



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete – Lima 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Gonzales Eguchi, Fabricio Genso (orcid.org/0000-0001-7822-6323)

ASESOR:

Mg. Ing. Villegas Martinez, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a misPadres Nelly y Jorge por su constante apoyo, sus consejos y enseñanzas en cada momento de mi vida.

Agradecimiento

A mis padres, Ambos en todo momento han sido como un motor que me da la fuerza y me impulsa a cumplir mis sueños, quienes siempre me apoyaron en los días más difíciles de mis estudios. En esta fecha tan importante, donde concluyo mis estudios, les quiero regalar a ustedes este logro querido padres, como una de mis más importantes metas logradas.

“Gracias por creer en mi”.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	23
3.1 Tipo y diseño de investigación	23
3.1.1 Tipo de Investigación.....	23
3.1.2 Diseño de investigación.....	23
3.1.3 Enfoque de Investigación	23
3.2 Variables y operacionalización.....	23
3.3 Población, muestra y muestreo.....	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5 Procedimientos	26
3.6 Métodos de análisis de datos.....	27
3.7 Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS	46

Índice de Tablas

Tabla.1	Instrumentos de recolección de datos.....	26
Tabla.2	Análisis Granulométrico por tamizado Escoria de Acero molido	28
Tabla.3	Análisis Granulométrico por tamizado – Vidrio Molido	29
Tabla.4	Ensayos de laboratorio aplicados.....	30
Tabla.5	Clasificación de suelos natural según AASHTO y SUCS	30
Tabla.6	Clasificación de suelo más la incorporación de Escoria de acero molido y Vidrio molido	31
Tabla.7	Ensayo de Límites de Consistencia.....	32
Tabla.8	Ensayo de Proctor Modificado.....	33
Tabla.9	Ensayo de CBR.....	35

Índice de Figuras

Figura.1	Escoria de acero	17
Figura.2	Vidrio Reciclado	18
Figura.3	Cantidad de Calicatas para Exploración de suelos	19
Figura.4	Clasificación de suelo basado en el Índice de Plasticidad.....	20
Figura.5	Clasificación de suelo basado en el Tamaño de partículas	20
Figura.6	Límites de Consistencia	21
Figura.7	Correlación de los tipos de suelos AASHTO/SUCS	21
Figura.8	Categorías de subrasante basado en el CBR	22
Figura.9	Normas según fichas técnicas de ensayos	25
Figura.10	Curva Granulométrica Escoria de Acero Molido.....	28
Figura.11	Curva Granulométrica Vidrio Molido.....	29
Figura.12	Análisis Granulométrico por Tamizado.....	31
Figura.13	Ánalysis Granulométrico por Tamizado.....	32
Figura.14	Límites de Consistencia	33
Figura.15	Máxima Densidad Seca.....	34
Figura.16	Optimo Contenido de Humedad.....	34
Figura.17	Relación de Soporte de California.....	35
Figura.18	Centro Poblado Nuevo Cañete	51
Figura.19	Ubicación calicata N°01	51
Figura.20	Ubicación calicata N°02	52
Figura.21	Ubicación calicata N°03	52
Figura.22	Calicata N°01	53
Figura.23	Calicata N°02	53
Figura.24	Calicata N°03	54
Figura.25	Escoria de acero	54
Figura.26	Vidrio Reciclado	55
Figura.27	Escoria de acero triturado	56
Figura.28	Vidrio Reciclado triturado	56
Figura.29	Cuarto de Muestra	57
Figura.30	Limpieza de Muestra.....	57
Figura.31	Secado de muestra en horno	58
Figura.32	Granulometría por tamizado.....	58
Figura.33	Ensayo Proctor Modificado	59

Figura.34	Ensayo Proctor Modificado	59
Figura.35	Ensayo CBR.....	60
Figura.36	Trituración de Vidrio Reciclado y Escoria de acero.....	60
Figura.37	Acero Okendo	61

Resumen

La investigación, se fundamenta en el mejoramiento de la subrasante mediante la incorporación de dos elementos estabilizantes los cuales están compuestos por escoria de acero y vidrio reciclado, siendo el objetivo determinar la influencia de la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022. La metodología usada es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población está conformada por el suelo del Centro Poblado Nuevo Cañete, como muestra se analizó 3km de la subrasante del C.P Nuevo Cañete donde se extrajo las muestras de 3 calicatas, aplicando un muestreo no probabilístico e intencional. De las 03 muestras extraídas se realizaron 04 tratamientos con la incorporación de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) con porcentajes añadidos de forma creciente de 0% E.A + 0% V.R, 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6% V.R y 15% E.A + 8% V.R. Se utilizó la técnica de Observación directa en laboratorio, plasmando los resultados en formatos estandarizados por la norma ASTM. La investigación concluye que la incorporación de Escoria de acero y Vidrio reciclado, en la máxima densidad seca y CBR con la tercera dosificación de 10% E.A + 6% V.R, consigue mejorarlos considerablemente, ya que, con respecto a los resultados, la máxima densidad seca aumenta de 1.932%, 1.955% hasta 1.997%, el CBR al 100% aumenta de 21.5%, 29.0% hasta 58.3 % y el CBR al 95% aumenta de 14.1%, 21.3% hasta 42% respectivamente. Se dio como recomendación que los pobladores del C.P Nuevo Cañete el uso adecuado del 10% E.A + 6% V.R ya que se consiguieron excelentes resultados, aumentando su capacidad portante del suelo.

Palabras clave: Estabilización, escoria de acero, vidrio reciclado, subrasante.

Abstract

The investigation is based on the improvement of the subgrade through the incorporation of two stabilizing elements which are composed of steel slag and recycled glass, the objective being to determine the influence of the determination with steel slag and recycled glass for the improvement of the subgrade in the C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022. The methodology used is of an applied type, quantitative approach and experimental design. The population is made up of the soil of the Nuevo Cañete Populated Center, as a sample, 3km of the subgrade of the Nuevo Cañete CP was analyzed, where samples were extracted from 3 test pits, applying a non-probabilistic and intentional method. Of the 03 samples extracted, 04 treatments were carried out with the incorporation of steel slag (E.A) and recycled glass (V.R) with increasing percentages added from 0% E.A + 0% V.R, 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6% V.R and 15% E.A + 8% V.R. The technique of direct observation in the laboratory is used, capturing the results in formats standardized by the ASTM norm. The investigation concludes that the incorporation of steel slag and recycled glass, in the maximum dry density and CBR with the third dosage of 10% E.A + 6% V.R, manages to improve them with deteriorated, since, with respect to the results, the maximum dry density increases from 1.932%, 1.955% to 1.997%, the CBR at 100% increases from 21.5%, 29.0% to 58.3% and the CBR at 95% increases from 14.1%, 21.3 % up to 42% respectively. It was given as a recommendation that the inhabitants of C.P Nuevo Cañete the proper use of 10% E.A + 6% V.R since excellent results were achieved, increasing its bearing capacity of the soil.

Keywords: Stabilization, steel slag, recycled glass, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

El elemento principal para la construcción es el suelo porque encima de ella se construyen las distintas estructuras como las edificaciones, puentes y carreteras. Un problema constante que se presenta a la hora de ejecutar un Proyecto, es no contar con un suelo óptimo que resista las construcciones. Esto impone a los Ingenieros Civiles determinar una solución, además de conocer las propiedades y particularidades de cada tipo de suelo donde se ejecutará alguna estructura, porque dependiendo de ello la estructura será más segura y durable. A nivel Internacional, en las últimas décadas se ha demostrado el aumento de disposición por el uso de distintos elementos con el propósito de obtener resultados adecuados con respecto al cuidado del medio ambiente, a través de la reutilización de residuos o utilización de recursos de la naturaleza para mejorar las propiedades del suelo, perturbando el aumento de estos residuos desfavorables para el medio ambiente, y disminuyendo que estos residuos acaben siendo suprimidos en botadores o lugares no autorizados, ocasionando así daños ambientales (Rondón y otros, 2018, pág. 83). En el Perú, ubicamos una gran variedad de tipos de suelos por estar constituido por tres regiones geográficas Costa, Sierra y Selva. Donde se ubican suelos con propiedades muchas veces inadecuadas para una construcción, por lo que se necesita de un tratamiento de estabilización, para contribuir con la mejora de las propiedades físico-mecánicas como la capacidad portante, su compactación, la estabilidad, entre otros. Debido a esto, se necesita que un suelo tenga un adecuado comportamiento contra un esfuerzo deformación, a las necesidades de carga y que cumplan en su periodo de vida útil a todas las infraestructuras que correspondan ser construidas en ellas (Ministerio de Economía y Finanzas, 2016). En el departamento de Lima, existen distintas vías de comunicación, las cuales son consideradas de primordial importancia, no obstante lo cual, estas vías se encuentran en un escenario con distintos daños, requiriendo así un mejoramiento y mantenimiento adecuado de forma constante. Debido que desde años pasados se han ido ejecutando proyectos de carreteras, pero sin tomar en cuenta la normativo actualizada y principalmente dándole una mayor importancia al estudio de suelo; con la intención de mejorar las propiedades de los suelos con malas condiciones iniciales y de esa manera logre cumplir con las necesidades del diseño de la carretera. En la provincia de Cañete, C.P Nuevo Cañete se realizó una

inspección visual al terreno por donde transitan los distintos vehículos y se pudo apreciar que sus vías de acceso tanto principales como secundarias intransitables

En mi tesis titulada “Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para mejoramiento de subrasante del Centro Poblado, Nuevo Cañete-Lima, 2022” utilizaremos métodos aplicados e investigación con anterioridad y en esta ocasión apreciaremos las posibles reacciones de la mezcla del vidrio reciclado y escoria de acero como elementos estabilizantes para el mejoramiento de la subrasante, debido a que poseemos de resultados de estos dos elementos en investigaciones realizadas con anterioridad y las cuales son todas positivas.

Presentando la problemática del trabajo de investigación, la que nos lleva al planteamiento del **problema general**: ¿Cómo influye la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado en el mejoramiento de la subrasante del Centro Poblado, Nuevo Cañete- Lima, 2022? Y los **problemas específicos**: ¿De qué manera la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la plasticidad de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022?, ¿De qué manera la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la compactación de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022? y ¿De qué manera la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la resistencia de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022?

El presente trabajo de investigación dispuso como **objetivo general**, Determinar la influencia de la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022. Y los **objetivos específicos**: Determinar como la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la plasticidad de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022, Determinar como la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la compactación de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022 y Determinar como la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la Resistencia de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022.

De este modo se tuvo como **Hipótesis general** que, La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado influiría positivamente en el mejoramiento de la subrasante del Centro Poblado, Nuevo Cañete – Lima, 2022. Y **como Hipótesis**

específicas: La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la plasticidad de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022 , La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la compactación de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022 y La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la resistencia de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022 demostraría la influencia de la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado en el mejoramiento de subrasante.

Una vía de tránsito pavimentada es de significativa importancia para el crecimiento de un país, ya que mejoramos el transporte, la economía y el turismo del país, atribuyendo facilidades a todo los accesos de los pueblos, por ello la justificación social se tiene en cuenta a los distintos estudios de amplitud al ejecutarse la construcción de vías, uno de los estudios primordiales es el de los suelos por cada cierta distancia con distintos tipos de ensayos, una vez iniciada la obra vial se tiene que hacer los mantenimientos cada cierto rango de tiempo.

En el mejoramiento de suelo debemos tener en cuenta las características físicas que tiene el suelo y cómo poder mejorar el mejoramiento ya sea la resistencia, plasticidad o la compactación de dicho suelo, ya que al efectuar esto podemos alargar la durabilidad de la vía que se va a construir. Eludiendo los deslizamientos o asentamientos que son las fallas más usuales en el suelo de una vía pavimentada. Por ello que la justificación práctica actualmente es que es muy frecuente usar como estabilizadores el vidrio triturado, escorias, cal, geomallas, polímeros entre otro, esto cumple a mejorar las propiedades del suelo consiguiendo favorables resultados en los suelos y así obtener mejores vías pavimentadas. En esta investigación se dará a conocer la implementación de la escoria de acero y vidrio reciclado como aditivo estabilizador por lo que su justificación teórica es determinar cómo influye en el mejoramiento de la subrasante. A continuación, realizaremos un estudio amplio en el que usando escoria de acero y vidrio reciclado en el suelo para ver si estos dos materiales se complementan entre sí y ayudan a mejorar el suelo. El motivo de la metodología es analizar y explicar lo desarrollado en este proyecto para futuros investigadores y temas afines. La investigación tiene como objetivo explicar los cálculos en detalle para que sean más fáciles de entender y usar. A quienes están trabajando en él como recurso de información y aprendizaje.

II. MARCO TEÓRICO

Como trabajos preliminares se tomaron en cuenta las sucesivas investigaciones realizadas con anterioridad:

Antecedentes internacionales

Tirado (2019) , En su investigación tiene el propósito de estabilizar 2 tipos de suelo con distintas propiedades a través de la adición de escoria de siderurgia. La metodología de la investigación es cuantitativa, ya que se analizaron los datos de forma numérica, considerando los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio en función a las normas INVIAS. Se consiguió como resultados que los resultados de ensayo de Proctor modificado de la subbase es de 7.2% y la escoria es de 5.5%, mientras que su densidad seca es de subbase es de 2.01g/cm^3 y de la escoria es de 2.21g/cm^3 combinación de 90% subbase y 10% escoria de acero; con respecto a la relación de soporte CBR del suelo con las dosificaciones de la subbase 90% y escoria 10%, resultaron para la penetraciones 2,54 y 5.08 mm con 12 golpes, 26 golpes y 55 golpes : 76%, 162% y 118% respectivamente. En **conclusión**, la subbase necesita más contenido de agua para alcanzar su máxima densidad, quiere decir, que la relación de vacíos es diferente, ya que necesita más agua que la escoria de acero para topar las partículas sólidas. Y en cuanto al Soporte CBR, este cumple con todo los parámetros y su resistencia del suelo es conforme.

Pardo & García (2019) ,teniendo como **objetivo** determinar por medio de ensayos de laboratorio la información básica primaria tales como las propiedades físicas y mecánicas del agregado pétreo, así como de la escoria de acero y sus respectivas combinaciones. La metodología de la investigación es cuantitativa, ya que se analizaron los datos de forma numérica, considerando los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio en función a las normas INVIAS. Se consiguió como resultados que los resultados de ensayo de Proctor modificado de la subbase es de 7.2% y la escoria es de 5.5%, mientras que su densidad seca es de subbase es de 2.01g/cm^3 y de la escoria es de 2.21g/cm^3 combinación de 90% subbase y 10% escoria de acero; con respecto a la relación de soporte CBR del suelo con las dosificaciones de la subbase 90% y escoria 10%, resultaron para la penetraciones 2,54 y 5.08 mm con 12 golpes, 26 golpes y 55 golpes : 76%, 162% y 118% respectivamente. En **conclusión**, la subbase necesita más contenido de agua para

alcanzar su máxima densidad, quiere decir, que la relación de vacíos es diferente, ya que necesita más agua que la escoria de acero para topar las partículas sólidas. Y en cuanto al Soporte CBR, este cumple con todo los parámetros y su resistencia del suelo es conforme.

Jolly K., Rose Benny, Mareena Sebastian, & Thomas (2017), dicen que los suelos arcillosos exhiben una ingeniería generalmente propiedades indeseables. Tienden a tener baja resistencia al corte, lo que reduce más al mojarse u otras perturbaciones físicas. Por eso, existe la importancia de mejorar las características de ingeniería de suelo antes de la construcción mediante técnicas de estabilización del suelo. El objetivo general de este proyecto es investigar el uso de los residuos vidrio molido en aplicaciones geotécnicas y para examinar los efectos del polvo de vidrio de desecho sobre la resistencia al corte, la compresibilidad y valores de CBR de suelos arcillosos mediante la realización de pruebas de corte directo, Pruebas de compresión no confinada, prueba Proctor estándar y CBR prueba. El material de vidrio en polvo se agrega al suelo en diferentes proporciones como 2%, 4%, 6%, 8% y 10% y encuentre el porcentaje al que se obtiene la máxima resistencia del suelo. También un estudio comparativo sobre las propiedades del suelo arcilloso sin tratar y también se realizó suelo arcilloso tratado con polvo de vidrio.

Antecedentes nacionales

Guerrero (2021), teniendo como objetivo determinar de qué manera influye la escoria negra de acero y cal en el mejoramiento mecánico de la subrasante. La **metodología** es de tipo aplicada utilizó el método es experimental, con un nivel explicativo-cuantitativo. Se consiguió como resultados que el la diferencia entre el Limite líquido y limite plástico decrecen mayor dosificación al adicionar la escoria negra de acero debido a que esta conserva su estado no plástico, en el ensayo Proctor modificado, esto dio como resultado de los dos materiales, se conserva la relación que a mayor cantidad de material aumenta el óptimo contenido de humedad disminuye la máxima densidad seca, en cuanto al ensayo de CBR, mayor resistencia fue con adición de 6% de CAL- aumento un 3.9% de 8.3% a un 12.2%, y con la escoria de acero negro la adición de 8% aumento un 9.4% de 8.3% a un 17.7% del valor del CBR. En **conclusión**, se ha demostrado que la cal y la escoria de acero tienen una influencia positiva en las propiedades del soporte, además de

probar que hay una mejora continua de la capacidad portante al adicionar la escoria de acero.

Ocupa y Troyes (2021) tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de escoria de acero en la subrasante. La **metodología** es de tipo aplicada, con un diseño experimental y un enfoque cuantitativo. Adquiriendo como resultados de las características de los suelos a un suelo clasificado como GC en función SUCS y suelo A-2-4 (0) en función AASHTO. De igual forma, se consiguió un CBR al 95% de la máxima densidad seca a 0.1", en las muestras de suelo patrón un resultado medio de 29.60% y para el suelo con incorporación del 3%, 6% y 12% escoria de acero, consiguieron resultados medios de 45.35%, 47.50% y 63.45% correspondiente a las dosificaciones 3-6-12 por ciento. De este modo, se infirió que la adición de escoria de acero mejora las características mecánicas de un suelo arcilloso, no obstante, el porcentaje más adecuado fue de la incorporación del 12% de escoria de acero, al mostrar un CBR más elevado.

Huamani (2020), dispuso como objetivo determinar el efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra. La **metodología** es de tipo aplicada y experimental donde se utilizó como población, a todos los espacios con suelos de tipo arcillosos en el distrito de Puente Piedra con respecto a los residuos producidos por industrias se tomara los producidos en el Perú, compuesta por suelos de tipo arcillosos que posean un alto y bajo índice de plasticidad del acceso, obteniendo como conclusión que con respecto a los Limites de Atterberg contamos con un límite líquido de 21%, un límite plástico de 18% y con la diferencia un Índice de plasticidad de 3% lo que quiere decir que disponemos de un contenido de humedad de 2.1%. Se concluyo con respecto a la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de los elementos fueron cambiantes, Se concluye que la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de los productos fueron cambiantes, referente al suelo patrón obtuvimos una Máxima densidad Seca de 2.133 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad de 5.8%,entretanto que con 9% de cenizas de volante de carbón un Máxima densidad seca de 2.158 gr/cm³ y un Óptimo contenido de humedad de 6.5% , con 11% de cenizas volantes de carbón un Máxima densidad seca de 2.168 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 6.2%, con el 13% de

cenizas de volante de carbón un máxima de densidad seca de 2.187 gr/cm^3 y un óptimo contenido de humedad de 6.5%, mientras que con el vidrio reciclado con un 9% da una máxima densidad seca de 2.176 gr/cm^3 y un óptimo contenido de humedad de 6.6% , con 11% de vidrio reciclado nos dio una máxima densidad seca de 2.176 gr/cm^3 y un óptimo contenido de humedad de 6.8%, con el 13% de vidrio reciclado una Máxima densidad seca de 2.205 gr/cm^3 y un óptimo contenido de humedad de 7.0%. Se estableció como sugerencia que los habitantes del distrito de puente piedra la aplicación única de cenizas volantes de carbón sea del 13%, debido a que se adquirieron óptimos resultados e incremento valor de soporte.

Arango & Marín (2021), tuvo como objeto estudiar la determinación de la solución que existe para la Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para Subrasante. Los Análisis experimentales salieron aceptables y por lo tanto óptimos para su participación, el mejoramiento de suelos de tipo arcilloso con incorporación de puzolana y reciclado de vidrio para estabilizar, mezclando al 30% de puzolana y 10% vidrio reciclado lograron incrementar el CBR, de un CBR 4.9% hasta 14.1% al 95% de CBR. De este modo se conoce que las características de suelos mejoran al incrementar los dos elementos que son la puzolana y vidrio reciclado. En cuanto a la Metodología es de tipo experimental y aplicada, tiene un enfoque cuantitativo, debido a esto se ejecutaron distintos ensayos de laboratorio de Mecánica de suelo. Los Análisis resultaron de la siguiente manera, la máxima densidad seca, disminuye al adicionar dosificaciones de los elementos de puzolana y vidrio reciclado previamente triturado, la muestra más crítica al principio se estableció con máxima densidad seca 1.81 gr/cm^3 , estas al adicionar 30 por ciento puzolana y 10 por ciento vidrio reciclado ascendieron a 1.94 gr/cm^3 , y la humedad óptima decrecieron de 17 por ciento hasta 14.0 por ciento y a la vez disminuyó su índice de plasticidad de 15.7 hasta 11.9, con lo que se puede concluir que los productos de puzolana y vidrio reciclados previamente triturados son elementos que aportaran a la estabilización de la para subrasante, con el fin de la construcción de pavimentos rígidos.

Artículos científicos

Ospina, Chaves & Jiménez (2020) ,tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de mezclas de suelo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. La incorporación de la escoria de acero para analizar la interacción con el mineral de caolinita, se constituyó una matriz de Investigación, donde los porcentajes de mezcla son: 25%, 50% y 75%, donde se obtuvo una baja del óptimo contenido de humedad de 20.50%, 14.30% y 10.80 % respectivamente, mientras que el CBR aumento desde la muestra patrón con 7.97%, 9.13%, 18.57% y 30.20%. Mientras que el índice de plasticidad fue bajando conforme la dosificación era mayor obteniendo los resultados de 11.60%, 5.80 y 0.00%. Concluyendo los resultados lograron ser positivo y además de obtener un buen comportamiento en suelos cohesivos, el índice de plasticidad se disminuyó al 0%, incrementando el resultado del California Bearing Ratio en un 378.92% esto debido a una adecuada adherencia entre ambos materiales.

Perea (2021), tuvo como objetivo realizar una investigación sistemática sobre la inclusión de concreto y vidrio reciclado en las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos. Se consideraron como antecedentes 50 investigaciones publicadas en bases de datos de investigación como lo son Scopus y EBSCO en el rango de años desde el 2016 hasta el 2021. Entregando resultados favorables con la adición de 15% de la trituración de concreto reciclado y su complemento con 15%de vidrio reciclado previamente pulverizado con el fin de mejorar las características mecánicas de los suelos tipo arcillosos, estos dos elementos reciclados tienen un correcto procedimiento de tratamiento en las instalaciones de laboratorio. En conclusión, se determinó que es viable aplicar el concreto triturado y vidrio pulverizado con la finalidad de reducir asentamientos, contribuir positivamente en la estabilización e incrementar la resistencia en los suelos arcillosos.

Rizgar (2020) En esta investigación se intervino suelos expansivos los cuales pierden su fuerza cuando ganan agua y se contraen al secarlo, ocasionando un cambio de volumen notable. La construcción sobre suelos expansivos ha instaurado problemas en distintas partes del mundo para los distintos tipos de proyectos de Ingeniería civil, como lo son obras de carreteras, férreas terraplenes y cimientos. Por ello, el mejoramiento de los suelos de tipo expansivos es de suma

importancia, y sobre esta investigación en especial para la construcción de carreteras. Para el aumento de la resistencia de este tipo de suelo expansivo se puede tratar con la incorporación de un material estabilizante, del cual se eligió el polvo de vidrio para la finalidad de este estudio. El P.V se trituro y mezclo con la muestra patrón de suelo natural en distintos porcentajes ascendentes de 2.5%, 5%, 10%, 15% y 25%. Se realizaron las respectivas pruebas de laboratorio para su tratamiento con los distintos porcentajes y al suelo patrón, como los Limites de Consistencia, la expansión libre, la compactación, su capacidad de resistencia a la compresión, corte directo y el CBR. Con respecto a los resultados, se tuvo un impacto considerable en la consistencia y resistencia al corte del suelo. Añadiendo, mejoro el suelo expansivo con la incorporación del 15% de P.V ya que redujo el espesor de la subbase en un 63%. Por lo que se recomendó el uso optimo del 15% P.V para obtener los mejores resultados.

Bases teóricas

La escoria, se define como un subproducto que se separa de la fundición en función a su densidad. Está compuesto primordialmente por silicato de calcio y también contiene otras sustancias, principalmente óxido de aluminio y magnesio (Aranguren Campos, 2015). La escoria negra de acero se utiliza actualmente en la producción de cemento, agregados para la producción de concreto, bases y materiales de base para aceras, estabilización de suelos y capas de asfalto que forman parte bituminosa.

Figura.1 Escoria de acero



Fuente: Elaboración propia (2022).

El vidrio reciclado, es un material cerámico cristalino no inorgánico que se compone principalmente de silicato y está en estado sólido a temperatura natural (Poveda, Granja, Hidalgo y Ávila, 2015, p. 1). Las propiedades físicas del vidrio triturado incluyen alta permeabilidad magnética, baja rigidez y alta resistencia a la compresión, lo que puede mejorar su uso en trabajos de ingeniería (Javed y Chakraborty, 2020).

Figura.2 Vidrio Reciclado



Fuente: Elaboración propia (2022).

Suelos, como enfoque como visión para la ingeniería civil, es un producto sobre el cual se realiza distintos tipos de construcciones, siendo sus propiedades físico-mecánicas importantes para el tipo y características de la obra a construirse (Pajuelo Iparraguirre, 2020).

La estabilización de suelos, es la mejoría de las deficiencias que tiene el terreno, con respecto a las propiedades del suelo aplicando tratamientos mecánicos y la adición de materiales químicos, naturales y procesados. Dicha estabilización se realiza por lo general en suelos con subsuelo insuficiente o inadecuado. En este sentido, se le identifica como la estabilización de suelos de cemento, suelos de cal, suelos asfálticos y una variedad de otros productos (Josephia Santos, 2018).

Mejoramiento de suelos, se considera como técnicas para modificar las características de suelo es importante ser excavados a nivel de subrasante y reemplazar la totalidad o parcialidad con los distintos estabilizadores que existen, logrando así una mejor eficiencia en condiciones de diseño y/o cargas (Mora, 2020).

Subrasante, es el cimiento de la estructura del pavimento ya sea rígido, flexible o mixtos, la cual soporta las cargas y estas se extienden hasta una profundidad que no le afecte las cargas previstas. y es la base que soporta directamente toda la estructura del pavimento (MEF, 2015).

Figura 3. Cantidad de Calicatas para Exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras

Limite Líquido, se define como el contenido de agua de una pasta amasada, por el cual esta pasa por los límites de los estados de consistencia plástico y semilíquido Fernández (2020).

Limite Plástico, se define como el contenido de humedad en los límites entre los estados de consistencia plástico y semisólido (Basurto,2019).

Índice de Plástico, intervalo de contenido de humedad sobre el cual el suelo se comporta de manera plástica, numéricamente se consigue con la resta entre el límite líquido y el límite plástico (Basurto,2019).

Figura.4 Clasificación de suelo basado en el Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
I.P > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
I.P > 7	Media	Suelos arcillosos
I.P < 7	Baja	Suelos poco arcillosos
I.P = 0	No Plástico (N.P)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras

Índice de Grupo, es un numero entero positivo, que está en el rango de 0 y 20 o más. En el momento que el IG tiene un valor negativo, se considera como cero. Un índice cero quiere decir que es un suelo muy bueno y un índice de consistencia \geq a 20, un suelo no apto para realizar alguna infraestructura vial.

Máxima Densidad Seca (MDS), mayor valor conceptualizado por la curva de compactación del ensayo aplicando el esfuerzo modificado (Basurto,2019).

Optimo Contenido de Humedad (OCH), es la cantidad de agua del cual el suelo logra ser compactado al mayor peso unitario seco utilizando el esfuerzo de compactación (Basurto,2019).

Granulometría, método para definir los porcentajes de suelo que atraviesan por los múltiples tamices que existen del suceso empleado en el ensayo (Basurto,2019).

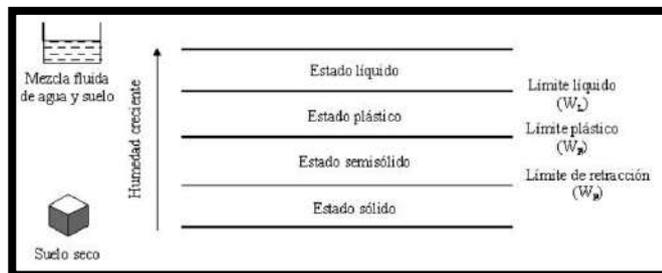
Figura.5 Clasificación de suelo basado en el Tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de partículas
Grava		75mm - 4.75mm
Arena		Gruesa: 4.75mm – 2.00mm
		Media: 2.00mm – 0.425mm
		Fina: 0.425mm – 0.075mm
Material Fino	Limo	0.075mm – 0.005mm
	Arcilla	> 0.005mm

Fuente: Manual de carreteras suelos

Consistencia, ligera facilidad con la que el suelo puede ser deformado (Basurto,2019).

Figura.6 Límites de Consistencia



Fuente: <https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>

Suelo plástico, suelo que tiene un intervalo de humedad en el que presenta plasticidad y se contrae con el secado (Basurto,2019).

Clasificación del suelo, permite dar un pronóstico del comportamiento cercano de los suelos, que permitirá a sectorizar homogéneamente desde una visión geotécnica. Empalmando, se muestra un cuadro de relación de los sistemas de clasificación más difundidos, ASSHTO Y ASTM (SUCS):

Figura.7 Correlación de los tipos de suelos AASHTO/SUCS

AASHTO (M – 145)	SUCS (ASTM D-2487)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GP, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers.

Contenido de Humedad, es la relación que hay entre la masa del agua ubicada en los poros del suelo o roca, y la masa de las partículas sólidas de tal producto, y su unidad de medida es como porcentaje.

Esfuerzo Modificado

Según Basurto (2019) dice que E.M es el confín ejecutado para el esfuerzo de compactación de 56000 lb-pie/pie³ ejecutado por el equipo y procedimientos de ensayo.

Ensayo CBR, es la resistencia del suelo, de la cual estará basado al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de fuerza de 2.54mm.

Una vez determinado el resultado del valor de soporte, a cada sección de rasgos uniformes, se ordenará a una jerarquía de valor de CBR el cual está plasmado en categorías con respecto a un sector o subtramo, con respecto a la próxima tabla:

Figura.8 Categorías de subrasante basado en el CBR

Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	< 3%
S1: Subrasante Pobre	CBR > 3% - CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	CBR > 6% - CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	CBR > 10% - CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	CBR > 20% - CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR > 30%

Fuente: Manual de carreteras suelos

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Aplicada. Según Murillo (2008), nos dice que este tipo de investigación también llamada práctica o empírica, el cual se caracteriza debido a que busca la utilización de conocimientos obtenidos de investigaciones antes realizadas y con ello adquirir otros conocimientos, mediante la implementación y sistematización de la práctica enfocada en la investigación.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño es experimental, ya que para conocer la influencia de la estabilización se adiciono dos elementos estabilizadores como lo son la escoria de acero y vidrio reciclado en la muestra de suelo natural, con ello se está cambiando las características iniciales de la subrasante.

3.1.3 Enfoque de Investigación

Cuantitativo, ya que en todo el proceso de la ejecución de los ensayos de laboratorio se plasmaron los resultados numéricos iniciales en formatos técnicos normalizados y con ello mediante procesos matemáticos calcular los valores necesarios.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado

Definición conceptual: es la mejoría de las deficiencias que tiene el terreno, con respecto a las propiedades del suelo aplicando tratamientos mecánicos y la adición de materiales químicos, naturales y procesados. Dicha estabilización se realiza por lo general en suelos con subsuelo insuficiente o inadecuado. En este sentido, se le identifica como la estabilización de suelos de cemento, suelos de cal, suelos asfálticos y una variedad de otros productos (Josephia Santos, 2018).

Escoria de acero: se define como un subproducto que se separa de la fundición en función a su densidad. Está compuesto primordialmente por silicato de calcio y también contiene otras sustancias, principalmente óxido de aluminio y magnesio (Aranguren Campos, 2015). La escoria negra de acero se utiliza actualmente en la producción de cemento, agregados para la producción de concreto, bases y

materiales de base para aceras, estabilización de suelos y capas de asfalto que forman parte bituminosa.

Vidrio reciclado: es un material cerámico cristalino no inorgánico que se compone principalmente de silicato y está en estado sólido a temperatura natural (Poveda, Granja, Hidalgo y Ávila, 2015, p. 1). Las propiedades físicas del vidrio triturado incluyen alta permeabilidad magnética, baja rigidez y alta resistencia a la compresión, lo que puede mejorar su uso en trabajos de ingeniería (Javed y Chakraborty, 2020). operacional esta variable se medirá con respecto a las dosificaciones de aplicación de escoria de acero y reciclado de vidrio a las muestras de suelo estudiados las cuales fueron al 0%, al 5% E.A + 4 V.R, al 10% E.A + 6 V.R y al 15% E.A + 8% V.R. Escala de medición: Razón.

Variable dependiente: Mejoramiento de subrasante

Definición conceptual: se considera como técnicas para modificar las características de suelo es importante ser excavados a nivel de subrasante y reemplazar la totalidad o parcialidad con los distintos estabilizadores que existen, logrando así una mejor eficiencia en condiciones de diseño y/o cargas (Mora, 2020). Escala de medición: Razón.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.2.1 Población

Es un fenómeno de investigación que incluye todas las unidades analíticas que componen este fenómeno y necesitan ser cuantificadas para un estudio en particular (Rangel y giler, 2010, p. 176).

La población es todo el terreno a nivel subrasante delimitado geográficamente por el Centro Poblado Nuevo Cañete, Lima.

3.2.2 Muestra

Muestra, parte típico de la población, la cual posee características generales de la población.

La muestra consistió en 3 muestras de suelo, obtenidas de la ejecución de 3 calicatas a cada 1km de distancia, según lo indicado en el manual de carreteras.

Estas calicatas tienen una profundidad de 1.50m, de cara 0.80m de ancho por 1.00m de largo.

3.2.3 Muestreo

Se empleará el muestreo no probabilístico e intencional, tomado por conveniencia

Según Tamayo (2012) menciona que: El objetivo del muestreo es determinar la población a seleccionar, esta es la que se extrae de la muestra partiendo de ella, se puede seleccionar al azar o de acuerdo a criterios específicos.

El muestreo empleado en la investigación, es de tipo no probabilístico debido a que la muestra no fue determinado al azar. Se designó como muestra a 3 calicatas excavadas sobre el terreno, 8 ensayos de granulometría, 6 de contenido de humedad, 6 clasificación AASHYO/ SUCS, 6 ensayos de Límites de Atterberg, 6 ensayos de Proctor Modificado y 6 ensayos de CBR.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica, este trabajo de investigación tiene como base la aplicación de un estudio experimental, por ello comprende la técnica de Observación

Los Instrumentos de recolección de datos, son formatos estandarizados y regulados en relación a norma técnica ASTM, donde se plasman los datos obtenidos, ejecutando los siguientes ensayos:

Figura.9 Normas según fichas técnicas de ensayos

Ficha Técnica de Ensayos	Norma
Exploración de suelo	ASTM D429-69
Dosificación	-
Granulometría por tamizado	ASTM D6913
Contenido de humedad	ASTM D2216
Límites de Consistencia	ASTM D4318
Proctor Modificado	ASTM D1557-91
California Bearing Ratio	ASTM 1883

Fuente: ASTM INTERNATIONAL (2019).

Tabla.1 Instrumentos de recolección de datos

Dimensiones	Instrumento		Norma
	Técnica	Análisis de resultados	
Exploración de suelo	Observación y recolección	Extracción de calicata	ASTM D420-69
Tipo de Suelo	Observación y recolección	Análisis Granulométrico	ASTM D6913
Plasticidad	Observación y recolección	Límite de Atterberg	ASTM D4318
Compactación	Observación y recolección	Proctor Modificado	ASTM D1557-91
Resistencia	Observación y recolección	California Bearing Ratio	ASTM-1883

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.5 Procedimientos

Paso 1: Se visitó el C.P Nuevo Cañete en la Provincia de Cañete se exploró los suelos donde se verifico el estado de las vías y los principales puntos críticos. Con la información administrada, se procedió a la ejecución la finalidad de verificar el estado de las vías y los principales puntos críticos de la zona a estudiar.

Paso 2: Se procederá a recolectar las muestras de Escoria de acero la cual se obtendrá del Puesto de Chatarrería de elementos Metálicos Acero Okendo, donde el Sr. Milton Vincent que se encarga del corte de elementos de acero, en el Distrito del Callao. Y la recolección del Vidrio reciclado se obtendrá del reciclaje de botellas de vidrio en las calles de Lima Metropolitana y C.P Nuevo Cañete.

Paso 3: Se procederá a la preparación de los dos elementos estabilizantes, la escoria de acero será limpiada con una compresora de aire hasta eliminar toda presencia de material contaminante. Luego se continuará con la trituración en la máquina de abrasión de los ángeles.

Para el vidrio reciclado: Los pedazos de vidrio reciclados son limpiados hasta eliminar toda presencia de elementos contaminantes, se dejará secar en una zona ventilada. Luego se continuará con la molturación en la máquina de los ángeles.

Paso 4: Se iniciará con la excavación de las 3 calicatas necesarias a estudiar, para realizar los ensayos de laboratorio plasmados.

Paso 5: los ensayos a los que serán sometidos las muestras de suelo patrón y también el suelo con adición de escoria de acero más vidrio reciclado se describen a continuación:

Se realizará el estudio de granulometría, clasificación del tipo de suelo, contenido de humedad según las normas MTC, ASTM y SUCS.

Se realizarán los ensayos de límites de consistencia de nuestro material de subrasante y obtener los datos e interpretarlos según las normas MTC, ASTM, AASHTO. Se realizarán los ensayos de Proctor modificado y la prueba de penetración (CBR) para poder obtener el parámetro de capacidad portante para el mejoramiento de la subrasante según norma MTC, ASTM, AASHTO.

3.6 Métodos de análisis de datos

Se comprende por la división de la información básica y analizarlos con el objetivo de responder las diferentes preguntas propuestas en la investigación ya que pueden ser de nivel descriptiva e inferencial según (Gallardo, 2017, p.81) para nuestra investigación se usó el análisis descriptivo porque emplearemos cuadros estadísticos, gráficas y se contrastar los resultados.

3.7 Aspectos éticos

En este trabajo de investigación se dará a conocer los técnicos que efectuaron los ensayos, y el recinto de mecánica de suelos certificado en el que se efectuaron, el cual aprobará los formatos de laboratorio que reúnen los resultados de los ensayos desarrollados. De la misma forma, se procuró en toda situación conservar los aspectos éticos de honestidad que requiere una investigación de esta índole. Fueron referenciadas adecuadamente todas las fuentes empleadas según el formato propuesto por norma, de igual manera que los datos originados por los ensayos serán descritos exactamente a lo brindado por el laboratorio, y en efecto recibiendo una disputa de datos de los resultados verdaderos.

IV. RESULTADOS

4.1. Tamaño de partículas de la Escoria de acero y Vidrio Reciclado

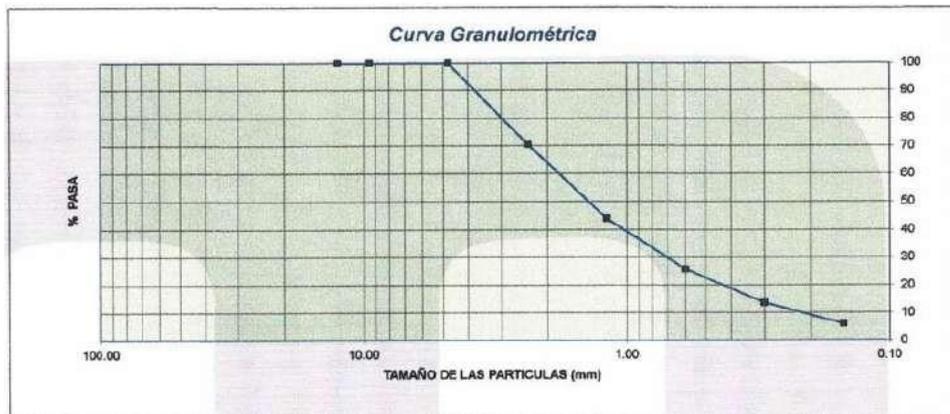
Para la incorporación de escoria de acero y vidrio reciclado, se tomó como parámetro las partículas pasantes a la malla N°08 (2.38mm). Para identificar esas partículas se realizó el análisis granulométrico por tamizado.

Tabla.2 Análisis Granulométrico por tamizado - Escoria de Acero molido

Mallas	Abertura	Material Retenido		%Acumulados	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0
N°04	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N°08	2.38	94.0	29.4	29.4	70.6
N°16	1.19	85.3	26.7	56.1	43.9
N°30	0.60	58.0	18.1	74.2	25.8
N°50	0.30	38.9	12.2	86.4	13.6
N°100	0.15	24.4	7.6	94.0	6.0
FONDO		19.29	6.0	100.0	0.0

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Figura.10 Curva Granulométrica Escoria de Acero Molido



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

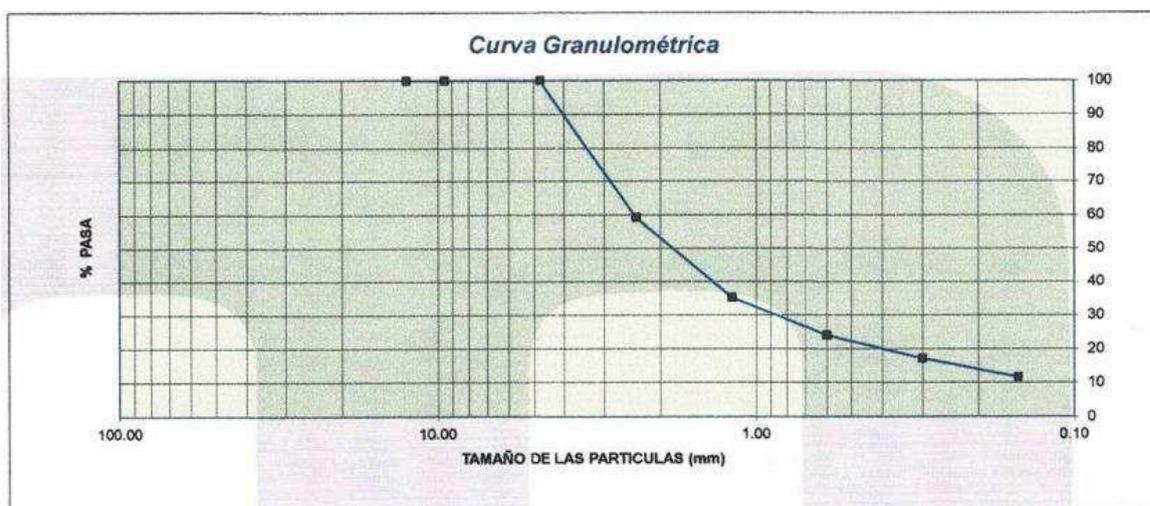
Interpretación: Como parámetro de aplicación a las muestras de suelo natural, se requirió todas las partículas pasantes a la Malla N°08 (2.38mm), el cual tiene un 70.60 % que pasa de 319.8gr de escoria de acero molido.

Tabla.3 Análisis Granulométrico por tamizado – Vidrio Molido

Mallas	Abertura	Material Retenido		%Acumulados	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0
N°04	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N°08	2.38	138.5	40.7	40.7	59.3
N°16	1.19	81.8	24.0	64.7	35.3
N°30	0.60	38.1	11.2	75.9	24.1
N°50	0.30	23.6	6.9	82.8	17.2
N°100	0.15	19.2	5.6	88.5	11.5
FONDO		39.30	11.5	100	0.0

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Figura.11 Curva Granulométrica Vidrio Molido



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia

Interpretación: Como parámetro de aplicación a las muestras de suelo natural, se requirió todas las partículas pasantes a la Malla N°08 (2.38mm), el cual tiene un 59.30 % que pasa de 340.5gr de vidrio molido.

4.2. Selección de Calicata a Estabilizar

Para la selección de la calicata se tomó como criterio los resultados de los siguientes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos:

Tabla.4 Ensayos de laboratorio aplicados

Calicata	Ensayo de laboratorio				
	Contenido de Humedad (%)	Límites de Consistencia (%)	Máxima Densidad Seca (kg/cm ²)	Optimo contenido de Humedad (%)	Relación de Soporte de California al 100%
C-01	0.4	N.P	1.932	11.5	21.5
C-02	0.7	N.P	1.801	14.40	29.9
C-03	0.1	N.P	2.042	11.3	31.90

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

De las tres muestras se seleccionó la calicata 01, ya que tuvo los resultados más desfavorables y por ello fue estabilizado con escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) incorporado con las dosificaciones de 5%E. A + 4% V.R, 10% E.A + 6% V.R y 15% E.A + 8% V.R.

4.3. Clasificación de suelos

4.3.1. Suelo Natural

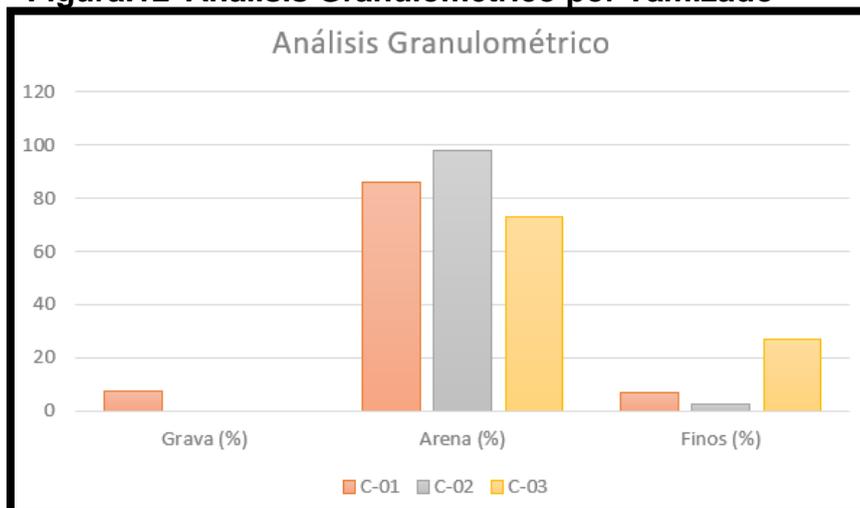
Para el presente trabajo de investigación se consideraron 03 calicatas las cuales fueron excavadas a una profundidad de 1.50m, por consiguiente, se plasma los resultados de manera concisa en la siguiente tabla:

Tabla.5 Clasificación de suelos natural según AASHTO y SUCS

Calicata	Profundidad (m)	Análisis Granulométrico			Clasificación ASSHTO	Clasificación SUCS
		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)		
C-01	1.50	7.2	86.0	6.9	A-3 (0)	SP-SM
C-02	1.50	0.0	97.7	2.3	A-3 (0)	SP
C-03	1.50	0.0	72.90	27.1	A-2-4 (0)	SM

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Figura.12 Análisis Granulométrico por Tamizado



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Interpretación: En el análisis granulométrico por tamizado se observa que las muestras extraídas tienen más del 70% de arena, grava con 7.2% solo en la calicata 01 y finos en pocas proporciones en la C-01 y C-02, y con 27.10% de finos en la C-03; por lo que se considera suelos arenosos. En la C-01 con nombre de grupo arena pobremente gradada con limo, C-02 arena pobremente gradada y C-03 arena limosa.

4.3.2. Suelo Natural más la incorporación de Escoria de acero molido y Vidrio molido.

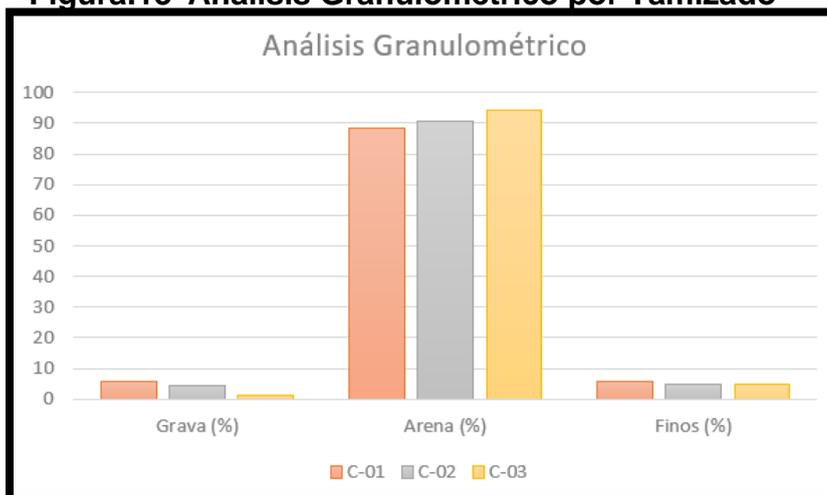
Para el presente trabajo de investigación se determinó la clasificación del suelo con la adición de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) previamente molidos, con tres dosificaciones de 5% E.A + 4% V.R, 10% E. A + 6% V.R y 15% E.A + 8% V.R; y con ello, se plasma los resultados de manera concisa en la siguiente tabla:

Tabla.6 Clasificación de suelo más la incorporación de Escoria de acero molido y Vidrio molido

Dosificación	Profundidad (m)	Análisis Granulométrico			Clasificación ASSHTO	Clasificación SUCS
		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)		
5% E.A + 4% V.R	1.50	5.6	88.6	5.8	A-3 (0)	SP-SM
10% E.A + 6% V.R	1.50	4.4	90.8	4.8	A-3 (0)	SP
15% E.A + 8% V.R	1.50	1.2	94.1	4.7	A-3 (0)	SM

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Figura.13 Análisis Granulométrico por Tamizado



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Interpretación: En el análisis granulométrico por tamizado se observa que las muestras extraídas tienen más del 88% de arena, grava y finos pocas proporciones; por lo que se considera suelos arenosos. En la C-01 con nombre de grupo arena pobremente gradada con limo, C-02 arena pobremente gradada y C-03 arena limosa.

4.4. Objetivo Especifico 01: La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la plasticidad de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete Lima, 2022.

Se determina la mejora de la plasticidad tomando la muestra patrón y su incorporación de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) previamente molidos, con tres dosificaciones de 5% E.A + 4% V.R, 10% E. A + 6% V.R y 15% E.A + 8% V.R; y con ello, se plasma los resultados de manera concisa en la siguiente tabla:

Tabla.7 Resultados del ensayo de Limites de Consistencia

Dosificación (%)	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
0	N.P	N.P	N.P
5% E.A + 4% V.R	N.P	N.P	N.P
10% E.A + 6% V.R	N.P	N.P	N.P
15% E.A + 8% V.R	N.P	N.P	N.P

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Figura.14 Límites de Consistencia



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Interpretación: De los resultados obtenidos se determinó que la incorporación de las tres dosificaciones de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) de 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6%V. R y 15% E.A + 8% V.R, no ocasiono alguna variación a la plasticidad del suelo tratado.

4.5. Objetivo 02: La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la compactación de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022.

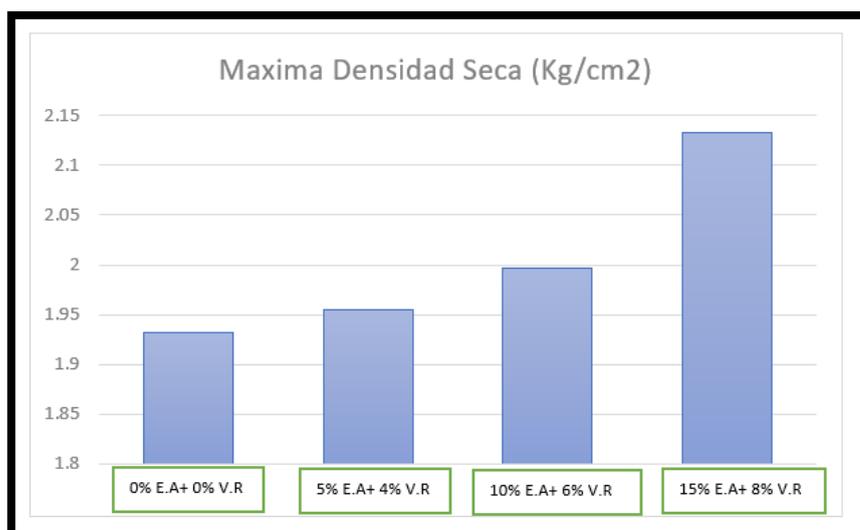
Se determina la mejora de la compactación tomando la muestra patrón y su incorporación de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) previamente molidos, con tres dosificaciones de 5% E.A + 4% V.R, 10%E. A + 6% V.R y 15% E.A + 8% V.R; y con ello, se plasma los resultados de manera concisa en la siguiente tabla:

Tabla.8 Resultados del ensayo de Proctor Modificado

Dosificación (%)	Máxima Densidad Seca (kg/cm ²)	Optimo Contenido de Humedad (%)
0	1.932	11.50
5% E.A + 4% V.R	1.955	10.60
10% E.A + 6% V.R	1.997	10.40
15% E.A + 8% V.R	2.133	10.40

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

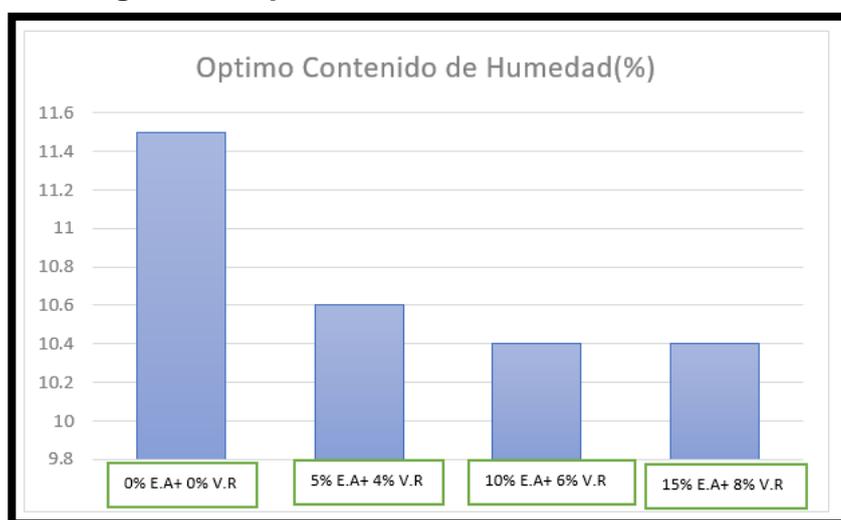
Figura.15 Máxima Densidad Seca



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Interpretación: De los resultados obtenidos se determinó que la incorporación con las tres dosificaciones de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) de 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6%V. R y 15% E.A + 8% V.R, la máxima densidad seca (MDS) aumenta su valor desde el suelo natural con 1.932kg/cm², a 1.955kg/cm², 1.997kg/cm² y 2.133kg/cm² respectivamente.

Figura.16 Optimo Contenido de Humedad



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Interpretación: De los resultados obtenidos se determinó que la incorporación con las tres dosificaciones de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) de 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6%V. R y 15% E.A + 8% V.R, el óptimo contenido de humedad (OCH) disminuye su porcentaje desde el valor del suelo natural con 11.50%, a 10.60%, 10.40% y con la última dosificación se mantuvo en 10.40%.

4.6. Objetivo 03: La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la resistencia de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete- Lima, 2022.

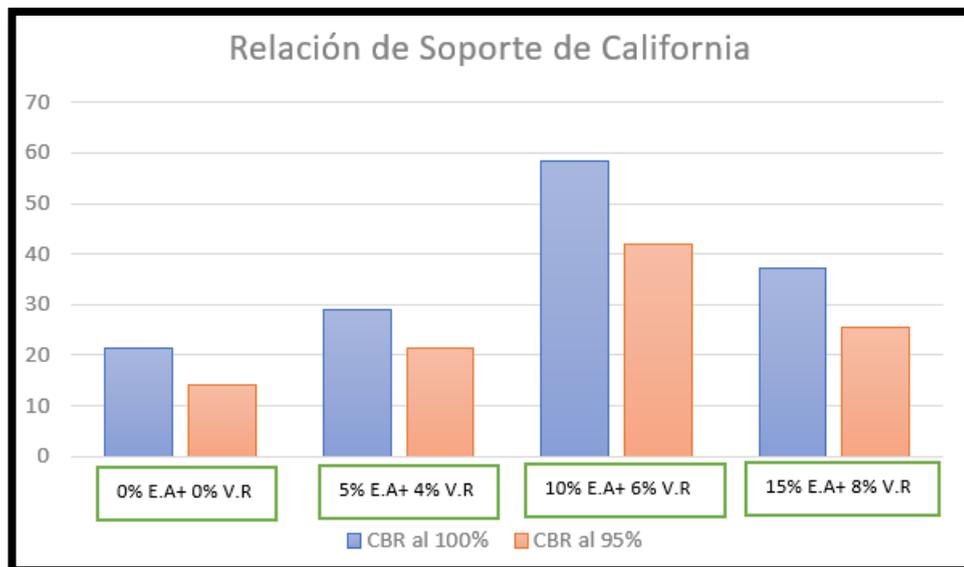
Se determina la mejora de la resistencia tomando la muestra patrón y su incorporación de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) previamente molidos, con tres dosificaciones de 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6% V.R y 15% E.A + 8% V.R; y con ello, se plasma los resultados de manera concisa en la siguiente tabla:

Tabla.9 Resultados del ensayo de CBR

Dosificación	Relación de Soporte de California	
	100%	95%
0	21.50	14.10
5% E.A + 4% V.R	29.0	21.30
10% E.A + 6% V.R	58.30	42.0
15% E.A + 8% V.R	37.30	25.40

Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Figura.17 Relación de Soporte de California



Fuente: Laboratorio de Mecánicas de suelos Mtl Geotecnia.

Interpretación: De los resultados obtenidos se determinó que la incorporación con las tres dosificaciones de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) de 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6%V. R y 15% E.A + 8% V.R, la relación de soporte de california (CBR) aumenta hasta la incorporación de la segunda dosificación desde el valor de CBR al 100 % del suelo natural con 21.5%, a 29.0%, 58.3% y con la tercera dosificación decrece hasta el 37.3%, respectivamente.

V. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos, aprobamos las hipótesis disyuntivas generales donde existe correlación:

- ✓ Ocupa y Troyes (2021) tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de escoria de acero en la subrasante. De igual forma, se consiguió un CBR al 95% de la máxima densidad seca a 0.1", en las muestras de suelo patrón un resultado medio de 29.60% y para el suelo con incorporación del 3%, 6% y 12% escoria de acero, consiguieron resultados medios de 45.35%, 47.50% y 63.45% correspondiente a las dosificaciones 3-6-12 por ciento. De este modo, se infirió que la adición de escoria de acero mejora las características mecánicas de un suelo arcilloso, no obstante, el porcentaje más adecuado fue de la incorporación del 12% de escoria de acero, al mostrar un CBR más elevado. Se **concuierda** con sus resultados ya que aplicando CBR al 95% de la máxima densidad seca a 0.1", con las mismas condiciones y las dosificaciones del 5%, 10% y 15% de escoria de acero más vidrio reciclado, los valores del CBR se elevaron desde 14.1% de suelo patrón hasta 21.3%, 42.0% y descendió con la tercera dosificación con 25.4%. Observando que cuando aplicas una dosificación hasta 10% llega aumentar el valor del CBR al 95% de la máxima densidad seca a 0.1".
- ✓ Guerrero (2021), teniendo como objetivo determinar de qué manera influye la escoria negra de acero y cal en el mejoramiento mecánico de la subrasante. En cuanto al ensayo de CBR, mayor resistencia fue con adición de escoria de acero negro con el 8% aumento de 8.3% a un 17.7% del valor del CBR. En **conclusión**, se ha demostrado que la cal y la escoria de acero tienen una influencia positiva en las propiedades del soporte, además de probar que hay una mejora continua de la capacidad portante al adicionar la escoria de acero. Se **concuierda** con los resultados de Guerrero, ya que en las mismas condiciones en incorporar 5 % y 10% de escoria de acero, aumento el valor del CBR desde el 21.5% desde el suelo natural, hasta 29.0% y 58.3%.

- ✓ Huamani (2020), dispuso como objetivo determinar el efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras- Puente Piedra. Con respecto a los resultados del Proctor Modificado con la adición de vidrio reciclado con un 9% da una máxima densidad seca de 2.176 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 6.6%, con 11% de vidrio reciclado nos dio una máxima densidad seca de 2.176 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 6.8%, con el 13% de vidrio reciclado una Máxima densidad seca de 2.205 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 7.0%. Se **concuierda** con el aumento de la Máxima densidad seca conforme aumenta la dosificación 4%, 6% y 8%, desde el suelo patrón con 1.932kg/cm², hasta 1.955kg/cm², 1.997kg/cm² y 2.133kg/cm², mientras que se **rechaza** que de igual forma aumente el Optimo Contenido de Humedad, ya que los resultados determinan lo contrario una disminución desde el suelo patrón con 11.50%, hasta 10.60%,10.40% y 10.40% respectivamente.
- ✓ Arango & Marín (2021),tuvo como objeto estudiar la determinación de la solución que existe para la Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Puzolana y Vidrio Reciclado, para Subrasante, con la incorporación de puzolana y reciclado de vidrio para estabilizar, mezclando al 30% de puzolana y 10% vidrio reciclado lograron incrementar el CBR, de un CBR 4.9% hasta 14.1% al 95% de CBR. Se **concuierda** ya que con la incorporación de dosificaciones 4% y 6% el CBR al 95% aumento desde el suelo patrón de 14.1%, hasta 21.3% y 42.0%, cambiando así de una subrasante buena a una excelente.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se concluyó que la escoria de acero y vidrio reciclado influyo positivamente a la subrasante del Centro Poblado Nuevo Cañete.
- ✓ De acuerdo a los ensayos de límites de consistencia incorporando escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) con dosificaciones de 0% E.A + 0% V.R, 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6% V.R y 15% E.A + 8% V.R, se concluyó mediante los resultados que con cada tratamiento resulta ser no plástico (N.P), por lo que no se presenta variaciones en la plasticidad del suelo añadiendo las distintas dosificaciones anteriormente mencionadas.
- ✓ Con los resultados obtenidos del ensayo Proctor Modificado se determinó que con la incorporación con las tres dosificaciones de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) de 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6%V. R y 15% E.A + 8% V.R, la máxima densidad seca (MDS) aumenta su valor desde el suelo natural con 1.932kg/cm², a 1.955kg/cm², 1.997kg/cm² y 2.133kg/cm² respectivamente. Y con respecto al óptimo contenido de humedad (OCH) disminuye su porcentaje desde el valor del suelo natural con 11.50%, a 10.60%, 10.40% y con la última dosificación se mantuvo en 10.40%. Por lo que se concluyó que conforme se aumenta las dosificaciones de escoria de acero y vidrio reciclado, la compactación de la subrasante del C.P Nuevo Cañete mejoro.
- ✓ Con los resultados obtenidos se determinó que la incorporación con las tres dosificaciones de escoria de acero (E.A) y vidrio reciclado (V.R) de 5% E.A + 4% V.R, 10% E.A + 6%V. R y 15% E.A + 8% V.R, la relación de soporte de california (CBR) aumento de manera creciente hasta la adición de la segunda dosificación desde el valor de CBR del suelo natural con 21.5%, a 29.0%, 58.3% y con la tercera dosificación se redujo hasta el 37.3%, respectivamente. Por lo que se concluyó que con la segunda dosificación de escoria de acro y vidrio reciclado, el CBR tomo su mayor valor y con ello paso de tener un 21.5% considerada subrasante buena a 58.3% considerada subrasante excelente.

VII.RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a los futuros investigadores, para mejorar la plasticidad con escoria de acero y vidrio reciclado, lo empleen en suelos no arenosos, ya que estos elementos no generan alguna variación ya que son no plásticos.
- ✓ Se recomienda aplicar dosificaciones con un mayor porcentaje de 15% de escoria de acero y 8% de vidrio reciclado.
- ✓ Se recomienda que para obtener una mejor compactación de la subrasante en suelos arenosos, se debe aplicar dosificaciones superiores al 15% de escoria de acero y 8% de vidrio reciclado.
- ✓ Se recomienda a los futuros tesisistas a utilizar materiales que permitan generar un impacto positivo al medio ambiente, como la escoria de acero y el vidrio reciclado, empleados en esta investigación.
- ✓ Se recomienda para mejorar la resistencia del suelo, emplear escoria de acero y vidrio reciclado como materiales estabilizantes.
- ✓ Se recomienda aplicar partículas pasantes a la malla N°08 de escoria de acero molido y vidrio reciclado ya que se comportaron adecuadamente en el procedimiento de cada uno de los ensayos realizados en esta investigación.

REFERENCIAS

1. ASTM. (2018). D-1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)).
2. ASTM. (2018). D-1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory Compacted Soils.
3. ASTM. (2018). D-7263: Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density (Unit Weight) of Soil Specimens.
4. Arango Fernández, J. C., & Marín Falconi, K. (2021). Estabilización de la subrasante utilizando puzolana y vidrio reciclado, para el diseño del pavimento rígido, Viñaca – Ayacucho, 2021. Licenciatura. Universidad César Vallejo, Ayacucho, Perú.
5. Carhuapoma Najarro, C. S., & Tito Sánchez, J. B. (2021). Propuesta de mejora del comportamiento mecánico de Pavimentos Flexibles mediante la aplicación de polvo de fibra de vidrio reciclado sobre subrasante arcillosa de baja plasticidad aplicada al tramo I de la carretera Rodríguez de Mendoza, Amazonas - Perú. Amazonas.
6. CCOILLO INCA, Illary. 2017. “Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria La Molina2016”. Lima: Universidad César Vallejo.
7. Colegio de Ingenieros del Perú, C. (2018). Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de:
<http://cdlima.org.pe/wpcontent/uploads/2018/04/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICAREVISI%C3%93N-2018.pdf>
8. Figueroa, I., & Mamani, C. (2019). Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
9. FLORES, Vicente; JIMENEZ, Víctor; PEREZ, Alexis. “Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento” Boletín de la Sociedad Española de cerámica y Vidrio (marzo 2018) p. 257 – 265.
10. GETECNO. Compactación del Suelo: Método de Ensayo de compactación del suelo y sus usos. (en línea) (citado el: 17 de noviembre de 2020).
11. Guerrero Infante, M. E. (2021). Incorporación de escoria de acero y cal para mejorar la subrasante en la Av. Industrial de Pachacútec 2021. Licenciatura. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84356>

12. Huamani Quispe, A. E. (2020). Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras- Puente Piedra. Licenciatura. Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67655>
13. Haro Marchena, L. M. (2021). Efecto de la Adición de Vidrio Reciclado en la Estabilización de Suelo Arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote. Lima.
14. Jolly K., J., Rose Benny, J., Mareena Sebastian, J., & Thomas, M. (2017). Effect of Glass Powder on Engineering Properties of Clayey Soil. Investigación. International Journal of engineering research y technology, Kuttanadu, India.
15. Josephia Santos, R. R. (2018). Estabilización de suelos Introducción. Diplomado. Universidad Técnica de Oruro, Oruro, Bolivia.
16. Leiva, D., Montenegro, J., & Ponce, R. (2017). Caracterización de un suelo arcilloso y su mezcla con escoria blanca proveniente de la siderurgia integral. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. Obtenido:
<http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1418/Leiva%20Vida%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. M.T.C. (2013). Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima.
18. M.T.C. (2016). Manual de Ensayo de Materiales.
19. Manual de Carreteras, Ministerio de Comunicaciones y Transporte, Lima – Perú.
20. Manual de Ensayos de Materiales, Sección, Suelos, Geotecnia y Pavimentos. Ministerio de Comunicaciones y Transporte., Lima – Perú, mayo 2016.
21. Maraví Rodríguez, J. F. (2021). Estabilización de suelo arcilloso con vidrio y PET, en el Jr. 9 de diciembre, distrito de Quinua - Ayacucho, 2021. Ayacucho.
22. Ministerio de Comunicaciones y Transporte, Lima, Manual de Ensayos de Materiales, Sección, Suelos y Pavimentos, Lima Perú, febrero de 2013.
23. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras. Lima: MTC. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
24. Ministerio Economía y Finanzas. (2016). Pautas Metodológicas para el Desarrollo de Alternativas de Pavimentos en la Formulación de Proyectos. Lima, Perú.
25. Ministerio Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima - Perú.
26. MTC. 2014. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Perú.
27. MTC. Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Lima Perú, marzo de 2008.
28. Mora, R. (2020). Técnicas de mejoramiento de suelos. Conferencia. University of Costa Rica, Costa Rica.

29. Ocupa Meza, S. D., & Troyes Mego, H. (2021). Adición de escoria de acero para estabilizar la subrasante en la Carretera Tramo Puente Blanco - Chunchuquillo, Colasay – Jaén – Cajamarca - 2021. Licenciatura. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68271>
30. Ospina García, M. Á., Chaves Pabón, S. B., & Jiménez Sicachá, L. M. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá, Colombia. Obtenido de: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_uitama/article/view/11692/975
31. Ospina, M., Chaves, S., & Jiménez, L. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcillosos mediante la adición de escoria de acero. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 11(1). Obtenido de: <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>
32. Ospina-García, M. A., Chaves-Pabón, S. B., & Jiménez-Sicachá, L. M. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Rev.investig.desarro.innov., 11 (1), 185-196.
33. Pajuelo Iparraguirre, M. Y. (2020). Importancia de los suelos en la Ingeniería Civil.
34. Pardo Ospina, A. I., & Pérez García, L. P. (2019). EVALUACIÓN DE LA ESCORIA DE ACERÍA PROVENIENTE DE ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A COMO MATERIAL PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES DE UNA SUBBASE GRANULAR (SBG) TIPO INVIAS. Licenciatura. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/24240>
35. Perea Huamán, D. J. (2021). USO DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA CAPACIDAD DE CARGA DE SUELOS ARCILLOSOS. Artículo de Revisión Científica. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá, Colombia.
36. Poma, K., & Castromonte, E. (2017). Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado. Huaraz: Universidad San Pedro.
37. RNE. 2019. Suelos y Cimentaciones E.050. Perú.
38. Rizgar A., B. (2020). Strength improvement of expansive soil by utilizing waste. Case Studies in Construction Materials. El Sevier, Soran, Irak.
39. Tirado Gutiérrez, C. E. (2019). Análisis comparativo del uso de escoria de siderurgia para la estabilización de suelo. Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30933>

40. WALHOFF, Guerson. "Influencia del Vidrio Molido en la Resistencia a la Compresión del Concreto y Costos de Fabricación, Comparado con el Concreto Convencional, Barranca – 2016". Director Víctor Raúl Villegas Zamora. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de Ingeniería Civil, Huaraz - Perú, 2017.

ANEXOS

ANEXO.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTOS		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado		
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado en el mejoramiento de la subrasante del Centro Poblado, Nuevo Cañete- Lima, 2022?	Determinar la influencia de la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete- Lima, 2022.	La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado influiría positivamente en el mejoramiento de la subrasante del Centro Poblado, Nuevo Cañete – Lima, 2022.	Dosificación	0%E. A +0% V. R	Ficha de recolección de datos Balanza de Precisión
				5%E. A +4% V. R 10%E. A + 6% V. R 15%E. A + 8% V. R	Ficha de recolección de datos Balanza de Precisión
			Tamaño de Partículas	Pasantes a la Malla N°08	Ficha de Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM 6913)
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICO	V. DEPENDIENTE: Mejoramiento de subrasante		
¿De qué manera la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la plasticidad de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete- Lima, 2022?	Determinar como la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la plasticidad de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022.	La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la plasticidad de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete- Lima, 2022.	Clasificación de suelo	Tamaño de partículas (mm)	Fichas de Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM 6913)
				Contenido de Humedad (%)	Fichas de Contenido de Humedad (ASTM D2216)
			Límites de Atterberg	Limite liquido (%)	Fichas de Limite de Atterberg (ASTM D4318)
				Limite plástico (%)	
				Índice de plasticidad	
Proctor Modificado	Densidad máxima seca (gr/cm3)	Ficha de Proctor Modificado (ASTM D1557-91)			
	Optimo Contenido de Humedad (%)				
¿De qué manera la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la resistencia de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete- Lima, 2022?	Determinar como la estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la Resistencia de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete-Lima, 2022.	La estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado mejora la resistencia de la subrasante en el C.P Nuevo Cañete- Lima, 2022.	CBR	California Bearing Ratio (%)	Ficha de California Bearing Ratio (ASTM-1883)

Fuente: Elaboración propia (2022).

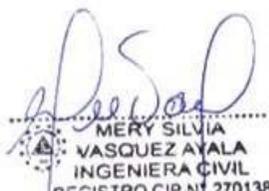
ANEXO.2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Variable de la Investigación	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado	Escoria de acero: se define como un subproducto que se separa de la fundición en función a su densidad. Está compuesto primordialmente por silicato de calcio y también contiene otras sustancias, principalmente óxido de aluminio y magnesio (Aranguren Campos, 2015). La escoria negra de acero se utiliza actualmente en la producción de cemento, agregados para la producción de concreto, bases y materiales de base para aceras, estabilización de suelos y capas de asfalto que forman parte bituminosa.	Esta variable se medirá con respecto a los porcentajes de adición de escoria de acero y vidrio reciclado a las muestras de suelo	Dosificación	0%E. A +0% V. R	Razón	<u>Tipo de Investigación:</u> Aplicada <u>Nivel de Investigación:</u> Descriptiva- <u>Enfoque:</u> Cuantitativo <u>Diseño de Investigación:</u> Experimental <u>Población:</u> Subrasante del Centro Poblado Nuevo Cañete <u>Muestreo:</u> No probabilístico e intencional <u>Muestra:</u> Subrasante de 3km de las vías del Centro Poblado Nuevo Cañete
	Vidrio reciclado: es un material cerámico cristalino no inorgánico que se compone principalmente de silicato y está en estado sólido a temperatura natural (Poveda, Granja, Hidalgo y Ávila, 2015, p. 1). Las propiedades físicas del vidrio triturado incluyen alta permeabilidad magnética, baja rigidez y alta resistencia a la compresión, lo que puede mejorar su uso en trabajos de ingeniería (Javed y Chakraborty, 2020).			Tamaño de Partículas		
Mejoramiento de la subrasante	Definición conceptual: se considera como técnicas para modificar las características de suelo es importante ser excavados a nivel de subrasante y reemplazar la totalidad o parcialidad con los distintos estabilizadores que existen, logrando así una mejor eficiencia en condiciones de diseño y/o cargas (Mora, 2020)	Esta variable se medirá con respecto a los ensayos de caracterización de suelos, que son el Análisis granulométrico, los límites de atterberg, Proctor Modificado, CBR, etc.	Clasificación de suelo	Tamaño de partículas (mm)	Razón	Técnica: Observación <u>Instrumento de Investigación:</u> Formatos normalizados <u>Fichas de recopilación:</u> Fichas técnicas normalizadas
				Contenido de Humedad (%)		
			Límites de Atterberg	Límite Líquido (%)		
				Límite plástico (%)		
			Proctor Modificado	Índice de plasticidad		
Densidad máxima seca (gr/cm ³)						
CBR	Óptimo Contenido de Humedad (%)					
	California Bearing Ratio (%)					

Fuente: Elaboración propia (2022).

ANEXO.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de Investigación: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022.						
Investigador: Fabricio Genso, Gonzales Eguchi						
Experto: Mery Silvia Vásquez Ayala						
ASPECTOS A EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO		
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
Estabilización con escoria de acero y Vidrio Reciclado	Dosificación de Escoria de acero y Vidrio reciclado	0%E. A +0% V. R	Ficha de recolección de datos Balanza de Precisión	x		
		5%E. A +4% V. R				
		10%E. A + 6% V. R				
		15%E. A + 8% V. R				
	Tamaño de Partículas	Pasantes a la Malla N°08	Ficha de Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM 6913)			
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
Mejoramiento de la subrasante	Tipo de Suelo	Tamaño de partículas (mm)	Ficha de Análisis Granulométrico (ASTM D6913)	x		
		Contenido de Humedad (%)	Ficha de Contenido de Humedad (ASTM D2218)			
	Plasticidad	Limite Líquido (%)	Fichas de Límite de Atterberg (ASTM D4318)			
		Limite plástico (%)				
		Índice de plasticidad				
	Compactación	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Ficha de Proctor Modificado (ASTM D1557-91)			
		Óptimo Contenido de Humedad (%)				
	Resistencia	California Bearing Ratio (%)	Ficha de California Bearing Ratio (ASTM-1883)			
Firma del Profesional Colegiado: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p style="margin: 0;"> MERY SILVIA VÁSQUEZ AYALA INGENIERA CIVIL REGISTRO CIP N° 270138 </p> </div>						

Fuente: Elaboración propia (2022).

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de Investigación: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022.							
Investigador: Fabricio Genso, Gonzales Eguchi							
Experto: Piero José Magro Morales							
ASPECTOS A EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO			
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS	
Estabilización con escoria de acero y Vidrio Reciclado	Dosificación de Escoria de acero y Vidrio reciclado	0%E. A +0% V. R	Ficha de recolección de datos Balanza de Precisión	x			
		5%E. A +4% V. R					
		10%E. A + 6% V. R					
		15%E. A + 8% V. R					
	Tamaño de Partículas	Pasantes a la Malla N°08	Ficha de Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM 6913)				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos				
Mejoramiento de la subrasante	Tipo de Suelo	Tamaño de partículas (mm)	Ficha de Análisis Granulométrico (ASTM D6913)	x			
		Contenido de Humedad (%)	Ficha de Contenido de Humedad (ASTM D2218)				
	Plasticidad	Limite Líquido (%)	Fichas de Limite de Atterberg (ASTM D4318)				
		Limite plástico (%)					
		Índice de plasticidad					
	Compactación	Densidad máxima seca (gr/cm3)	Ficha de Proctor Modificado (ASTM D1557-91)				x
		Optimo Contenido de Humedad (%)					
	Resistencia	California Bearing Ratio (%)	Ficha de California Bearing Ratio (ASTM-1883)				x

Firma del Profesional Colegiado:



**PIERO JOSÉ
MAGRO MORALES**
Ingeniero Civil
CIP N° 276503

Fuente: Elaboración propia (2022).

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de Investigación: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022.							
Investigador: Fabricio Genso, Gonzales Eguchi							
Experto: Delia Asusena Olivo Flores							
ASPECTOS A EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO			
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS	
Estabilización con escoria de acero y Vidrio Reciclado	Dosificación de Escoria de acero y Vidrio reciclado	0%E. A +0% V. R	Ficha de recolección de datos Balanza de Precisión	x			
		5%E. A +4% V. R					
		10%E. A + 6% V. R					
		15%E. A + 8% V. R					
	Tamaño de Partículas	Pasantes a la Malla N°08	Ficha de Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM 6913)				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos				
Mejoramiento de la subrasante	Tipo de Suelo	Tamaño de partículas (mm)	Ficha de Análisis Granulométrico (ASTM D6913)	x			
		Contenido de Humedad (%)	Ficha de Contenido de Humedad (ASTM D2216)				
	Plasticidad	Limite Líquido (%)	Fichas de Limite de Atterberg (ASTM D4318)				
		Limite plástico (%)					
		Índice de plasticidad					
	Compactación	Densidad máxima seca (gr/cm3)	Ficha de Proctor Modificado (ASTM D1557-91)				x
		Optimo Contenido de Humedad (%)					
Resistencia	California Bearing Ratio (%)	Ficha de California Bearing Ratio (ASTM-1883)	x				
Firma del Profesional Colegiado:							
 DELIA ASUSENA OLIVO FLORES Ingeniera Civil CIP N° 275084							

Fuente: Elaboración propia (2022).

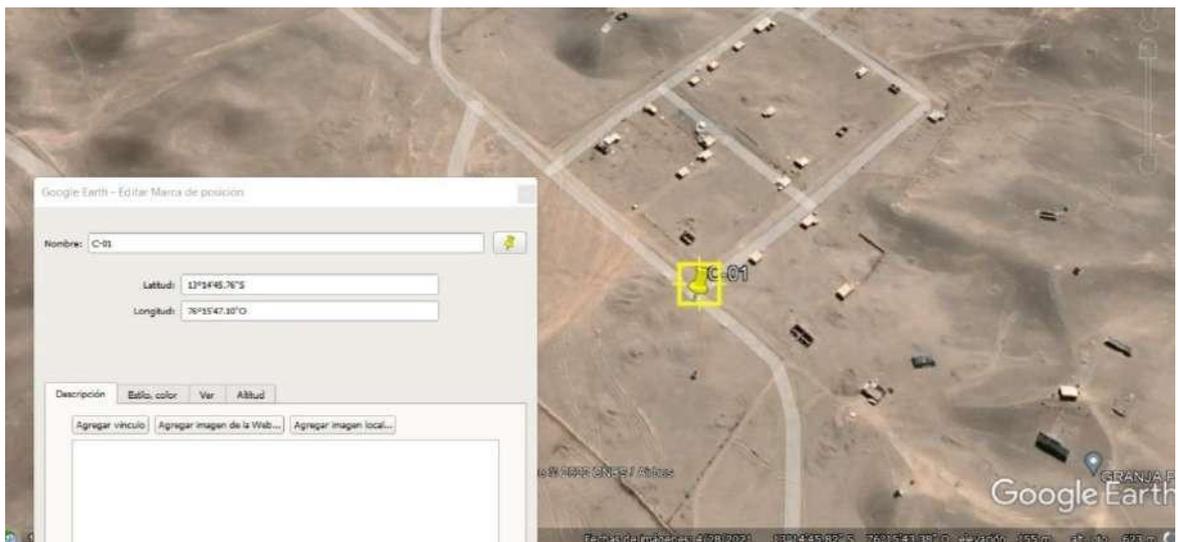
ANEXO.4 PANEL FOTOGRAFICO

Figura.18 Centro Poblado Nuevo Cañete



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.19 Ubicación calicata N°01



Fuente: Google earth (2022).

Figura.20 Ubicación calicata N°02



Fuente: Google earth (2022).

Figura.21 Ubicación calicata N°03



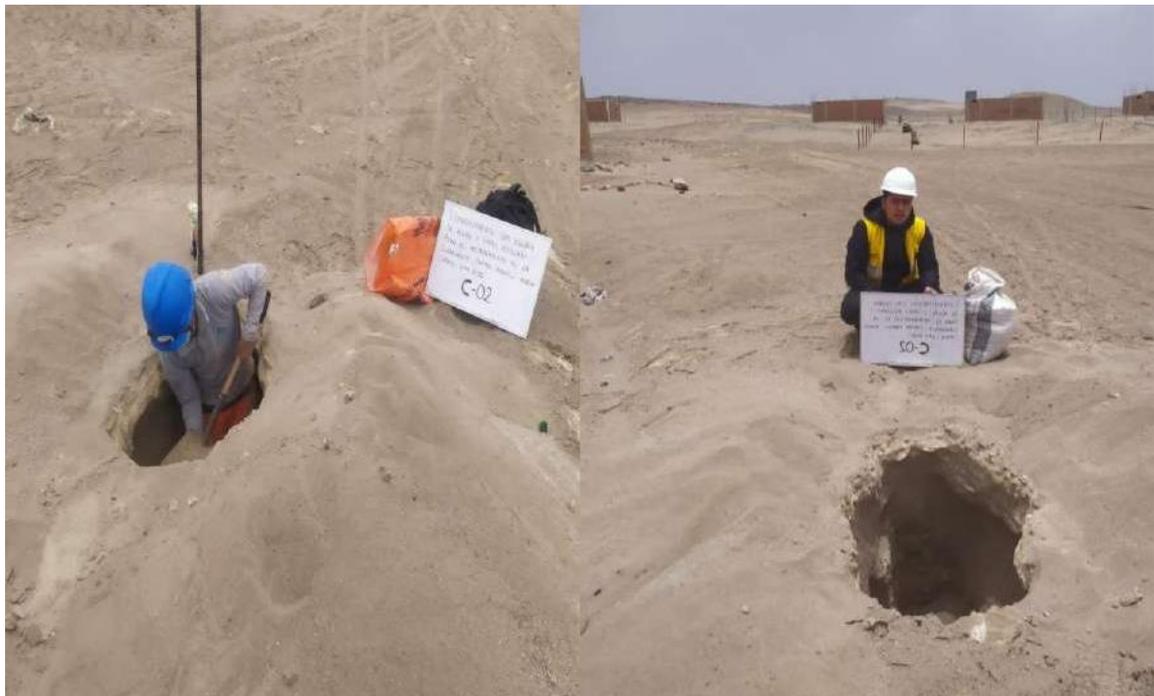
Fuente: Google earth (2022).

Figura.22 Calicata N°01



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.23 Calicata N°02



Fuente: Captura Propia (2022).

Figura.24 Calicata N°03



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.25 Escoria de acero



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.26 Vidrio Reciclado



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.27 Escoria de acero triturado



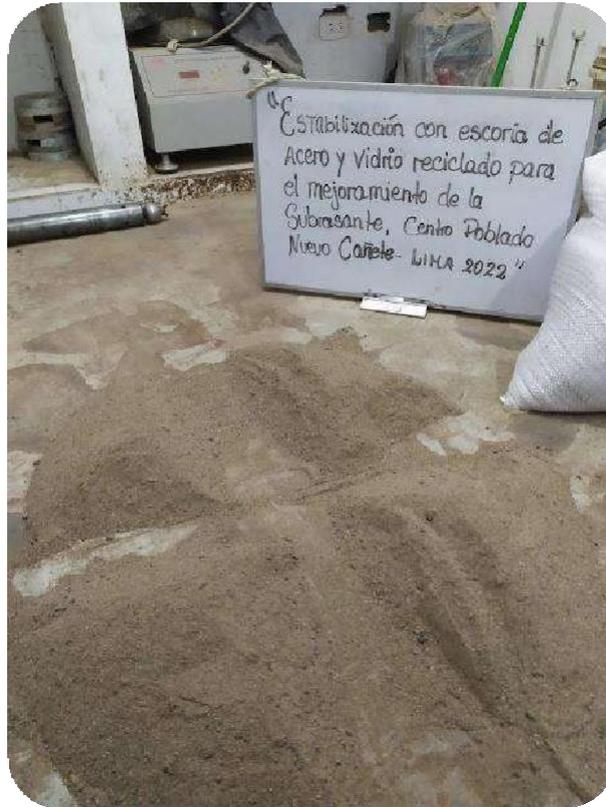
Fuente: Captura propia (2022).

Figura.28 Vidrio Reciclado triturado



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.29 Cuarto de Muestra



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.30 Limpieza de Muestra



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.31 Secado de muestra en horno



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.32 Granulometría por tamizado



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.33 Ensayo Proctor Modificado



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.34 Ensayo Proctor Modificado



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.35 Ensayo CBR



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.36 Trituración de Vidrio Reciclado y Escoria de acero



Fuente: Captura propia (2022).

Figura.37 Acero Okendo



Fuente: Captura propia (2022).

ANEXO.5 Resultado - Clasificación de suelo C-1



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com

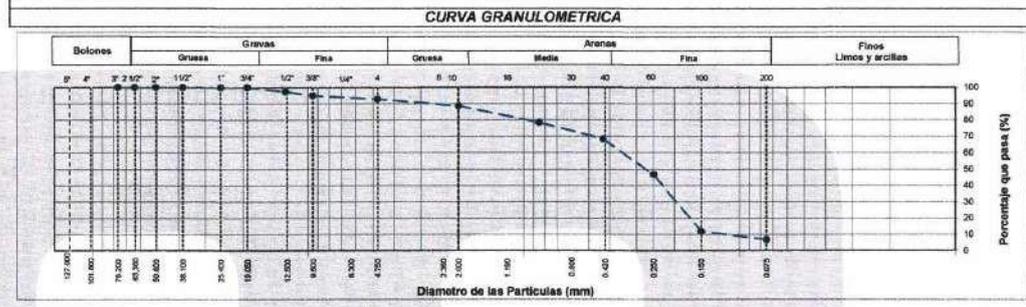


LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	28/11/2021
<p>TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"</p> <p>SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi</p> <p>UBICACIÓN : Lima</p> <p>EXPEDIENTE N° : ---</p> <p>Calicata : C-1 Aprobado por: G.C.M.</p> <p>Muestra : M-1 Ensayado por: G.C.M.</p> <p>Profundidad : 0.00 - 1.50 m Fecha de ensayo: 27/10/2022</p>			

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) : 0.4 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) : N.P. Limite Plástico (LP) : N.P. Indice Plástico (IP) : N.P. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Grava (%)</td> <td style="width: 33%;">Arena (%)</td> <td style="width: 33%;">Finos (%)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.2</td> <td style="text-align: center;">86.0</td> <td style="text-align: center;">6.8</td> </tr> </table> CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) : SP - SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) : A-3 (0) Nombre del Grupo : Arena pobremente gradada con limo	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	7.2	86.0	6.8
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
7.2	86.0	6.8								
2 1/2"	63.500	100.00								
2"	50.800	100.00								
1 1/2"	38.100	100.00								
1"	25.400	100.00								
3/4"	19.050	100.00								
1/2"	12.700	97.49								
3/8"	9.530	95.17								
N° 4	4.750	82.83								
N° 10	2.000	88.81								
N° 20	0.850	78.60								
N° 40	0.430	68.40								
N° 60	0.250	46.83								
N° 100	0.150	11.86								
N° 200	0.075	6.86								

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 SP - SM Arena pobremente gradada con limo

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
 - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - 3) El Limite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.



- OBSERVACIONES:**
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

ANEXO.6 Resultados - Determinación de Humedad C-1



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-002.01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión	2
		Fecha	18/06/2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"		
SOLICITANTE	: Fabricio Genso Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: —		
Sondaje/Calcata	: C-1	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: M-1	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 0.00 - 1.50	Fecha de ensayo:	27/01/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Profundidad (m)	1.5	1.5			
Método de reporte	A	B			
Peso del suelo seco (gr)	966.3	976.4			
Peso del agua (gr)	3.5	3.8			
Contenido de humedad (%)	0.4	0.4			
Promedio C. humedad (%)	0.4				

INDICACIONES DEL ENSAYO

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Clasificación visual del suelo	SM	SM			
Método de secado	Horno a 110±5 °C	Horno a 60°C			
¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216?	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-16	No cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19			
¿Hay materiales excluidos? Describir	No	No			

Observaciones:

.....

.....

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
---	---	---

ANEXO.7 Resultados - Limites de Consistencia C-1



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-PR-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
<p>PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022"</p> <p>SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi</p> <p>UBICACIÓN : Lima</p> <p>EXPEDIENTE N° : ---</p>			
<p>Sondaje/Calicata : C-1</p> <p>Muestra : M-1</p> <p>Profundidad : 0.00 - 1.50 m</p>		<p>Muestreado por: G.C.M.</p> <p>Ensayado por: G.C.M.</p> <p>Fecha de ensayo: 27/01/2022</p>	
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318			

A) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO:

Método de preparación: Húmedo
Método de ensayo: Multipunto
Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2	P3	P4
Contenido Humedad	-	-	-	-	-
N° De Golpes	-	-	-	-	-

Gráfico de Fluidez



Límite Líquido (%)	N.P.
--------------------	------

B) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO:

Método de preparación: Húmedo
Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2
Contenido Humedad	-	-	-

Límite Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

C) DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO:

Índice Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

D) INFORMACIÓN ADICIONAL DEL ENSAYO:

Descripción de la muestra: Arena pobremente graduada con limosa

Tipo de ranurador (metálico o plástico): Ranurador plástico

Tipo de laminador (Manual o equipo): Laminador manual

Observación: _____

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jony C. Gutiérrez Jefe de Laboratorio	Revisado por: Eimer Maza INGENIERO CIVIL C. P. N° 210368 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	---

ANEXO.8 Resultados - Compactación Proctor Modificado C-1



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-PR-LAB-MS-006.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"
SOLICITANTE : Fabricio Gonso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : ---

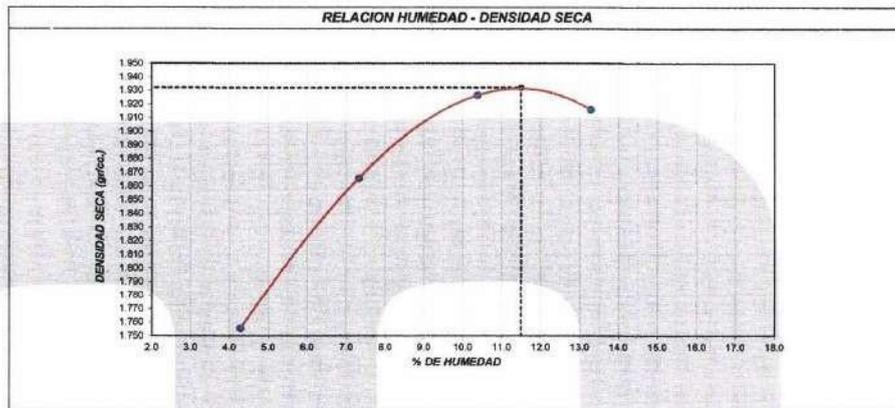
Sondaje/Calicata : C-1	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra : M-1	Ensayado por:	G.C.M.
Capa : 1.5 m	Fecha de ensayo:	27/10/2022

**Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))
(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)**

Método de Ensayo	A
Tamiz límite	No. 4
Método de preparación	Muestra Húmede
Tipo de apisonador	Manual
Volumen Molde	910 cm ³
Peso Molde	3968 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1.831	2.002	2.126	2.170	-
Contenido de agua	%	4.3	7.3	10.4	13.3	-
Densidad Seca	gr/cm ³	1.755	1.868	1.926	1.916	-

Densidad Máxima Seca: 1.932 gr/cm³ **ntenido Humedad Óptima:** 11.60 %



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. SUELOS, CIMENTOS Y PAVIMENTOS B°	 MTL GEOTECNIA S.A.C. SUELOS, CIMENTOS Y PAVIMENTOS Eimar Moriarte Huaman INGENIERO CIVIL C. I. N.° 210986	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.9 Resultados - Relación de Soporte de California C-1



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/08/2021

TESIS SOLICITANTE : Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Caféte - Lima 2022* UBICACIÓN : Fabricio Genso Gonzales Eguchi EXPEDIENTE N° : Lima Cantera/Calicata : C-1 Muestra : M-1 Profundidad : 1.5 m	Aprobado por: G.C.M. Ensayado por: G.C.M. Fecha de ensayo: 31/10/2022
--	---

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883

A) Ensayo preliminar de Compactación:
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método:	A
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.932
Óptimo Contenido de Humedad (%):	11.50

B) Contenido de Humedad:
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de suelo seco (gr.)	522.5	-	527.8	-	533.7	-
Peso de agua (gr.)	69.1	-	60.5	-	61.5	-
Humedad (%)	11.50	-	11.46	-	11.52	-

C) Compactación de Moldes:

Molde N°	Molde N° 4	Molde N° 7	Molde N° 5
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	No sumergida	No sumergida	No sumergida
Humedad (%)	11.50	11.46	11.52
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.837	1.840	1.739

D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 4				Molde N° 7				Molde N° 5			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
		kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.925		69	3.5			56	2.8			27	1.4		
0.950		152	7.7			102	5.2			54	2.7		
0.975		223	11.3			156	7.8			77	3.9		
0.100	70.397	351	15.3	15.1	21.5	205	10.4	10.2	14.5	89	5.0	5.1	7.3
0.150		433	22.0			280	14.2			139	7.1		
0.200	105.480	541	27.5	27.0	25.8	353	17.9	17.8	16.9	176	9.0	8.8	6.3
0.300		864	33.7			433	22.0			214	10.6		
0.400		929	31.9			442	22.4			222	11.3		
0.500		504	25.6			382	19.4			198	10.1		

E) Proceso de expansión o hinchamiento: No presenta

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Días	Expansión		Días	Expansión		Días	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS DEL ENSAYO

- 1) El suelo corresponde a una clasificación: SP SM.
- 2) El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 0 %.
- 3) No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4".
- 4) Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida.
- 5) Los materiales se sumergieron durante 96 horas.
- 6) Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157.
- 7) No se calculó la expansión del material por considerarse estos efectos despreciables.
- 8) -

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto Asfalto C.I.P. N° 216005	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto Asfalto C.I.P. N° 216005	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

TESIS : Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022
SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : ---

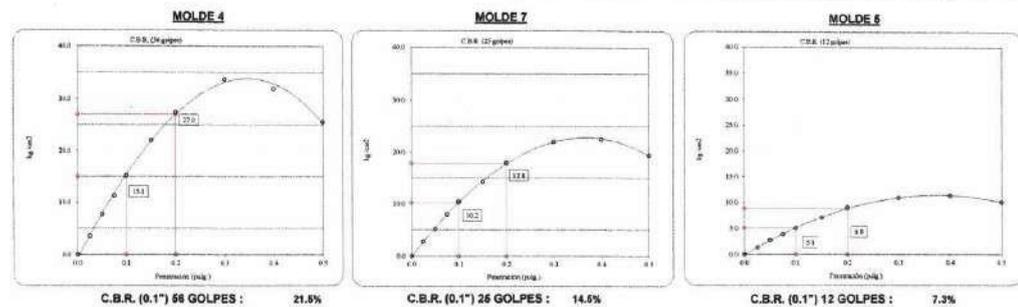
Cantera/Calicata : C-1 **Aprobado por:** G.C.M.
Muestra : M-1 **Ensayado por:** G.C.M.
Profundidad : 1.5 m **Fecha de ensayo:** 31/10/2022

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883**

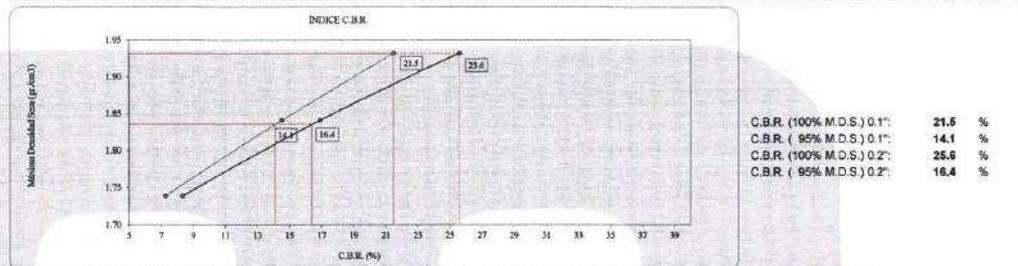
Ensayo de Próctor Modificado - Método C

Máxima Densidad Seca : 1.932 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 11.50 %
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.835 gr./cm³ Clasificación de suelos : SP SM

Curvas de Esfuerzo vs. Penetración



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<p>Elaborado por:</p> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
--	--	--

ANEXO.10 Resultados - Clasificación de suelo Natural C-2



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	26/11/2021

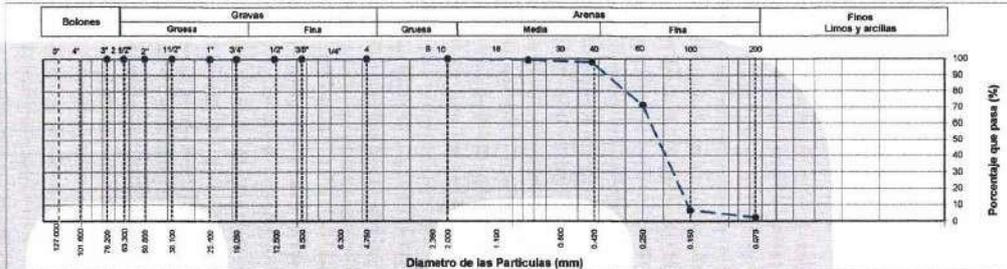
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Carlete - Lima 2022"	
SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi	
UBICACIÓN : Lima	
EXPEDIENTE N° : ---	
Calicata : C-2	Aprobado por: G.C.M.
Muestra : M-1	Ensayado por: G.C.M.
Profundidad : 0.00 - 1.50 m	Fecha de ensayo: 27/10/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) : 0.7 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) : 0.0 Arena (%) : 97.7 Finos (%) : 2.3 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) : SP Clasificación AASHTO (ASTM D3282) : A-3 (0) Nombre del Grupo : Arena pobremente gradada
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.530	100.00		
N° 4	4.750	100.00		
N° 10	2.000	100.00		
N° 20	0.850	99.34		
N° 40	0.430	97.93		
N° 60	0.250	71.52		
N° 100	0.150	6.67		
N° 200	0.075	2.35		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2489 SP Arena pobremente gradada

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
 - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - 3) El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

ANEXO.11 Resultados – Determinación de Humedad C-2



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-002.01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión	2
		Fecha	18/06/2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"		
SOLICITANTE	: Fabricio Genso Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: --		
Sondaje/Calicata	: C-2	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: M-1	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 0.00 - 1.50	Fecha de ensayo:	27/01/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Profundidad (m)	1.5	1.5			
Método de reporte	A	B			
Peso del suelo seco (gr)	955.1	964.1			
Peso del agua (gr)	6.4	7.7			
Contenido de humedad (%)	0.7	0.8			
Promedio C. humedad (%)	0.7				

INDICACIONES DEL ENSAYO

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Clasificación visual del suelo	SM	SM			
Método de secado	Horno a 110±5 °C	Horno a 90°C			
¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216?	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19	No cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19			
¿Hay materiales excluidos? Describir	No	No			

Observaciones:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.12 Resultados – Límites de Consistencia C-2



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



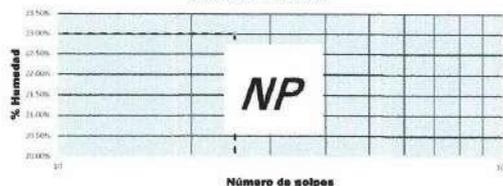
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-PR-LAB-MB-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/08/2021
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022"			
SOLICITANTE : Fabrizio Gense Gonzalez Eguchi			
UBICACIÓN : Lima			
EXPEDIENTE N° : ---			
Sonda/Calicata : C-2		Muestreado por: G.C.M	
Muestra : M-1		Ensayado por: G.C.M	
Profundidad : 0.00 - 1.50 m		Fecha de ensayo: 27/01/2022	
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318			

A) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO:

Método de preparación: Húmedo
Método de ensayo: Multipunto
Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2	P3	P4
Contenido Humedad	-	-	-	-	-
N° De Golpes	-	-	-	-	-

Gráfico de Fluides



Límite Líquido (%)	N.P.
---------------------------	------

B) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO:

Método de preparación: Húmedo
Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2
Contenido Humedad	-	-	-

Límite Plástico (%)	N.P.
----------------------------	------

C) DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO:

Índice Plástico (%)	N.P.
----------------------------	------

D) INFORMACIÓN ADICIONAL DEL ENSAYO:

Descripción de la muestra: Arena pobremente graduada
 Tipo de ranurador (metálico o plástico): Ranurador plástico
 Tipo de laminador (Manual o equipo): Laminador manual
 Observación: -

OBSERVACIONES:
 • Muestra provista e identificada por el solicitante.
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jony C. Gutiérrez Abante Jefe de Laboratorio	Revisado por: Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N. 21809	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

ANEXO.13 Resultados – Compactación Proctor Modificado C-2



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"
SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : --

Sonda/Calicote : C-2 Aprobado por: G.C.M.
Muestra : M-1 Ensayado por: G.C.M.
Capa : 1.5 m Fecha de ensayo: 27/10/2022

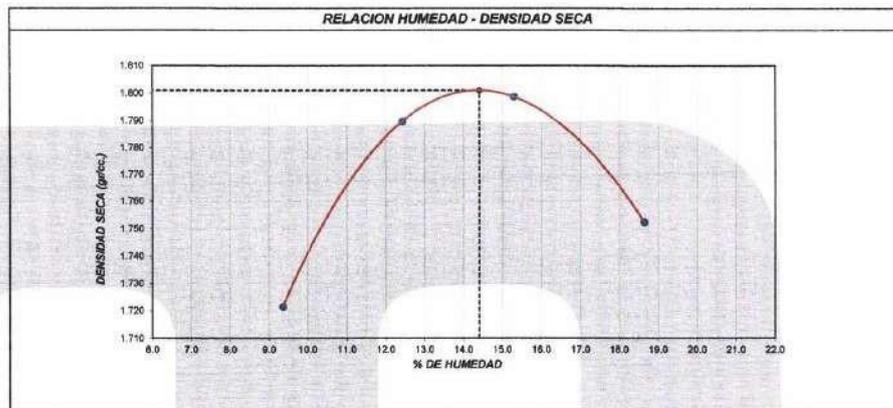
Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³)
(2,700 kN-m/m³)

(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)

Método de Ensayo	A
Tamiz límite	No. 4
Método de preparación	Muestra Húmeda
Tipo de apisonador	Manual
Volumen Molde	910 cm ³
Peso Molde	3968 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1.883	2.012	2.074	2.079	-
Contenido de agua	%	9.4	12.4	15.3	18.6	-
Densidad Seca	gr/cm ³	1.721	1.790	1.799	1.752	-

Densidad Máxima Seca: 1.801 gr/cm³. ntenido Humedad Optima: 14.40 %



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.14 Resultados – Relación de Soporte de California C-2



(511) 457 2237 / 989349903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

TECNOLOGÍA	: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022*		
SOLICITANTE	: Fabricio Genzo Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: ---		
Cantera/Calicata	: C-2	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: M-1	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 1.5 m	Fecha de ensayo:	31/10/2022

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883

A) Ensayo preliminar de Compactación:
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método: : A
Máxima Densidad Seca (gr/cm³): : 1.801
Óptimo Contenido de Humedad (%): : 14.40

B) Contenido de Humedad:
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de suelo seco (gr.)	522.1	-	495.8	-	507.7	-
Peso de agua (gr.)	72.4	-	71.5	-	73.5	-
Humedad (%)	14.42	-	14.42	-	14.43	-

C) Compactación de Moldes:

Molde N°	Molde N° 3	Molde N° 10	Molde N° 11
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	No sumergida	No sumergida	No sumergida
Humedad (%)	14.42	14.42	14.43
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.803	1.728	1.639

D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 3				Molde N° 10				Molde N° 11			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
		kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		93	1.7			21	1.1			12	0.6		
0.050		71	3.6			55	2.6			43	2.2		
0.075		126	8.4			93	4.7			76	3.9		
0.100	70.397	209	10.0	21.0	29.9	154	7.8	12.2	17.4	115	5.8	5.0	8.6
0.150		404	20.5			295	15.0			201	10.2		
0.200	105.650	630	32.0	42.7	40.6	422	21.4	25.9	24.6	296	15.0	15.0	14.2
0.300		1039	52.6			653	33.2			475	21.6		
0.400		1095	55.6			710	36.1			460	23.7		
0.500		850	33.0			450	22.9			302	15.3		

E) Proceso de expansión o hinchamiento: No presenta

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS DEL ENSAYO

- 1) El suelo corresponde a una clasificación: SP.
- 2) El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 0 %.
- 3) No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4".
- 4) Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida.
- 5) Los materiales se sumergieron durante 96 horas.
- 6) Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157.
- 7) No se calculó la expansión del material por considerarse estos efectos despreciables.
- 8) -

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/08/2021

TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"
SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : —

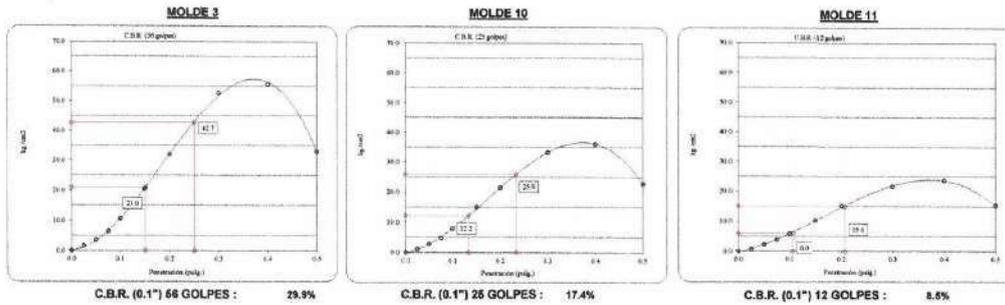
Cantera/Calicata : C-2 **Aprobado por:** G.C.M.
Muestra : M-1 **Ensayado por:** G.C.M.
Profundidad : 1.5 m **Fecha de ensayo:** 31/10/2022

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883**

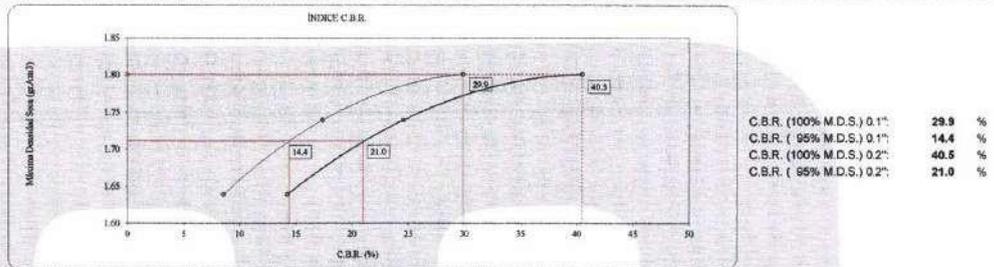
Ensayo de Próctor Modificado - Método C

Máxima Densidad Seca : 1.801 gr./cm³ Ótimo Contenido de Humedad : 14.40 %
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.711 gr./cm³ Clasificación de suelos : SP

Curvas de Esfuerzo vs. Penetración



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<p>Elaborado por:</p> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
--	--	--

ANEXO.15 Resultados – Clasificación de suelos C-3



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	26/11/2021

PROYECTO	: "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"		
SOLICITANTE	: Fabricio Gensó Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: ---		
Calicata	: C-3	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: M-1	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 0.00 - 1.50 m	Fecha de ensayo:	27/10/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 0.1 LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) Arena (%) Finos (%) 0.0 72.9 27.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-2-4 (0) Nombre del Grupo Arena limosa
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.530	100.00		
N° 4	4.750	100.00		
N° 10	2.000	96.52		
N° 20	0.850	87.81		
N° 40	0.430	78.09		
N° 60	0.250	62.79		
N° 100	0.150	31.99		
N° 200	0.075	27.13		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 SM Arena limosa

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
 - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - 3) El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

CURVA GRANULOMÉTRICA



- OBSERVACIONES:**
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

ANEXO.16 Resultados – Determinación de Humedad C-3



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código:	FOR-PR-LAB-MS-002.01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión:	2
		Fecha:	18/06/2021
		Página:	1 de 1

PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022"
SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : ---

Sondeo/Calicata : C-3 **Aprobado por:** G.C.M.
Muestra : M-1 **Ensayado por:** G.C.M.
Profundidad : 0.00 - 1.50 **Fecha de ensayo:** 27/01/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Profundidad (m)	1.5	1.5			
Método de reporte	A	B			
Peso del suelo seco (gr)	1217.3	1222.4			
Peso del agua (gr)	0.97	1.5			
Contenido de humedad (%)	0.1	0.1			
Promedio C. humedad (%)	0.1				

INDICACIONES DEL ENSAYO

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Clasificación visual del suelo	SM	SM			
Método de secado	Horno a 110±5 °C	Horno a 80°C			
¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216?	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19	No cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19			
¿Hay materiales excluidos? Describir	No	No			

Observaciones:

.....

.....

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210995 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.17 Resultados – Limites de Consistencia C-3



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima-Perú

www.mtlgeotecniasac.com



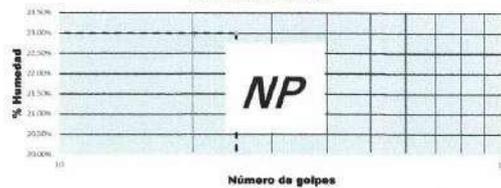
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-PR-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"			
SOLICITANTE : Fabricio Genzo Gonzales Eguchi			
UBICACIÓN : Lima			
EXPEDIENTE N° : ---			
Sondeo/Calcete : C-3		Muestreado por:	G.C.M.
Muestra : M-1		Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad : 0.00 - 1.50 m		Fecha de ensayo:	27/01/2022
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318			

A) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO:

Método de preparación: Húmedo
Método de ensayo: Multipunto
Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2	P3	P4
Contenido Humedad	-	-	-	-	-
N° De Golpes	-	-	-	-	-

Gráfico de Fluidez



Límite Líquido (%)	N.P.
---------------------------	------

B) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO:

Método de preparación: Húmedo
Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2
Contenido Humedad	-	-	-

Límite Plástico (%)	N.P.
----------------------------	------

C) DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO:

Índice Plástico (%)	N.P.
----------------------------	------

D) INFORMACIÓN ADICIONAL DEL ENSAYO:

Descripción de la muestra: Arena limosa
 Tipo de ranurador (metálico o plástico): Ranurador plástico
 Tipo de laminador (Manual o equipo): Laminador manual
 Observación: -

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jony C. Gutiérrez Adams Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 310903 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

ANEXO.18 Resultados – Compactación Próctor Modificado C-3



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



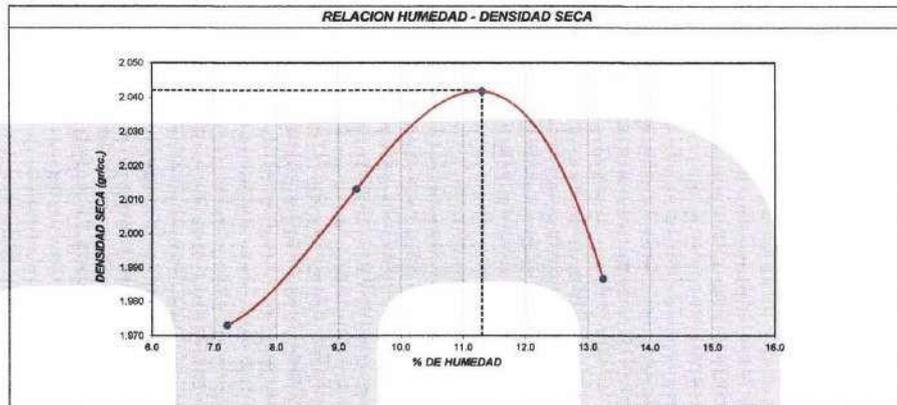
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : ---			
Sondeo/Calicata : C-3		Aprobado por: G.C.M.	
Muestra : M-1		Ensayado por: G.C.M.	
Capa : 1.5 m		Fecha de ensayo: 27/10/2022	

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))
(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)

Método de Ensayo	A
Tamiz límite	No. 4
Método de preparación	Muestra Húmede
Tipo de apisonador	Manual
Volumen Molde	910 cm ³
Peso Molde	3968 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.115	2.200	2.273	2.250	-
Contenido de agua	%	7.2	9.3	11.3	13.2	-
Densidad Seca	gr/cm ³	1.973	2.013	2.042	1.987	-

Densidad Máxima Seca:	2.042	gr/cm³.	ntenido Humedad Óptima:	11.30	%
------------------------------	--------------	---------------------------	--------------------------------	--------------	----------



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.19 Resultados – Relación de Soporte de California C-3



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

TESIS SOLICITANTE : Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022 UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : --- Carretera/Calicata : C-3 Muestra : M-1 Profundidad : 1.5 m	Aprobado por: G.C.M. Ensayado por: G.C.M. Fecha de ensayo: 31/10/2022
--	--

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883

- A) **Ensayo preliminar de Compactación:**
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)
- Método: A
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³): 2.042
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 11.30

- B) **Contenido de Humedad:**
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de suelo seco (gr)	428.4	-	432.6	-	453.3	-
Peso de agua (gr.)	48.6	-	49.0	-	52.6	-
Humedad (%)	11.34	-	11.32	-	11.35	-

- C) **Compactación de Moldes:**

Molde N°	Molde N° 1	Molde N° 14	Molde N° 12
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	No sumergida	No sumergida	No sumergida
Humedad (%)	11.34	11.33	11.35
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.044	1.992	1.922

- D) **Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 14				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		71	3.6			51	2.6			30	1.5		
0.050		199	10.1			135	6.9			76	3.9		
0.075		336	17.1			222	11.3			125	6.3		
0.100	73.207	451	22.9	22.4	31.9	305	15.5	16.2	25.9	205	10.4	10.2	14.5
0.150		705	35.8			533	27.1			322	16.4		
0.200	105.660	945	48.0	48.0	45.6	725	36.8	39.8	37.7	448	22.7	22.6	21.4
0.300		1355	68.8			1074	54.5			658	33.4		
0.400		1526	77.5			1206	61.2			745	37.6		
0.500		1466	75.0			996	50.6			633	32.1		

- E) **Proceso de expansión o hinchamiento:** No presenta

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS DEL ENSAYO

- El suelo corresponde a una clasificación: SM.
- El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 0 %
- No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4"
- Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida
- Los materiales se sumergieron durante 96 horas.
- Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157
- No se calculó la expansión del material por considerarse estos efectos despreciables.
-

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	19/09/2021

TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Café - Lima 2022"
SOLICITANTE : Fabricio Ganso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : ---

Cantera/Calicata : C-3
Muestra : M-1
Profundidad : 1.5 m

Aprobado por: G.C.M.
Ensayado por: G.C.M.
Fecha de ensayo: 31/10/2022

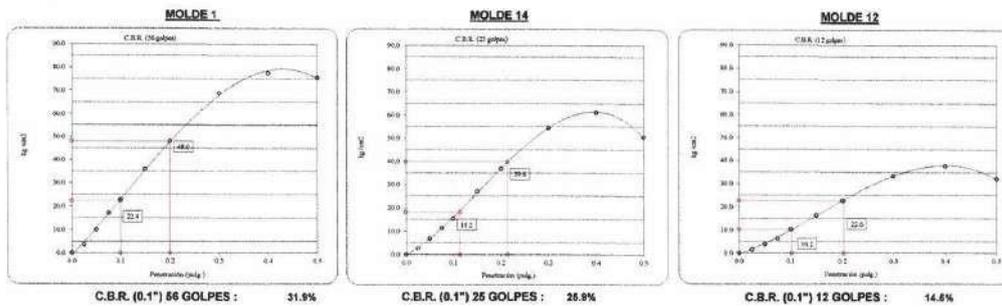
**CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883**

Ensayo de Próctor Modificado - Método C

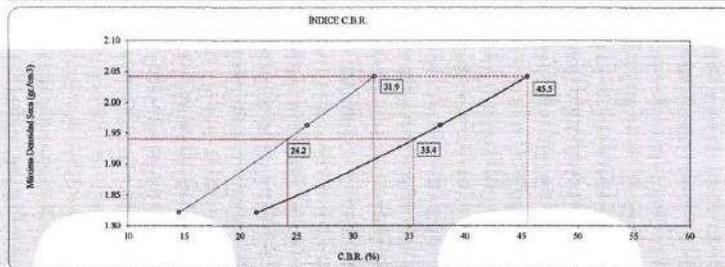
Máxima Densidad Seca : 2.042 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.940 gr./cm³

Optimo Contenido de Humedad : 11.30 %
Clasificación de suelos : SM

Curvas de Esfuerzo vs. Penetración



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 31.9 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 24.2 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 45.6 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 36.4 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.21 Resultados – Análisis Granulométrico de Escoria de Acero



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			
TESIS	: "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"		
AUTOR	: Fabricio Genso Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima, Perú		
Procedencia	: -	Aprobado por:	D. Del Rio N.
Material	: Escoria molida	Ensayado por:	A. Rodriguez
Nº Muestra	: M-01	Fecha de ensayo:	25/11/2022
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO ASTM C136			

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

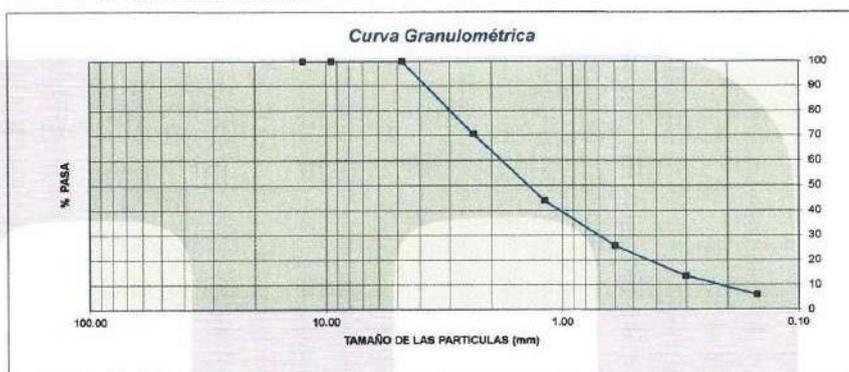
Método de preparación de muestra: **Seco a homo**
Método de tamizado: **Manual**

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial seco: **319.8 gr.** Tamaño máx. nominal: **Nº 08**
Módulo de finura: **3.40**

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)	MATERIAL RETENIDO (%)	% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33) Huso Arena
				Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	/
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 04	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 08	2.38	94.0	29.4	29.4	70.6	
Nº 16	1.19	85.3	26.7	56.1	43.9	
Nº 30	0.60	58.0	18.1	74.2	25.8	
Nº 50	0.30	38.9	12.2	88.4	13.6	
Nº 100	0.15	24.4	7.6	94.0	6.0	
FONDO	19.20	6.0	100.0	0.0	0.0	

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.22 Resultados – Clasificación de suelo / SN + 5% E.A + 4% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	6
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	28/11/2021
TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañeta - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabrizio Gensó Gonzales Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : --- Calicata : C-7 Muestra : Natural + 5% E.A + 4% V.R Profundidad : 0.00 - 1.50 m			
		Aprobado por:	G.C.M.
		Ensayado por:	G.C.M.
		Fecha de ensayo:	18/11/2022

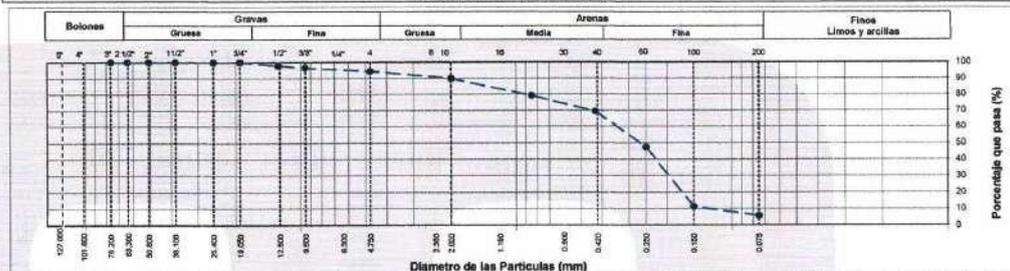
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.200	100.00	/	/		
2 1/2"	63.500	100.00				
2"	50.800	100.00				
1 1/2"	38.100	100.00				
1"	25.400	100.00				
3/4"	19.050	100.00				
1/2"	12.700	97.97				
3/8"	9.530	96.46				
N° 4	4.750	94.36				
N° 10	2.000	89.96				
N° 20	0.850	79.36				
N° 40	0.430	69.54				
N° 80	0.250	47.39				
N° 100	0.150	11.19				
N° 200	0.075	5.76				
					CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) : 0.4 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) : 5.6 Arena (%) : 88.6 Finos (%) : 5.8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) : SP - SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) : A-3 (0) Nombre del Grupo : Arena pobremente gradada con limo	

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: SP - SM Arena pobremente gradada con limo
ASTM 2486

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Eima Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.P.N. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.23 Resultados – Determinación de Humedad

SN + 5% E.A + 4% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-002.01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión	2
		Fecha	18/06/2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"		
SOLICITANTE	: Fabricio Gonso Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: ---		
Sonda/Calicata	: C-1	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: Natural + 5% E.A + 4% V.R	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 0.00 - 1.50	Fecha de ensayo:	18/11/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Profundidad (m)	1.5	1.5			
Método de reporte	A	B			
Peso del suelo seco (gr)	896	908.7			
Peso del agua (gr)	3.8	3.5			
Contenido de humedad (%)	0.4	0.4			
Promedio C. humedad (%)	0.4				

INDICACIONES DEL ENSAYO

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Clasificación visual del suelo	SM	SM			
Método de secado	Horno a 110±5 °C	Horno a 90°C			
¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216?	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19	No cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19			
¿Hay materiales excluidos? Describir	No	No			

Observaciones:

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

ANEXO.24 Resultados – Limites de Consistencia

SN + 5% E.A + 4% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-PR-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	GC-MTL
		Fecha	18/06/2021
PROYECTO : Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022* SOLICITANTE : Fabricio Genzo Gonzales Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : ---			
Sondaje/Calicata : C-1 Muestra : Natural + 5% E.A + 4% V.R Profundidad : 0.00 - 1.50 m		Muestreado por: G.C.M. Ensayado por: G.C.M. Fecha de ensayo: 18/11/2022	

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

A) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO:

Método de preparación: Húmedo
 Método de ensayo: Multipunto
 Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2	P3	P4
Contenido Humedad	-	-	-	-	-
N° De Golpes	-	-	-	-	-

Gráfico de Fluides



Limite Líquido (%)	N.P.
--------------------	------

B) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO:

Método de preparación: Húmedo
 Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2
Contenido Humedad	-	-	-

Limite Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

C) DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO:

Índice Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

D) INFORMACIÓN ADICIONAL DEL ENSAYO:

Descripción de la muestra: Arena pobremente graduada con limosa
 Tipo de ranurador (metálico o plástico): Ranurador plástico
 Tipo de laminador (Manual o equipo): Laminador manual
 Observación: -

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Josey C. Guiberti Jefe de Laboratorio	Revisado por: Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

ANEXO.25 Resultados - Compactación Proctor Modificado SN + 5% E.A + 4% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"			
SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi			
UBICACIÓN : Lima			
EXPEDIENTE N° : --			
Sondaje/Calicata : C-1		Aprobado por: G.C.M.	
Muestra : Natural + 5% E.A + 4% V.R		Ensayado por: G.C.M.	
Capa : 1.5 m		Fecha de ensayo: 18/11/2022	

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))

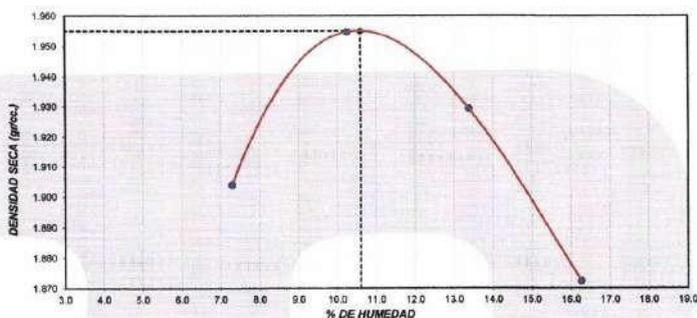
(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)

Método de Ensayo	A
Tamiz límite	No. 4
Método de preparación	Muestra Húmeda
Tipo de apisonador	Manual
Volumen Molde	910 cm ³
Peso Molde	3988 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.043	2.155	2.187	2.177	-
Contenido de agua	%	7.3	10.3	13.4	16.3	-
Densidad Seca	gr/cm ³	1.904	1.955	1.929	1.872	-

Densidad Máxima Seca: 1.955 gr/cm³ **ntenido Humedad Optima:** 10.60 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



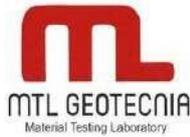
OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.26 Resultado - Relación de soporte California

SN + 5% E.A + 4% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/08/2021

TEJIS	: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Carlete - Lima 2022*		
SOLICITANTE	: Fabricio Genso Gonzalez Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: ---		
Cartera/Calicata	: C-1	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: Natural + 5% E.A + 4% V.R	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 1.5 m	Fecha de ensayo:	22/11/2022

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883

A) Ensayo preliminar de Compactación: (Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método	: A
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 1.955
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 10.60

B) Contenido de Humedad: (Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de suelo seco (gr.)	338.1	-	341.3	-	376.9	-
Peso de agua (gr.)	36.1	-	36.3	-	43.8	-
Humedad (%)	10.68	-	10.64	-	11.62	-

C) Compactación de Moldes:

Molde N°	Molde N° 2	Molde N° 5	Molde N° 7
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	26	12
Condición de la muestra	No sumergida	No sumergida	No sumergida
Humedad (%)	10.58	10.64	11.62
Densidad seca (gr/cm ³)	1.955	1.870	1.719

D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 2				Molde N° 5				Molde N° 7			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		67	3.4			63	3.2			58	2.9		
0.050		162	8.1			162	8.1			111	5.6		
0.075		283	14.2			226	11.3			158	8.0		
0.100	70.397	403	20.2	20.4	29.0	305	15.3	15.5	22.0	202	10.3	10.2	14.5
0.150		566	28.3			438	22.2			280	14.2		
0.200	105.450	779	39.0	39.0	38.0	552	27.6	27.2	25.8	360	18.3	17.6	16.7
0.300		954	47.7			680	34.0			430	21.8		
0.400		1039	52.0			702	35.1			445	22.6		
0.500		978	49.4			690	34.5			395	20.1		

E) Proceso de expansión o hinchamiento: No presenta

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dist	Expansión		Dist	Expansión		Dist	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS DEL ENSAYO

- 1) El suelo corresponde a una clasificación: SP SM.
- 2) El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 0 %
- 3) No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4"
- 4) Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida
- 5) Los materiales se sumergieron durante 96 horas.
- 6) Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157
- 7) No se calculó la expansión del material por considerarse estos efectos despreciables.
- 8) -

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

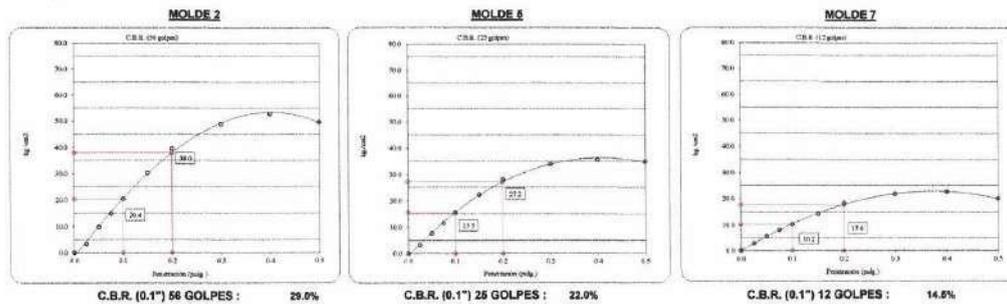
TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : ---	Aprobado por: G.C.M. Ensayado por: G.C.M. Fecha de ensayo: 22/11/2022
Cantera/Calicata : C-1 Muestra : Natural + 5% E.A + 4% V.R. Profundidad : 1.5 m	

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883**

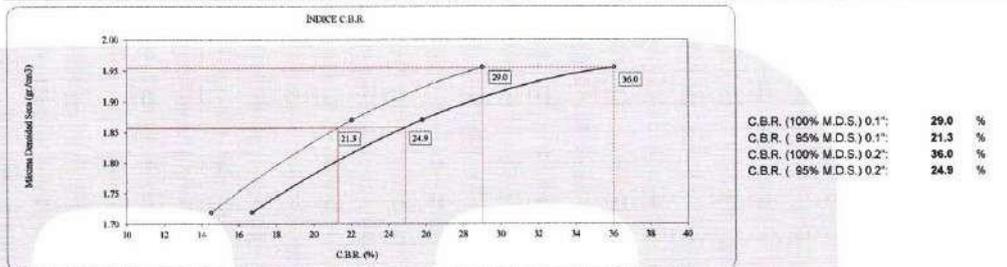
Ensayo de Próctor Modificado - Método C

Máxima Densidad Seca	1.955 gr./cm ³	Óptimo Contenido de Humedad	10.60 %
Máxima Densidad Sacca al 95%	1.887 gr./cm ³	Clasificación de suelos	SP SM

Curvas de Esfuerzo vs. Penetración



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.27 Resultados – Clasificación de Suelos / SN + 10% E.A +6% V. R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	26/11/2021

TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"

SOLICITANTE : Fabricio Gensso Gonzales Eguchi

UBICACIÓN : Lima

EXPEDIENTE N° : ---

Calicata : C-1 **Aprobado por:** G.C.M.

Muestra : Natural + 10% E.A + 6% V.R **Ensayado por:** G.C.M.

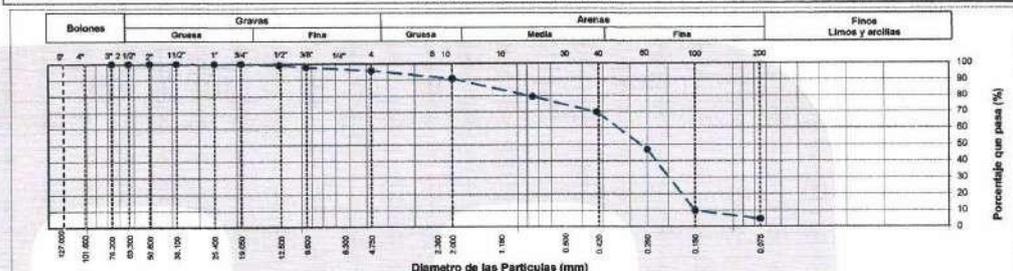
Profundidad : 0.00 - 1.50 m **Fecha de ensayo:** 18/11/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 0.3 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) 4.4 Arena (%) 90.8 Finos (%) 4.8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-3 (0) Nombre del Grupo Arena pobremente gradada
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	99.14		
3/8"	9.530	97.85		
N° 4	4.750	95.58		
N° 10	2.000	90.75		
N° 20	0.850	79.66		
N° 40	0.430	69.96		
N° 80	0.250	47.07		
N° 100	0.150	9.87		
N° 200	0.075	4.80		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2486 SP Arena pobremente gradada

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
 - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

CURVA GRANULOMÉTRICA



- OBSERVACIONES:**
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

ANEXO.28 Resultados – Límites de Consistencia / SN + 10% E.A + 6% V. R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



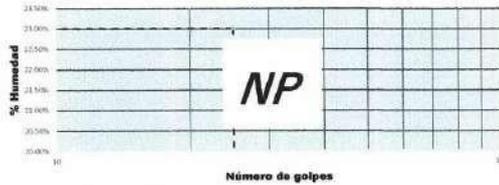
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-PR-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/09/2021
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzalez Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : --- Sonda/Calicata : C-1 Muestreado por: G.C.M. Muestra : Natural + 10% E.A + 6% V.R Ensayado por: G.C.M. Profundidad : 0.00 - 1.50 m Fecha de ensayo: 18/11/2022			
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318			

A) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO:

Método de preparación: Húmedo
 Método de ensayo: Multipunto
 Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2	P3	P4
Contenido Humedad	-	-	-	-	-
N° De Golpes	-	-	-	-	-

Gráfico de Fluides



Limite Líquido (%)	N.P.
--------------------	------

B) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO:

Método de preparación: Húmedo
 Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2
Contenido Humedad	-	-	-

Limite Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

C) DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO:

Índice Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

D) INFORMACIÓN ADICIONAL DEL ENSAYO:

Descripción de la muestra: Arena pobremente graduada con limosa
 Tipo de renurador (metálico o plástico): Renurador plástico
 Tipo de laminador (Manual o equipo): Laminador manual
 Observación: -

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jony C. Gutiérrez Abad Jefe de Laboratorio	Revisado por: Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 218906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

ANEXO.29 Resultados-Determinación de Humedad SN + 10% E.A + 6% V. R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-002.01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	Versión	2
		Fecha	18/08/2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022"		
SOLICITANTE	: Fabricio Genso Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: --		
Sondeo/Calicata	: C-1	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: Natural + 10% E.A + 6% V.R	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 0.00 - 1.50	Fecha de ensayo:	18/11/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Profundidad (m)	1.5	1.5			
Método de reporte	A	B			
Peso del suelo seco (gr)	868.9	888.2			
Peso del agua (gr)	2.7	1.8			
Contenido de humedad (%)	0.3	0.2			
Promedio C. humedad (%)	0.3				

INDICACIONES DEL ENSAYO

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Clasificación visual del suelo	SM	SM			
Método de secado	Horno a 110±5 °C	Horno a 80°C			
¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216?	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19	No cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19			
¿Hay materiales excluidos? Describir	No	No			

Observaciones:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.30 Resultados – Compactación Proctor Modificado SN +10% E.A + 6% V. R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
<p>PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"</p> <p>SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi</p> <p>UBICACIÓN : Lima</p> <p>EXPEDIENTE N° : --</p>			
<p>Sondaje/Calicata : C-1</p> <p>Muestra : Natural + 10% E.A + 6% V.R</p> <p>Capa : 1.5 m</p>		<p>Aprobado por: G.C.M.</p> <p>Ensayado por: G.C.M.</p> <p>Fecha de ensayo: 18/11/2022</p>	

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³
(2,700 kN-m/m³))

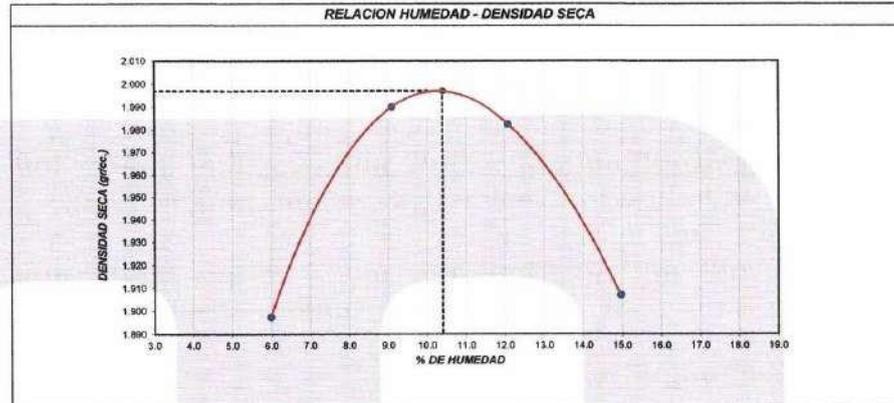
(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)

Método de Ensayo	A	
Tamiz límite	No. 4	
Método de preparación	Muestra Húmeda	
Tipo de apisonador	Manual	
Volumen Molde	910	cm ³
Peso Molde	3968	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.011	2.171	2.222	2.192	-
Contenido de agua	%	6.0	9.1	12.1	15.0	-
Densidad Seca	gr/cm ³	1.897	1.990	1.982	1.907	-

Densidad Máxima Seca:	1.997	gr/cm ³ .	ntenido Humedad Optima:	10.40	%
------------------------------	-------	----------------------	--------------------------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<p>Elaborado por:</p> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	---	---

ANEXO.31 Resultados – Relación de Soporte De California SN + 10% E.A + 6% V. R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/08/2021

TESIS	: Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022		
SOLICITANTE	: Fabricio Ganso Gonzalez Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: ---		
Cantera/Calicata	: C-1	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: Natural + 10% E.A + 6% V.R	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 1.5 m	Fecha de ensayo:	22/11/2022

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883

A) Ensayo preliminar de Compactación:
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método: : A
Máxima Densidad Seca (gr/cm³): : 1.997
Óptimo Contenido de Humedad (%): : 10.40

B) Contenido de Humedad:
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2218)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de agua seco (gr.)	497.5	-	341.0	-	376.5	-
Peso de agua (gr.)	57.6	-	36.6	-	44.2	-
Humedad (%)	10.41	-	10.73	-	11.74	-

C) Compactación de Moldes:

Molde N°	Molde N° 4	Molde N° 1	Molde N° 3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	No sumergida	No sumergida	No sumergida
Humedad (%)	10.41	10.73	11.74
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.995	1.901	1.768

D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 4				Molde N° 1				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		159	8.1			130	6.9			98	5.0		
0.050		364	18.5			278	14.1			152	7.7		
0.075		614	31.2			482	24.5			273	13.9		
0.100	70.307	857	43.5	41.0	88.2	596	30.0	30.0	42.7	379	19.2	19.0	27.0
0.150		1145	58.1			836	42.5			538	27.3		
0.200	105.480	1396	71.0	70.0	68.4	1025	52.1	51.5	48.8	699	35.4	35.1	33.3
0.300		1947	83.7			1222	62.1			896	45.5		
0.400		1654	84.0			1277	64.9			946	48.0		
0.500		1504	76.4			1196	60.7			831	42.2		

E) Proceso de expansión o hinchamiento : No presenta

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS DEL ENSAYO

- 1) El suelo corresponde a una clasificación: SP SM.
- 2) El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 0 %
- 3) No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4".
- 4) Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida
- 5) Los materiales se sumergieron durante 56 horas.
- 6) Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157
- 7) No se calculó la expansión del material por considerarse estos efectos despreciables.
- 8) -

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022"
SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : ---

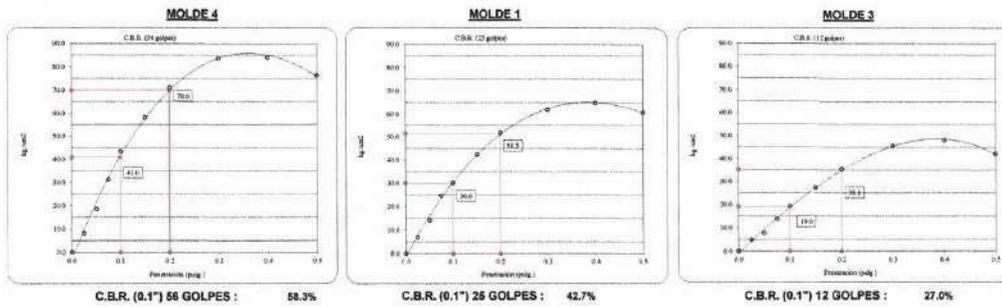
Cartera/Calicata : C-1 **Aprobado por:** G.C.M.
Muestra : Natural + 10% E.A + 6% V.R. **Ensayado por:** G.C.M.
Profundidad : 1.5 m **Fecha de ensayo:** 22/11/2022

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883**

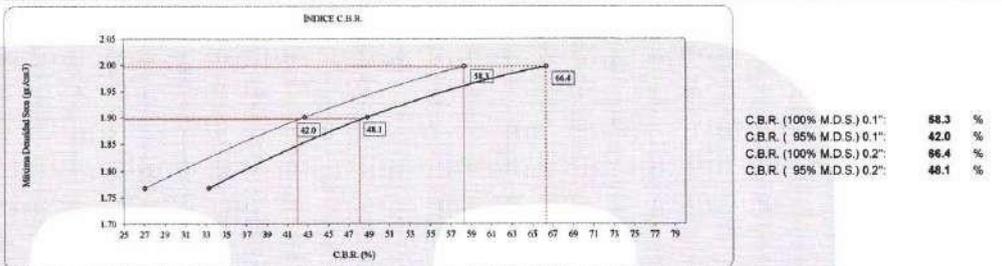
Ensayo de Próctor Modificado - Método C

Máxima Densidad Seca	1.997 gr./cm ³	Óptimo Contenido de Humedad	10.40 %
Máxima Densidad Saca al 95%	1.897 gr./cm ³	Clasificación de suelos	SP SM

Curvas de Esfuerzo vs. Penetración



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1"	58.3 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1"	42.0 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2"	66.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2"	48.1 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.32 Resultados – Clasificación de Suelos / SN + 15 % E.A + 8% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	26/11/2021
TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : --- Calicata : C-1 Aprobado por: G.C.M. Muestra : Natural + 15% E.A + 8% V.R Ensayado por: G.C.M. Profundidad : 0.00 - 1.50 m Fecha de ensayo: 18/11/2022			

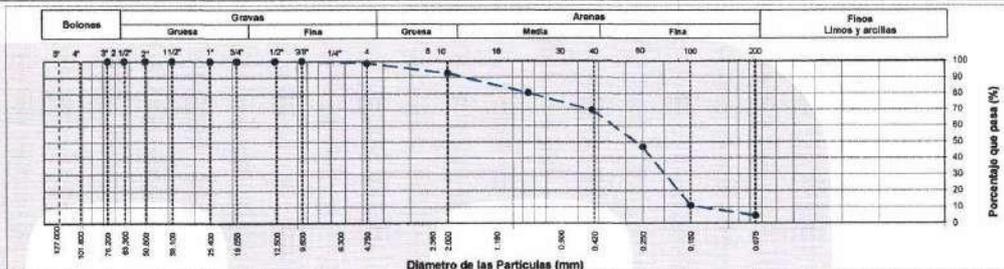
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%)	0.5	
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)	N.P.	
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP)	N.P.	
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP)	N.P.	
1/2"	12.700	100.00		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
3/8"	9.530	100.00		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
N° 4	4.750	98.78		1.2	94.1	4.7
N° 10	2.000	92.70		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
N° 20	0.850	80.71	Clasificación SUCS (ASTM D2487)			SP
N° 40	0.430	68.80	Clasificación AASHTO (ASTM D3282)			A-3 (0)
N° 60	0.250	46.78	Nombre del Grupo			
N° 100	0.150	10.82	<i>Arena pobremente gradada</i>			
N° 200	0.075	4.67				

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 SP Arena pobremente gradada

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
- El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

ANEXO.33 Resultados – Límites de Consistencia / SN +15% E.A + 8% V. R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-PR-LAB-M9-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nueve Cañete - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabricio Gensó González Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : --- Sondeo/Calicata : C-1 Muestreado por: G.C.M. Muestra : Natural + 15% E.A + 8% V.R Ensayado por: G.C.M. Profundidad : 0.00 - 1.50 m Fecha de ensayo: 18/11/2022			
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318			

A) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO:

Método de preparación: Húmedo
 Método de ensayo: Multipunto
 Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2	P3	P4
Contenido Humedad	-	-	-	-	-
N° De Golpes	-	-	-	-	-

Gráfico de Fluides



Limite Líquido (%)	N.P.
--------------------	------

B) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO:

Método de preparación: Húmedo
 Método de secado: Secado en horno a 110±5°C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P1	P2
Contenido Humedad	-	-	-

Limite Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

C) DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO:

Índice Plástico (%)	N.P.
---------------------	------

D) INFORMACIÓN ADICIONAL DEL ENSAYO:

Descripción de la muestra: Arena pobremente graduada
 Tipo de ranurador (metálico o plástico): Ranurador plástico
 Tipo de laminador (Manual o equipo): Laminador manual
 Observación: -

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jony C. Gutiérrez Jefe de Laboratorio	Revisado por: Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 216996 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	---

ANEXO.34 Resultados – Determinación de Humedad / SN + 15% E.A 8% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-PR-LAB-MS-002.01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD		Versión	2
			Fecha	18/08/2021
			Página	1 de 1

PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cafete - Lima 2022"
SOLICITANTE : Fabrício Genso Gonzales Eguchi
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : ---

Sonda/Calicata : C-1 **Aprobado por:** G.C.M.
Muestra : Natural + 15% E.A + 8% V.R **Ensayado por:** G.C.M.
Profundidad : 0.00 - 1.50 **Fecha de ensayo:** 18/11/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Profundidad (m)	1.5	1.5			
Método de reporte	A	B			
Peso del suelo seco (gr)	875.8	877.5			
Peso del agua (gr)	5	4.7			
Contenido de humedad (%)	0.6	0.5			
Promedio C. humedad (%)	0.5				

INDICACIONES DEL ENSAYO

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Clasificación visual del suelo	SM	SM			
Método de secado	Horno a 110±5 °C	Horno a 60°C			
¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216?	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19	No cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19			
¿Hay materiales excluidos? Describir	No	No			

Observaciones:

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

ANEXO.35 Resultados - Compactación Proctor Modificado SN + 15% E.A + 8% V. R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
PROYECTO : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabrico Genso Gonzales Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : --			
Sondaje/Caliceta : C-1 Muestra : Natural + 15% E.A + 8% V.R Capa : 1.5 m		Aprobado por: G.C.M. Ensayado por: G.C.M. Fecha de ensayo: 18/11/2022	

Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³)
(2,700 kN-m/m³)

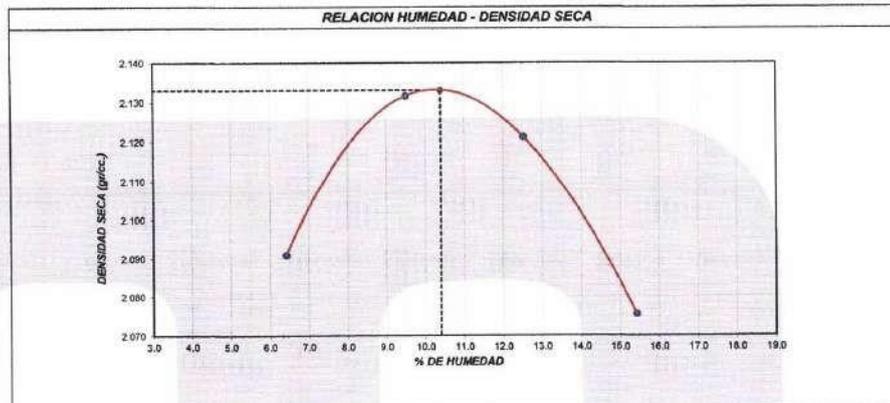
(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)

Método de Ensayo	A
Tamiz límite	No. 4
Método de preparación	Muestra Húmeda
Tipo de apisonador	Manual
Volumen Molde	910 cm ³
Peso Molde	3968 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.225	2.334	2.387	2.396	-
Contenido de agua	%	6.4	9.5	12.5	15.4	-
Densidad Seca	gr/cm ³	2.091	2.132	2.121	2.075	-

Densidad Máxima Seca:	2.133	gr/cm ³ .	ntenido Humedad Optima:	10.40	%
------------------------------	-------	----------------------	--------------------------------	-------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.36 Resultados – Relación de Soporte de California SN + 15% E.A + 8% V.R



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	16/06/2021
TESIS : "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022" SOLICITANTE : Fabricio Genso Gonzales Eguchi UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : --- Camera/Calicata : C-1 Aprobado por: G.C.M. Muestra : Natural + 15% E.A + 8% V.R Ensayado por: G.C.M. Profundidad : 1.5 m Fecha de ensayo: 22/11/2022			
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883			

A) Ensayo preliminar de Compactación:
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método : A
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.133
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 10.40

B) Contenido de Humedad:
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de suelo seco (gr.)	331.3	-	342.4	-	362.4	-
Peso de agua (gr.)	34.5	-	35.5	-	37.7	-
Humedad (%)	10.41	-	10.37	-	10.40	-

C) Compactación de Moldes:

Molde N°	Molde N° 5	Molde N° 6	Molde N° 8
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	22
Condición de la muestra	No sustraida	No sustraida	No sustraida
Humedad (%)	10.41	10.37	10.40
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.133	2.034	1.912

D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 5				Molde N° 6				Molde N° 8			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
		kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		191	5.1			85	4.3			56	2.8		
0.050		203	10.3			163	8.3			96	4.8		
0.075		364	18.5			271	13.6			154	7.8		
0.100	70.307	541	27.5	26.2	37.3	374	19.0	19.4	26.2	216	11.0	10.7	15.2
0.150		774	39.3			521	28.5			312	15.8		
0.200	105.490	953	48.4	46.8	44.4	655	33.8	33.6	31.9	405	20.6	20.5	19.4
0.300		1156	58.7			850	45.2			575	28.2		
0.400		1252	63.6			998	50.7			685	34.8		
0.500		1279	64.9			1012	51.4			714	36.3		

E) Proceso de expansión o hinchamiento : No presenta

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS DEL ENSAYO

- 1) El suelo corresponde a una clasificación: SP
- 2) El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 0 %
- 3) No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4".
- 4) Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida
- 5) Los materiales se sumergieron durante 96 horas.
- 6) Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157
- 7) No se calculó la expansión del material por considerarse estos efectos despreciables.
- 8) -

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-PR-LAB-MS-008.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

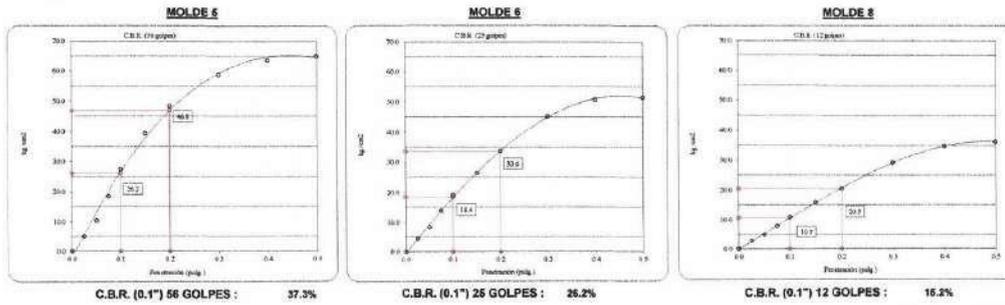
TESIS	: "Estabilización con escoria de acero y vidrio reciclado para el mejoramiento de la subrasante, Centro Poblado Nuevo Cañete - Lima 2022"		
SOLICITANTE	: Fabricio Genso Gonzales Eguchi		
UBICACIÓN	: Lima		
EXPEDIENTE N°	: ---		
Cartera/Calicata	: C-1	Aprobado por:	G.C.M.
Muestra	: Natural + 15% EA + 8% V.R	Ensayado por:	G.C.M.
Profundidad	: 1.5 m	Fecha de ensayo:	22/11/2022

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D1883**

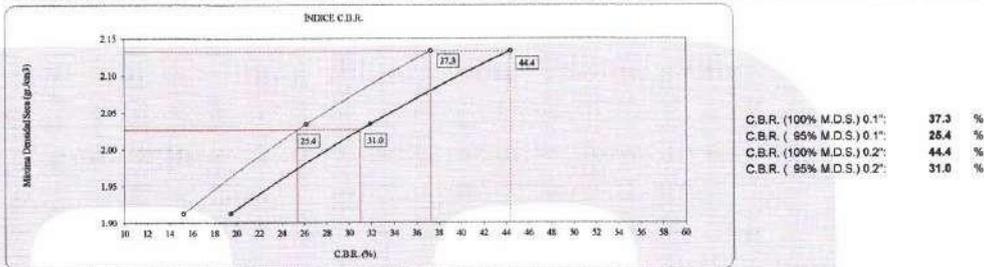
Ensayo de Próctor Modificado - Método C

Máxima Densidad Seca	2.133 gr./cm ³	Óptimo Contenido de Humedad	10.40 %
Máxima Densidad Seca al 95%	2.026 gr./cm ³	Clasificación de suelos	SP

Curvas de Esfuerzo vs. Penetración



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 Elmer Arturo Huáman INGENIERO CIVIL C.P. N° 21996	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO.37 Certificación de Calibración TC-12559 - 2022



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 12559 - 2022

Proforma : 10877A Fecha de Emisión : 2022-08-10

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Calle La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima - Lima

Equipo : **Horno**
Marca : PERUTEST
Modelo : PT-H76
Número de Serie : 458
Identificación : No indica
Procedencia : No indica
Circulación del aire : Ventilación forzada
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022-08-09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C
Selector	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,8 °C	16 %hr	228 V
Final	67,8 °C	70 %hr	223 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

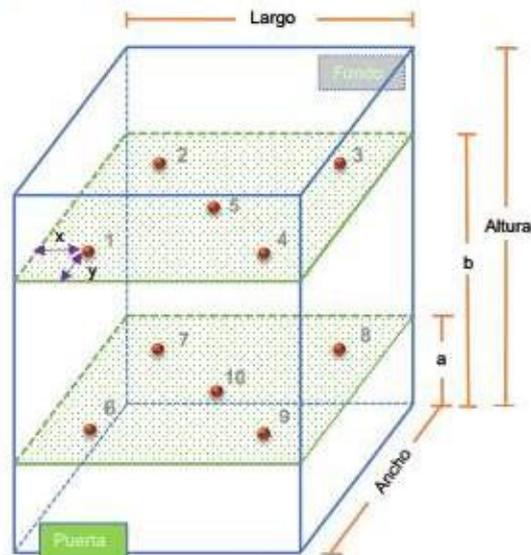


Certificado : TC - 12559 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021 Octubre 2021

Ubicación de los sensores dentro del medio isoterma



Largo : 44,7 cm Plano inferior (a) : 9,1 cm x : 5,0 cm
 Ancho : 35,0 cm Plano superior (b) : 40,0 cm y : 5,0 cm
 Altura : 44,7 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
 El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

Nomenclatura de abreviaturas

t	: Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
I	: Indicación del termómetro del equipo.	Tprom	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T. MÁX	: Temperatura máxima por sensor	DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MIN	: Temperatura mínima por sensor		
T. max	: Temperatura máxima para un instante dado.		
T. min	: Temperatura mínima para un instante dado.		

Certificado : TC - 12559 - 2022

Resultados de medición (1er punto de calibración)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
60 °C ± 5 °C	60 °C	110 min	60%	Fuentes metálicas con muestras del cliente

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,6	61,9	65,9	68,6	75,5	69,1	73,7	66,1	14,9
00:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,8	68,6	75,5	69,1	73,8	66,1	14,9
01:00	60,0	61,6	62,8	61,5	60,6	61,9	65,8	68,6	75,7	69,0	73,9	66,1	15,1
01:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	65,7	68,7	75,3	69,1	73,8	66,1	14,6
02:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	65,9	68,7	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
02:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,2	74,9	69,5	73,6	66,0	14,1
03:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	68,2	75,1	69,4	73,5	66,0	14,3
03:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,1	68,1	74,7	70,0	73,5	66,1	13,9
04:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	68,1	75,2	69,8	73,4	66,1	14,4
04:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,9	68,2	75,4	69,5	73,4	66,0	14,7
05:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,6	61,8	65,9	68,2	75,3	69,4	73,4	66,0	14,8
05:30	59,9	61,4	62,7	61,4	60,6	61,8	65,8	68,7	75,5	69,2	73,5	66,1	14,9
06:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,6	61,8	65,6	68,7	75,9	69,1	73,5	66,1	15,3
06:30	59,9	61,3	62,7	61,4	60,7	61,8	65,7	68,7	75,7	69,2	73,4	66,1	15,0
07:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,1	68,1	75,1	69,9	73,5	66,1	14,4
07:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	68,3	75,2	69,8	73,9	66,2	14,4
08:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,0	68,3	75,3	69,6	73,8	66,1	14,7
08:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,3	68,0	74,5	70,5	73,5	66,1	13,8
09:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,6	68,1	73,9	70,8	73,6	66,2	13,1
09:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,8	62,1	67,0	67,8	73,3	71,4	73,3	66,2	12,6
10:00	60,0	61,5	62,9	61,5	60,7	62,0	67,0	67,8	73,1	71,4	73,1	66,1	12,5
10:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,8	73,3	71,2	73,4	66,2	12,5
11:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,1	66,9	68,1	73,7	71,1	73,6	66,2	12,9
11:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,8	68,3	74,7	70,8	73,6	66,3	13,9
12:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,7	62,1	66,5	68,5	75,1	70,4	73,6	66,3	14,4
12:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	66,6	68,4	74,1	70,6	74,0	66,3	13,3
13:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	67,1	68,1	73,7	71,1	73,6	66,3	12,9
13:30	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,2	67,4	68,0	73,1	71,3	73,3	66,2	12,5
14:00	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,1	67,4	68,0	73,0	71,5	73,4	66,3	12,6
14:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	67,3	68,0	73,0	71,4	73,3	66,2	12,5
15:00	60,0	61,6	63,0	61,6	60,8	62,1	67,1	68,1	73,3	71,4	73,5	66,3	12,7

Certificado : TC - 12559 - 2022

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
15:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,8	62,1	66,9	68,4	73,9	71,0	73,8	66,3	13,1
16:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,8	68,4	73,8	70,8	73,9	66,3	13,1
16:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	68,4	74,0	70,4	73,9	66,2	13,2
17:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	68,5	74,6	70,3	73,9	66,2	13,9
17:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,5	75,0	70,0	73,9	66,2	14,2
18:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,4	68,4	74,4	70,1	74,2	66,2	13,7
18:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,6	74,9	69,8	74,0	66,2	14,2
19:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,0	68,9	75,3	69,5	73,8	66,2	14,6
19:30	60,0	61,6	62,8	61,5	60,6	62,0	66,0	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,8
20:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	61,9	65,8	68,9	75,5	69,2	74,0	66,2	14,8
20:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,7	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,9
21:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,8	68,7	75,1	69,2	73,9	66,1	14,4
21:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,7	62,0	66,0	68,8	75,2	69,3	74,0	66,2	14,5
22:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,7	61,9	66,0	68,8	75,0	69,3	73,9	66,1	14,3
22:30	60,0	61,5	62,7	61,5	60,7	61,9	65,8	68,7	75,2	69,2	73,7	66,1	14,5
23:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,7	68,7	75,3	69,2	73,7	66,1	14,5
23:30	60,0	61,4	62,6	61,5	60,8	61,9	65,8	68,6	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
24:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,8	61,9	66,0	68,1	74,0	69,8	73,8	66,0	13,2
24:30	60,0	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,1	68,0	73,8	69,7	73,8	65,9	13,0
25:00	59,9	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,0	68,1	74,7	69,6	73,6	66,0	13,9
25:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,9	68,2	74,7	69,5	73,7	66,0	14,0
26:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,0	68,3	74,9	69,5	73,8	66,1	14,0
26:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,7	75,3	69,3	73,7	66,1	14,5
27:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,6	75,1	69,1	73,7	66,1	14,4
27:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,0	68,6	75,2	69,1	73,8	66,1	14,4
28:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,0	68,6	75,4	69,0	73,8	66,2	14,6
28:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	68,5	74,9	69,0	73,7	66,1	14,1
29:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,0	69,0	73,8	66,2	14,1
29:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,0	68,7	75,5	69,2	73,8	66,2	14,6
30:00	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,1	68,7	75,5	69,2	73,9	66,3	14,6

Certificado : TC - 12559 - 2022

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
30:30	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,2	69,3	73,7	66,2	14,3
31:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	68,0	74,5	69,6	73,6	66,1	13,6
31:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,2	67,9	74,5	69,6	73,5	66,0	13,7
32:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	74,7	69,5	73,3	66,0	13,9
32:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	75,1	69,3	73,5	66,1	14,2
33:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,2	67,9	74,9	69,2	73,4	66,0	14,0
33:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,4	67,8	73,7	69,3	73,6	65,9	12,9
34:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,6	73,6	69,2	73,4	65,8	12,9
34:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	62,0	66,7	67,5	73,2	70,1	73,2	65,9	12,5
35:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,4	67,6	73,4	69,8	73,2	65,9	12,8
35:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,3	67,6	73,9	69,5	73,1	65,9	13,3
36:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,5	67,5	73,4	69,6	73,2	65,8	12,7
36:30	59,9	61,3	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,7	74,3	69,2	73,1	65,9	13,6
37:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,3	67,9	74,7	69,2	73,4	66,0	13,9
37:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,1	68,4	75,3	69,0	73,3	66,1	14,6
38:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,4	68,9	73,3	66,1	14,6
38:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,0	69,0	73,3	66,0	14,2
39:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,3	75,0	69,1	73,3	66,0	14,2
39:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,6	73,8	70,2	72,6	65,9	13,0
40:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	67,6	72,9	70,3	72,7	65,9	12,2
40:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	66,2	67,8	74,2	70,4	72,8	66,0	13,5
41:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,6	73,5	70,7	72,7	65,9	12,8
41:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	62,0	66,8	67,3	73,1	70,7	71,9	65,8	12,4
42:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,7	67,3	73,2	70,6	72,1	65,8	12,5
42:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,6	67,4	73,3	70,6	72,4	65,8	12,6
43:00	60,0	61,3	62,6	61,4	60,7	61,9	66,3	67,6	74,1	70,6	72,4	65,9	13,4
43:30	60,0	61,5	62,7	61,4	60,8	61,9	66,2	67,9	74,9	70,1	72,7	66,0	14,1
44:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,2	67,9	74,7	70,0	73,0	66,0	13,9
44:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,6	67,7	73,4	70,0	73,3	66,0	12,5
45:00	59,9	61,5	63,0	61,5	60,9	62,0	66,7	67,7	73,5	70,4	73,3	66,1	12,6

Certificado : TC - 12559 - 2022

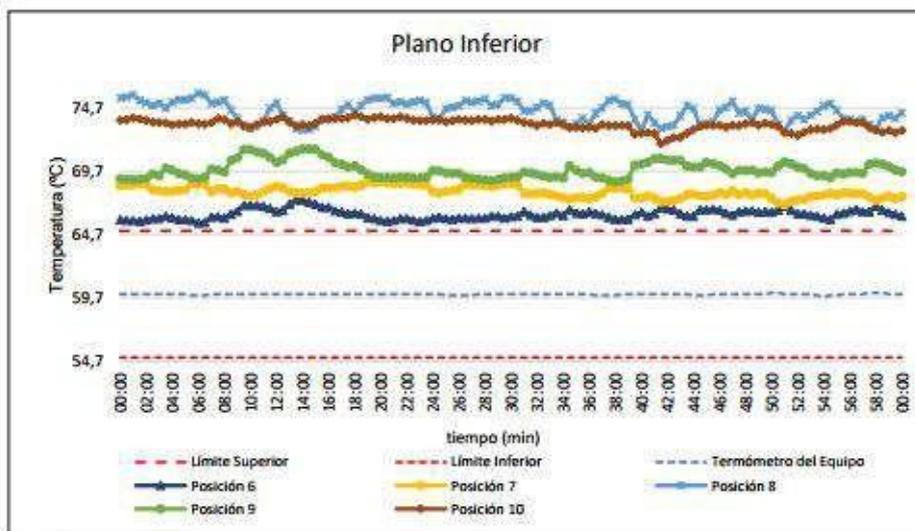
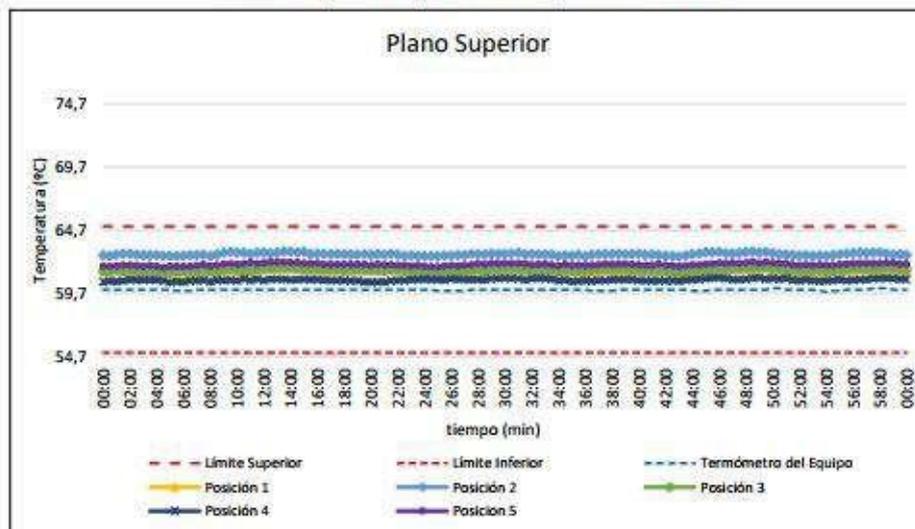
t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
45:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,9	62,1	66,7	67,8	73,6	70,3	73,3	66,1	12,7
46:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,1	66,7	68,0	74,5	70,2	73,3	66,2	13,6
46:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,4	67,9	74,7	69,9	73,2	66,1	13,9
47:00	60,0	61,7	62,9	61,6	60,8	62,1	66,3	68,2	75,2	69,5	73,3	66,2	14,4
47:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,5	67,9	74,3	69,8	73,3	66,1	13,5
48:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	66,6	68,0	74,5	69,8	73,5	66,2	13,7
48:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,2	66,6	67,8	73,8	69,8	73,5	66,1	12,9
49:00	60,0	61,7	62,9	61,8	61,0	62,1	66,5	68,0	74,7	69,6	73,3	66,1	13,7
49:30	60,0	61,7	63,0	61,8	60,8	62,2	66,5	68,0	74,6	69,6	73,5	66,2	13,8
50:00	60,1	61,5	62,9	61,7	60,9	62,1	66,5	67,6	74,5	69,6	73,4	66,1	13,6
50:30	60,1	61,5	62,8	61,7	60,8	62,1	66,6	67,2	73,4	70,1	73,3	66,0	12,6
51:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,1	66,9	67,1	72,9	70,4	72,7	65,9	11,9
51:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	67,4	73,7	70,3	72,7	65,9	13,0
52:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,3	67,4	74,1	70,1	72,5	65,9	13,4
52:30	60,0	61,3	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,5	73,8	69,9	72,8	65,9	13,0
53:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,7	74,1	69,5	73,0	65,9	13,4
53:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,7	62,0	66,1	67,8	74,4	69,4	73,0	65,9	13,8
54:00	59,8	61,3	62,7	61,5	60,7	61,9	66,0	67,8	74,8	69,4	73,0	65,9	14,1
54:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	65,9	68,0	75,1	69,2	73,1	66,0	14,3
55:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,8	74,5	69,6	73,3	66,0	13,7
55:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,4	68,0	73,9	69,5	73,7	66,0	13,1
56:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,6	68,0	73,8	69,6	73,6	66,1	13,1
56:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,7	67,9	73,6	69,6	73,5	66,0	12,8
57:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,5	68,0	73,8	69,5	73,6	66,0	13,0
57:30	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	67,7	73,4	70,2	73,2	66,0	12,5
58:00	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,4	73,0	70,4	72,9	66,0	12,1
58:30	60,1	61,6	62,9	61,7	60,9	62,1	66,6	67,6	73,9	70,3	72,8	66,0	13,0
59:00	60,0	61,5	62,8	61,7	60,9	62,1	66,4	67,7	74,1	70,1	72,9	66,0	13,2
59:30	60,0	61,4	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	67,5	73,9	69,8	72,8	65,9	13,1
00:00	60,0	61,5	62,7	61,6	60,8	62,0	66,1	67,7	74,3	69,7	72,9	65,9	13,5
T.PROM	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	68,1	74,4	69,8	73,4	66,1	
T.MAX	60,1	61,7	63,0	61,8	61,0	62,2	67,4	68,9	75,9	71,5	74,2		
T.MIN	59,8	61,3	62,6	61,4	60,6	61,8	65,6	67,1	72,9	68,9	71,9		
DTT	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	1,8	1,9	3,0	2,6	2,3		

Resumen de resultados

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	75,9	0,3
Temperatura Mínima Medida	60,6	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	13,7	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,0	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,5	0,05
Uniformidad Medida	15,3	0,3

Certificado : TC - 12559 - 2022

Gráfica de para la temperatura de trabajo de $60 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$



[*] Declaración de los límites especificados de temperatura.
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isotermo:
- No cumple con los límites especificados de temperatura.

Certificado : TC - 12559 - 2022

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento

ANEXO.38 Certificado de Calibración TC – 18289 - 2022



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración TC - 18289 - 2022

Proforma : 15019A Fecha de emisión : 2022-10-20

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos- Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : EX24001
N° de Serie : B639089407
Capacidad Máxima : 24000 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : CHINA
Identificación : MYE-LAB-BGR-01.01
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2022-10-17

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico Página : 1 de 3
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-162-2022 Mayo 2022
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-210-2022 Julio 2022
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-211-2022 Julio 2022
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-212-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

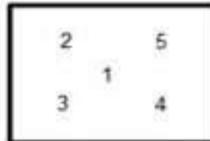
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	19,9 °C
Humedad Relativa	75 %	74 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	12 000,00	12 000,0	0,06	-0,01	1	24 000,00	24 000,0	0,04	0,01
2		12 000,0	0,06	-0,01	2		24 000,0	0,04	0,01
3		12 000,0	0,06	-0,01	3		24 000,0	0,04	0,01
4		12 000,0	0,05	0,00	4		24 000,0	0,04	0,01
5		12 000,0	0,05	0,00	5		24 000,0	0,04	0,01
6		12 000,1	0,08	0,07	6		24 000,1	0,09	0,06
7		12 000,1	0,08	0,07	7		24 000,0	0,05	0,00
8		12 000,0	0,05	0,00	8		24 000,0	0,05	0,00
9		12 000,0	0,06	-0,01	9		24 000,0	0,04	0,01
10		12 000,0	0,05	0,00	10		24 000,0	0,04	0,01
Emáx - Emin (g)				0,08	Emáx - Emin (g)				0,06
error máximo permitido (±g)				2,00	error máximo permitido (±g)				3,00

Certificado de Calibración
TC - 18289 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	-0,1 °C	-0,1 °C
Humedad Relativa	-5 %	-5 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1,00	1,0	0,07	-0,02	8 000,00	8 000,0	0,05	0,00	0,02	2,00
2		1,0	0,07	-0,02		8 000,1	0,08	0,07	0,09	
3		1,0	0,06	-0,01		8 000,0	0,04	0,01	0,02	
4		1,0	0,06	-0,01		8 000,1	0,07	0,08	0,09	
5		1,0	0,07	-0,02		8 000,1	0,06	0,09	0,11	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,6 °C	19,5 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
5,00	5,0	0,07	-0,02	0,00	5,0	0,07	-0,02	0,00	1,00
1 000,00	1 000,0	0,06	-0,01	0,01	1 000,0	0,07	-0,02	0,00	1,00
5 000,02	5 000,0	0,06	-0,03	-0,01	5 000,0	0,07	-0,04	-0,02	1,00
8 000,02	8 000,0	0,06	-0,03	-0,01	8 000,0	0,07	-0,04	-0,02	2,00
10 000,01	10 000,0	0,06	-0,02	0,00	10 000,0	0,06	-0,02	0,00	2,00
12 000,02	12 000,0	0,05	-0,02	0,00	12 000,0	0,06	-0,03	-0,01	2,00
15 000,03	15 000,0	0,05	-0,03	-0,01	15 000,0	0,05	-0,03	-0,01	2,00
18 000,03	18 000,0	0,04	-0,02	0,00	18 000,0	0,05	-0,03	-0,01	2,00
20 000,01	20 000,0	0,04	0,00	0,02	20 000,0	0,05	-0,01	0,01	2,00
24 000,01	24 000,1	0,08	0,06	0,08	24 000,1	0,08	0,06	0,08	3,00

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 7,62 \times 10^{-7} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,21 \times 10^{-9} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 23 998,8 g para una carga de valor nominal 24000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

ANEXO.39 Certificado de Calibración TC – 06637 - 2022



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-06637-2022

PROFORMA : 10360

Fecha de emisión : 2022 - 05 - 02

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR
Marca : NO INDICA
Modelo : 315-X6
N° Serie : HIW-0198
Intervalo de indicación : 500 Kg
Resolución : 0,01 Kg
Procedencia : CHINA
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022 - 04 - 28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 * Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga*.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,1°C	17,3°C
HUMEDAD RELATIVA	52,0%	51,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga 3 MN 5000 kN	12821C

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kgf)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kgf)	Error (kgf)	Incertidumbre (kgf)
500,1	500,0	0,1	0,1
1000,3	1000,0	0,3	0,1
1500,3	1500,0	0,3	0,1
2000,5	2000,0	0,5	0,1
2500,8	2500,0	0,8	0,1
3000,9	3000,0	0,9	0,1
3501,1	3500,0	1,1	0,1
4001,2	4000,0	1,2	0,1
4501,5	4500,0	1,5	0,1
5001,7	5000,0	1,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "ESTABILIZACIÓN CON ESCORIA DE ACERO Y VIDRIO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE, CENTRO POBLADO NUEVO CAÑETE - LIMA 2022", cuyo autor es GONZALES EGUCHI FABRICIO GENSO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 30 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO DNI: 08584295 ORCID: 0000-0002-4926-8556	Firmado electrónicamente por: CVILLEGASM el 12- 12-2022 13:42:02

Código documento Trilce: TRI - 0462740