEL 2021

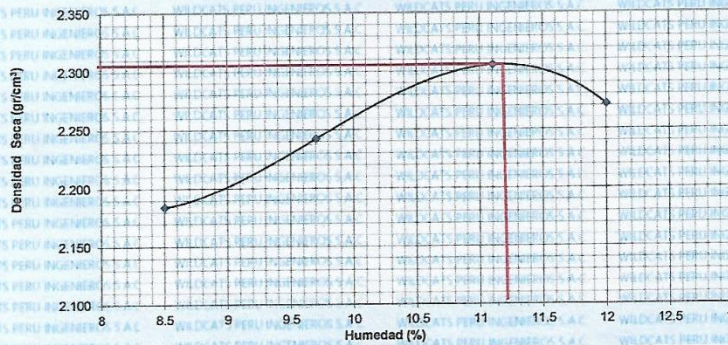
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

Compactación					
Nº Prueba		1	2	3	4
Nº de capas		5	5	5	5
Nº de golpes por capa		25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr	7800	7989	8205	8169
Peso del Molde	gr	2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr	5035	5224	5440	5404
Volumen del Molde	cm ³	2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.371	2.46	2.561	2.544
Humedad					
Nº de tara					
Tara + suelo húmedo	gr	137.0	146.0	140.0	149.0
Tara + Suelo seco	gr	127.0	134.0	127.0	134.0
Peso de agua	gr	10.0	12.0	13.0	15.0
Peso de tara	gr	9.8	10.3	9.9	9.5
Peso suelo seco	gr	117.2	123.7	117.1	124.5
Contenido de humedad	%	8.5	9.7	11.1	12.0
Densidad seca	gr/cm ³	2.184	2.242	2.305	2.271
Maáxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.305			
Óptimo Contenido de Humedad	%	11.2			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Chocoy
 Ing. Rafael Armando Chocoy Miraya
 CIP Nº 100128 - CONSULTOR C13352
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 946445333
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 68112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 09 DE OCTUBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 METODO "A"

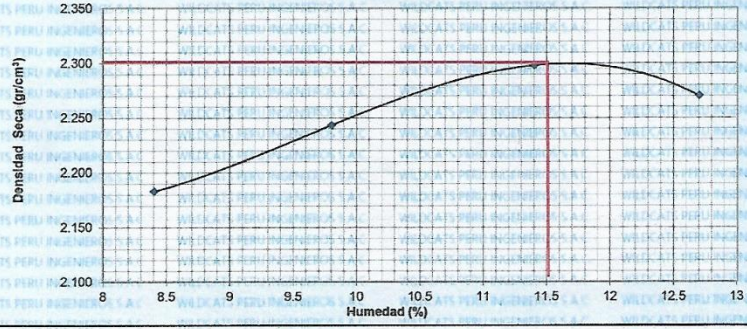
Compactación

Nº Prueba	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compactado	gr 7791	7995	8199	8199
Peso del Molde	gr 2765	2765	2765	2765
Peso suelo compactado	gr 5026	5230	5434	5434
Volumen del Molde	cm3 2124	2124	2124	2124
Densidad Húmeda	gr/cm3 2.366	2.462	2.558	2.558

Humedad

Nº de tara				
Tara + suelo húmedo	gr 152.0	136.0	147.0	134.0
Tara + Suelo seco	gr 141.0	124.0	133.0	120.0
Peso de agua	gr 11.0	12.0	14.0	14.0
Peso de tara	gr 9.9	1.3	9.7	9.9
Peso suelo seco	gr 131.1	122.7	123.3	110.1
Contenido de humedad	% 8.4	9.8	11.4	12.7
Densidad seca	gr/cm3 2.183	2.243	2.298	2.270
Maáxima Densidad Seca	gr/cm3 2.3			
Óptimo Contenido de Humedad	% 11.5			

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Rafael Armando Charco Mingya
 Ing. Rafael Armando Charco Mingya
 CIP Nº 100028 - CONSULTOR C13382
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124034 - 946475555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com



**C.B.R. DE SUELO
SIN ADICIÓN DE
AGGREGADO**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación

RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGEBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 16 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.072
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.9

MOLDE N°	I			II			III		
N° de capas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12	56	25	12	56	25	12
Contenido de Humedad %	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.072	1.972	1.888	2.072	1.972	1.888	2.072	1.972	1.888

MOLDE N°	I			II			III		
Penetración	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	235	200	165	235	200	165	235	200	165
Presión Patrón (Lb/pulg ²)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
C.B.R. (%)	23.5	20.0	16.5	23.5	20.0	16.5	23.5	20.0	16.5

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	
0.025		18	15	7	18	15	7	18	15	7
0.050		44	35	27	44	35	27	44	35	27
0.075		89	47	40	89	47	40	89	47	40
0.100	1000	122	71	49	122	71	49	122	71	49
0.150		186	115	91	186	115	91	186	115	91
0.200	1500	244	168	126	244	168	126	244	168	126
0.250		311	228	151	311	228	151	311	228	151
0.300	1900	375	270	188	375	270	188	375	270	188
0.400	2300	419	291	235	419	291	235	419	291	235
0.500	2600	446	295	239	446	295	239	446	295	239

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
16-08-21	0	0.000	0.000	0.000
17-08-21	24	0.000	0.000	0.000
18-08-21	48			
19-08-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" : 23.5
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" : 22.3



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Mingya
 Ing. Rafael Armando Charcape Mingya
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13392
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946415553
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cementación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR. BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 20 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.073
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.8

MOLDE N°	I			II			III		
	MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°		
N° de capas	5			5			5		
Numero de golpes/capa	56			25			12		
Contenido de Humedad %	8.8			8.8			8.8		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.073			1.975			1.881		
Penetración	0.1			0.1			0.1		
Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	254			219			184		
Presión Patrón (Lb/pulg ²)	1000			1000			1000		
C.B.R. (%)	25.4			21.9			18.4		

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
		Correccion (Lb/pulg ²)			Correccion (Lb/pulg ²)			Correccion (Lb/pulg ²)		
0.025		34			17			6		
0.050		42			32			19		
0.075		87			49			46		
0.100	1000	114			66			55		
0.150		205			123			99		
0.200	1500	249			178			116		
0.250		325			325			154		
0.300	1900	385			279			201		
0.400	2300	444			309			241		
0.500	2600	459			231			258		

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
20-08-21	0	0.000	0.000	0.000
21-08-21	24	0.000	0.000	0.000
22-08-21	48			
23-08-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" % 25.4
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" % 24.1



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Characay Miralza
 Ing. Rafael Armando Characay Miralza
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13392
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124034 - 94647555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 20569160652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 24 DE AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 2.076			
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 8.6			
	MOLDE N°	I	II	III
N° de capas		5	5	5
Numero de golpes/capa		56	25	12
Contenido de Humedad, %		8.6	8.6	8.6
Densidad Seca (gr/cm ³)		2.076	1.980	1.890

	MOLDE N°	I	II	III
Penetración		0.1	0.1	0.1
Presión Aplicada (Lb/pulg ²)		281	246	211
Presión Patrón (Lb/pulg ²)		1000	1000	1000
C.B.R. (%)		28.1	24.6	21.1

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		33	16	4
0.050		51	37	23
0.075		84	56	41
0.100	1000	128	60	56
0.150		208	122	103
0.200	1500	258	183	134
0.250		346	251	163
0.300	1900	390	280	212
0.400	2300	449	315	249
0.500	2600	480	321	253

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
24-08-21	0	0.000	0.000	0.000
25-08-21	24	0.000	0.000	0.000
26-08-21	48			
27-08-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" : % 28.1
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" : % 26.7



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Charco
 Ing. Rafael Armando Charco Murya
 CIP N° 100723 - CONSULTOR C13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



**C.B.R. DE SUELO
ADICIONANDO 3L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGEBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 06 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.159
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.2

MOLDE N°	I			II			III					
	N° de capas	Numero de golpes/capa	Contenido de Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	N° de capas	Numero de golpes/capa	Contenido de Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	N° de capas	Numero de golpes/capa	Contenido de Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)
	5	56	10.2	2.159	5	25	10.2	2.062	5	12	10.2	1.967

MOLDE N°	I			II			III		
	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)
	0.1	391	1000	0.1	356	1000	0.1	321	1000
	C.B.R. (%) 39.1			35.6			32.1		

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	
0.025		33	19	5						
0.050		62	41	26						
0.075		107	69	53						
0.100	1000	153	81	62						
0.150		239	160	129						
0.200	1500	313	215	148						
0.250		425	306	201						
0.300	1900	499	356	246						
0.400	2300	561	389	301						
0.500	2900	578	401	237						

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
06-09-21	0	0.000	0.000	0.000
07-09-21	24	0.000	0.000	0.000
08-09-21	48			
09-09-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" % 39.1
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" % 37.1



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Mingya
 Ing. Rafael Armando Charcape Mingya
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13392
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Ms. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946415353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 10 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.150
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.4

MOLDE N°	I			II			III		
	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)
5	0.1	324	1000	5	0.1	289	5	0.1	254
56	9.4	9.4	9.4	25	1000	1000	12	1000	1000
9.4	2.150	2.055	1.964						

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		43	23	5
0.050		55	45	25
0.075		110	68	55
0.100	1000	168	75	73
0.150		251	168	146
0.200	1500	346	236	161
0.250		432	306	201
0.300	1900	502	359	271
0.400	2300	580	402	304
0.500	2600	618	424	334

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
10-09-21	0	0.000	0.000	0.000
11-09-21	24	0.000	0.000	0.000
12-09-21	48			
13-09-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" : 32.4
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" : 30.8



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcaze Miranda
 Ing. Rafael Armando Charcaze Miranda
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Alz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946415353
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013a@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
 I.R.U.C. 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGEBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 14 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.152
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.5

MOLDE N°	I			II			III				
	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)		
56	0.1	355	355	5	0.1	320	5	0.1	285		
9.5	1000	1000	1000	9.5	1000	1000	9.5	1000	1000		
2.152	C.B.R. (%) 35.5			2.056	32.0			1.962	28.5		

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		31	16	8
0.050		73	47	34
0.075		123	73	63
0.100	1000	160	92	76
0.150		262	176	134
0.200	1500	357	252	173
0.250		457	323	223
0.300	1900	546	370	273
0.400	2300	619	420	333
0.500	2600	638	443	362

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
14-09-21	0	0.000	0.000	0.000
15-09-21	24	0.000	0.000	0.000
16-09-21	48			
17-09-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" % 35.5
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" % 33.7



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Rafael Armando Charcaze Mingya
 Ing. Rafael Armando Charcaze Mingya
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13362
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Afz. J1 - Lote 2A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 94645555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
 Wpsac2013@hotmail.com



**C.B.R. DE SUELO
ADICIONANDO 5L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGEBIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 24 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.210
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.0

MOLDE N°	I			II			III		
	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada
5	0.1	478	5	0.1	443	5	0.1	408	
56	478	1000	25	443	1000	12	408		
11.0	47.8		11.0	44.3		11.0	40.8		
2.210			2.116			2.025			

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		31	19	12
0.050		90	56	40
0.075		131	81	78
0.100	1000	202	103	90
0.150		330	193	171
0.200	1500	423	280	187
0.250		532	383	249
0.300	1900	644	460	323
0.400	2300	725	498	398
0.500	2600	774	507	411

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
24-09-21	0	0.000	0.000	0.000
25-09-21	24	0.000	0.000	0.000
26-09-21	48			
27-09-21	72			
	96			
Expansión Promedio		%	No Presenta	

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" % 47.8
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" % 45.4



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charca de Miranda
 Ing. Rafael Armando Charca de Miranda
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946415553
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 28 DE SETIEMBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.212
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.3

MOLDE N°	I			II			III		
	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	N° de capas	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)
5	0.1	497	1000	5	0.1	462	5	0.1	427
56	49.7	462	1000	25	46.2	462	12	42.7	427
9.3	49.7	462	1000	9.3	46.2	462	9.3	42.7	427
2.212	49.7	46.2	42.7	2.117	46.2	42.7	2.019	42.7	42.7

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025	48	19	13	
0.050	79	57	44	
0.075	156	89	63	
0.100	1000	194	105	83
0.150	324	210	171	
0.200	1500	422	286	200
0.250	549	403	263	
0.300	1900	660	454	337
0.400	2300	756	521	384
0.500	2600	771	533	416

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
28-09-21	0	0.000	0.000	0.000
29-09-21	24	0.000	0.000	0.000
30-09-21	48			
01-10-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" % 49.7
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" % 47.2



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charca
Ing. Rafael Armando Charca Miranda
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946415355
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de
Consolidación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 02 DE OCTUBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	:	2.208
Óptimo Contenido de Humedad (%)	:	9.7
	MOLDE N°	I II III
N° de capas		5 5 5
Numero de golpes/capa		56 25 12
Contenido de Humedad %		9.7 9.7 9.7
Densidad Seca (gr/cm ³)		2.208 2.115 2.025
	MOLDE N°	I II III
Penetración		0.1 0.1 0.1
Presión Aplicada (Lb/pulg ²)		453 418 383
Presión Patrón (Lb/pulg ²)		1000 1000 1000
C.B.R. (%)		45.3 41.8 38.3

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		50	20	7
0.050		79	63	33
0.075		156	96	76
0.100	1000	202	119	93
0.150		347	222	189
0.200	1500	430	328	199
0.250		566	424	278
0.300	1900	672	480	334
0.400	2300	788	529	420
0.500	2600	824	543	457

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
02-10-21	0	0.000	0.000	0.000
03-10-21	24	0.000	0.000	0.000
04-10-21	48			
05-10-21	72			
	96			
Expansión Promedio %		No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" % 45.3
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" % 43.0



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Charco
 Ing. Rafael Armando Charco Miranda
 CIP N° 100726 - CONSULTOR C13382
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Gálvez Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 94644553
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com



**C.B.R. DE SUELO
ADICIONANDO 7L
DE AGGREBIND**



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20509168652 - Reg. Consultor C 69112

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 11 DE OCTUBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 1
Muestra : M - 1

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 2.302		
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 11.8		
	MOLDE N°		
	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12
Contenido de Humedad	11.8 %	11.8	11.8
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.302	2.209	2.118
	MOLDE N°		
	I	II	III
Penetración	0.1	0.1	0.1
Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	619	584	549
Presión Patrón (Lb/pulg ²)	1000	1000	1000
C.B.R. (%)	61.9	58.4	54.9

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		44	30	7
0.050		107	67	41
0.075		167	100	85
0.100	1000	244	133	96
0.150		381	233	211
0.200	1500	485	344	222
0.250		637	474	318
0.300	1900	741	537	374
0.400	2300	870	592	448
0.500	2800	915	626	481

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
11-10-21	0	0.000	0.000	0.000
12-10-21	24	0.000	0.000	0.000
13-10-21	48			
14-10-21	72			
		96		
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" : 61.9 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" : 58.8 %



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Amador Charcano Miranda

Ing. Rafael Amador Charcano Miranda
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13382
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisae Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 94645555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpsac2013@hotmail.com



INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASÍL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 15 DE OCTUBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 2
Muestra : M - 2

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.305
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 11.2

	MOLDE N°			C.B.R. (%)
	I	II	III	
N° de capas	5	5	5	
Numero de golpes/capa	56	25	12	
Contenido de Humedad (%)	11.2	11.2	11.2	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.305	2.206	2.112	
				68.5
				65.0
				61.5

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		38	27	15
0.050		95	72	42
0.075		175	103	80
0.100	1000	229	146	107
0.150		385	263	213
0.200	1500	518	362	229
0.250		667	484	335
0.300	1900	777	556	392
0.400		880	636	472
0.500	2600	937	644	518

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
15-10-21	0	0.000	0.000	0.000
16-10-21	24	0.000	0.000	0.000
17-10-21	48			
18-10-21	72			
	96			

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" % 68.5
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" % 65.1

Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charco Murua
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13392
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS
 Dirección: Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 938124054 - 946445355
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 69312

INFORME

Solicitante : ORTIZ ROLDAN JUAN SEBASTIAN
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE, JR BRASIL, VILLA MARÍA, NUEVO CHIMBOTE, 2021.
Lugar : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 19 DE OCTUBRE DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	:	2.300	
Óptimo Contenido de Humedad (%)	:	11.5	
MOLDE N°			
	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12
Contenido de Humedad %	11.5	11.5	11.5
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.300	2.206	2.116
MOLDE N°			
	I	II	III
Penetración	0.1	0.1	0.1
Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	652	617	582
Presión Patrón (Lb/pulg ²)	1000	1000	1000
C.B.R. (%)	65.2	61.7	58.2

APLICACIÓN DE CARGA

Penetración (pulg)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)	Corrección (Lb/pulg ²)
0.025		43	31	12
0.050		90	70	51
0.075		171	105	90
0.100	1000	265	125	113
0.150		401	233	198
0.200	1500	514	385	245
0.250		677	479	339
0.300	1900	809	580	401
0.400	2300	918	623	479
0.500	2600	934	646	537

EXPANSION

FECHA	HORA	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
19-10-21	0	0.000	0.000	0.000
20-10-21	24	0.000	0.000	0.000
21-10-21	48			
22-10-21	72			
	96			
Expansión Promedio	%	No Presenta		

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" : **65.2**
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" : **61.9**




WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charay Miraya
 Ing. Rafael Armando Charay Miraya
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13302
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisao Mz. J1 - Lote 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote.
 Celular: 938124054 - 946475555
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
 Wpisac2013@hotmail.com



Anexo 9: Licencias Software, certificados de calibración de equipos

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 328 - 2021 Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC

Dirección : JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA

Marca de Celda : MAVIN
Modelo de Celda : NS4-5T
Serie de Celda : E8502882
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGHT WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X2
Serie de Indicador : 01822315

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
u5 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

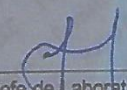
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,3	23,2
Humedad %	65	64

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 328 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	499,72	500,20	0,06	-0,04	499,96	0,01	-0,10
1000	1001,84	1002,62	-0,18	-0,26	1002,23	-0,22	-0,08
1500	1502,70	1502,25	-0,18	-0,15	1502,48	-0,16	0,03
2000	2002,65	2003,33	-0,13	-0,17	2002,99	-0,15	-0,03
2500	2503,69	2504,38	-0,15	-0,18	2504,04	-0,16	-0,03
3000	3002,26	3003,23	-0,08	-0,11	3002,75	-0,09	-0,03
3500	3502,16	3504,71	-0,06	-0,13	3503,44	-0,10	-0,07
4000	3999,62	4003,30	0,01	-0,08	4001,46	-0,04	-0,08

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9996x - 1,429$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

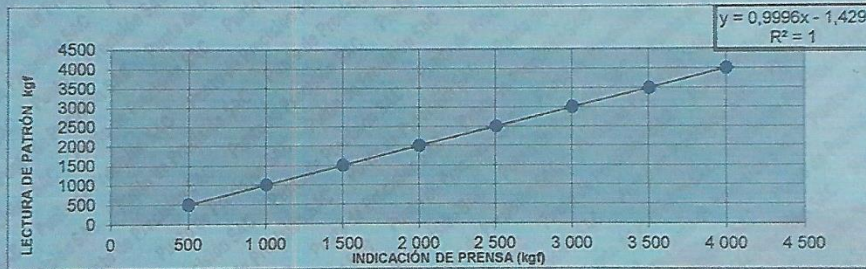
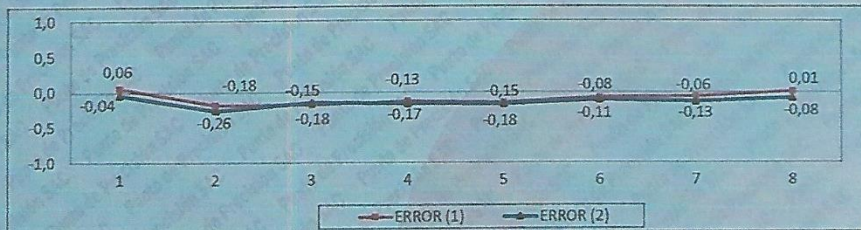


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

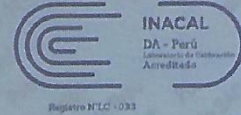
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-372-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 252-2021
 Fecha de Emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC

Dirección : JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SE602F

Número de Serie : B528438327

Alcance de Indicación : 600 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-07-05

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración


La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de WILDCATS PERU INGENIEROS SAC
JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



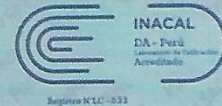
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-372-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	21,2	21,3
Humedad Relativa	69,5	71,6

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g. No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	300,01	0,008	0,006	600,00	0,007	-0,003
2	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,002
3	300,00	0,006	-0,002	600,01	0,007	0,007
4	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,006	-0,002
5	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,009	-0,005
6	300,00	0,006	-0,002	600,00	0,008	-0,004
7	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,007	-0,003
8	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,002
9	300,00	0,006	-0,002	600,00	0,009	-0,005
10	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,008	-0,004
Diferencia Máxima			0,010	0,012		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		

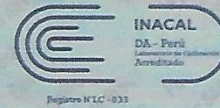


PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	0,007	-0,002	200,00	200,00	0,008	-0,003	-0,001
2		0,10	0,006	-0,001		199,99	0,007	-0,012	-0,011
3		0,10	0,007	-0,002		200,00	0,006	-0,001	0,001
4		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,009	-0,004	-0,003
5		0,10	0,008	-0,003		199,98	0,008	-0,023	-0,020
Error máximo permitido ±									0,3 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,007	-0,002						
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,001	0,20	0,006	-0,001	0,001	0,1
20,000	20,00	0,007	-0,002	0,000	20,00	0,007	-0,002	0,000	0,1
50,000	50,00	0,009	-0,004	-0,002	50,00	0,006	-0,001	0,001	0,1
70,000	70,00	0,008	-0,003	-0,001	70,00	0,008	-0,003	-0,001	0,2
100,000	100,00	0,007	-0,002	0,000	100,00	0,006	-0,001	0,001	0,2
150,000	150,01	0,006	0,009	0,011	150,00	0,009	-0,004	-0,002	0,2
200,000	200,00	0,009	-0,004	-0,002	200,00	0,007	-0,002	0,000	0,2
400,001	400,00	0,007	-0,003	-0,001	400,00	0,006	-0,002	0,000	0,3
500,000	500,01	0,006	0,009	0,011	500,00	0,008	-0,003	-0,001	0,3
600,001	600,01	0,007	0,007	0,008	600,01	0,007	0,007	0,008	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,68 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,28 \times 10^{-6} g^2 + 1,14 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-373-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 252-2021
Fecha de Emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC

Dirección : JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J.
MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA -
ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : B847537395

Alcance de Indicación : 30 kg

División de Escala de Verificación (e) : 10 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-07-05

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de WILDCATS PERU INGENIEROS SAC
JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



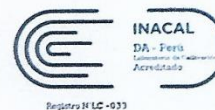
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-373-2021

Página 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,1	21,1
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30,000 kg. No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

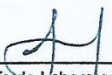
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 kg		Carga L2= 30,000 kg			
	I (kg)	ΔL (g)	I (kg)	ΔL (g)		
	Temp. (°C)		Temp. (°C)			
			Inicial	Final		
			21,1	21,1		
1	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,9	-0,4
2	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,6	-0,1
3	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,7	-0,2
4	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,8	-0,3
5	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,9	-0,4
6	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,9	-0,4
7	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,7	-0,2
8	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,6	-0,1
9	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,8	-0,3
10	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima			0,3			
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-373-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,010	0,010	0,8	-0,3	10,000	10,000	0,7	-0,2	0,1
2		0,010	0,6	-0,1		10,000	0,7	-0,2	-0,1
3		0,010	0,7	-0,2		10,001	0,6	0,9	1,1
4		0,010	0,6	-0,1		9,999	0,9	-1,4	-1,3
5		0,010	0,9	-0,4		10,000	0,8	-0,3	0,1

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,0	0,010	0,8	-0,3						
0,0	0,020	0,7	-0,2	0,1	0,020	0,9	-0,4	-0,1	10
0,5	0,500	0,6	-0,1	0,2	0,500	0,7	-0,2	0,1	10
2,0	2,000	0,9	-0,4	-0,1	2,000	0,9	-0,4	-0,1	10
5,0	5,001	0,8	0,7	1,0	5,000	0,8	-0,3	0,0	10
7,0	7,000	0,7	-0,2	0,1	7,000	0,7	-0,2	0,1	20
10,0	10,001	0,6	0,9	1,2	10,000	0,6	-0,1	0,2	20
15,0	15,000	0,8	-0,3	0,0	15,000	0,9	-0,4	-0,1	20
20,0	20,000	0,9	-0,4	-0,1	20,000	0,7	-0,2	0,1	20
25,0	25,000	0,7	-0,2	0,1	25,000	0,8	-0,3	0,0	30
30,0	30,000	0,9	-0,4	-0,1	30,000	0,9	-0,4	-0,1	30

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,92 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,64 \times 10^{-4} g^2 + 2,13 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 989 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC

Dirección : JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES
ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"

Marca : NO INDICA

Serie : 614

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

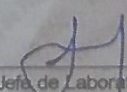
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	71	70

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 990 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIERIOS SAC

Dirección : JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR

Capacidad : 10 lb

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 0442 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2021	PUNTO DE PRECISIÓN


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,8	21,6
Humedad %	71	70

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 990 - 2021

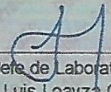
Página : 2 de 2

Resultados de Verificación

MEDICIONES	ALTURA DE CAIDA (mm)	PESO (g)	DIÁMETRO DE CARA DE IMPACTO (mm)
1	456	4540,03	50,35
2	456	4540,03	50,32
3	455	4540,03	50,38
4	456	4540,03	50,36
5	456	4540,03	50,33
6	456	4540,03	50,35
PROMEDIO	455,8	4540,03	50,35
ESTANDAR	457,2	4536,4	50,80
TOLERANCIA \pm	1,3 mm	9 g	0,13 mm
ERROR	-1,4 mm	3,63 g	-0,45 mm

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 992 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC

Dirección : JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH.

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : PERUTEST
Modelo de Copa : PT-CC
Serie de Copa : 038

Contómetro : ANALÓGICO
Marca de Contómetro : UPGREEN
Modelo de Contómetro : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

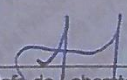
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,5
Humedad %	71	71

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 182631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 992 - 2021

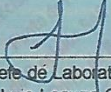
Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE				EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,95	2,26	26,44	46,25	52,35	149,79	125,04	10,06	2,05	13,17
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,95	0,26	-0,56	-0,75	2,35	-0,21	0,04	0,06	0,05	-0,33

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 993 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC
Dirección : JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES
ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : FIERRO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : 2A

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

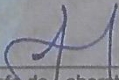
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,8
Humedad %	72	71

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 993 - 2021

Página : 2 de 2



DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES


N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,65	152,27	177,07
2	152,59	152,35	177,04
3	152,57	152,51	177,06
4	152,61	152,32	177,06
5	152,60	152,28	177,06
6	152,57	152,30	177,07
PROMEDIO	152,60	152,34	177,06
ESTANDAR	152,40	152,40	177,80
TOLERANCIAS (±)	0,66	0,66	0,46
ERROR	0,20	-0,06	-0,74
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	3233 cm ³		

N° DE MEDICIONES	MEDIDAS DEL DISCO ESPACIADOR	
	DIAMETRO mm	ALTURA mm
1	150,88	61,60
2	150,79	61,57
3	150,85	61,72
4	150,71	61,68
5	150,81	61,65
6	150,79	61,70
PROMEDIO	150,81	61,65
ESTANDAR	150,80	61,37
ERROR	0,01	0,28

pesa anular:	2287 g
pesa ranurada:	2279 g
masa total	4566 g

FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 994 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC
Dirección : JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : FIERRO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : 3A

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión SAC no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,7
Humedad %	71	71

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

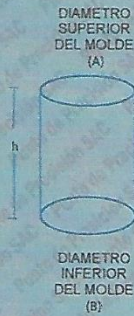


Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 994 - 2021

Página : 2 de 2



DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES


N° DE MEDICIONES	DIAMETRO SUPERIOR	DIAMETRO INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,04	152,45	176,26
2	152,08	152,36	177,01
3	152,07	152,39	177,11
4	152,07	152,41	177,07
5	152,09	152,36	176,71
6	152,06	152,41	177,07
PROMEDIO	152,07	152,40	176,87
ESTANDAR	152,40	152,40	177,80
TOLERANCIAS (±)	0,66	0,66	0,46
ERROR	-0,33	0,00	-0,93
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	3219 cm ³		

N° DE MEDICIONES	MEDIDAS DEL DISCO ESPACIADOR	
	DIAMETRO mm	ALTURA mm
1	150,88	61,60
2	150,79	61,57
3	150,85	61,72
4	150,71	61,68
5	150,81	61,65
6	150,79	61,70
PROMEDIO	150,81	61,65
ESTANDAR	150,80	61,37
ERROR	0,00	0,28

pesa anular:	2267 g
pesa ranurada:	2246 g
masa total	4513 g

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 995 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC
Dirección : JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES
ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : FIERRO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : 1A

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. ALMIRANTE GUISE MZ. J1 LT. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,1	21,3
Humedad %	71	71

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

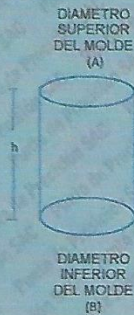


Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 995 - 2021

Página : 2 de 2



DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES


N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,32	152,19	176,81
2	152,17	152,26	176,92
3	152,51	152,21	176,83
4	152,43	152,36	176,97
5	152,39	152,31	176,81
6	152,35	152,35	176,99
PROMEDIO	152,36	152,28	176,89
ESTANDAR	152,40	152,40	177,80
TOLERANCIAS (±)	0,66	0,66	0,46
ERROR	-0,04	-0,12	-0,91
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	3223 cm ³		

N° DE MEDICIONES	MEDIDAS DEL DISCO ESPACIADOR	
	DIAMETRO mm	ALTURA mm
1	150,88	61,80
2	150,79	61,57
3	150,85	61,72
4	150,71	61,68
5	150,81	61,65
6	150,79	61,70
PROMEDIO	150,81	61,65
ESTANDAR	150,80	61,37
ERROR	0,00	0,28

pesa anular:	2269 g
pesa ranurada:	2257 g
masa total	4526 g

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



CONSTANCIA DE REGISTRO N° 065555-2021

EL MINISTERIO DE SALUD, A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD-INS, HACE CONSTAR MEDIANTE LA PRESENTE QUE:

EMPRESA **WILDCATS PERU INGENIEROS SAC.**
RUC **20569168652**
SECTOR **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

HA REGISTRADO CON FECHA 18/06/2021 SU **PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID-19 EN EL TRABAJO**, CONFORME A LO ESTABLECIDO EN LA R.M. 239-2020-MINSA Y SUS NORMAS MODIFICATORIAS.



7169b553

Jesús María, 18 de Junio del 2021

MINISTERIO DE SALUD
¡La Salud Nos Une!

La información consignada en el SICOVID, tiene carácter de declaración jurada y ha sido remitida a las instancias de fiscalización correspondiente.



CONSTANCIA DE REGISTRO N° 065555-2021

LISTADO DE SEDES REGISTRADAS

EL MINISTERIO DE SALUD, A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD-INS, HACE CONSTAR QUE HA(N) SIDO REGISTRADA(S) LA(S) SIGUIENTE(S) SEDE(S):

ESTABLECIMIENTO	PRINCIPAL (000000)
DIRECCION	JR. ALMIRANTE GUISE MZA. J1 LOTE 24 P.J. MIRAFLORES ALTO ANCASH SANTA CHIMBOTE (*) ZONA DE ALTO RIESGO: SI

Jesús María, 18 de Junio del 2021

MINISTERIO DE SALUD
¡La Salud Nos Une!

La información consignada en el SICOVID, tiene carácter de declaración jurada y ha sido remitida a las instancias de fiscalización correspondiente.

(*) ZONA DE ALTO RIESGO

Se precisa que la entidad/empresa que ha registrado se encuentra en una zona definida de alto riesgo de exposición por COVID-19, conforme a la normatividad vigente. Por tanto, antes de la reanudación de la(s) actividad(es) que ha declarado, Ud. debe contar con la resolución ministerial del sector correspondiente, que apruebe el inicio de actividades o unidades productivas.