

Adición de polvo de vidrio reciclado en la estabilización de suelos en el AA.HH. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote – Perú

Luis Miguel Haro Marchena², Marco Antonio Cerna Vásquez², Alan Yordan Valdivieso Velarde³

Resumen

El estado físico de la zona de estudio a nivel de terreno natural fue encontrado en condiciones de desgaste por la constante transitabilidad vehicular. Por tal motivo se buscó mejorar la calidad del suelo del AA. HH Villa Hermosa, Nuevo Chimbote – Perú.

Se realizó los estudios para evaluar la resistencia a la compresión mediante los ensayos de campo como: granulometría, humedad natural, Proctor modificado y CBR; el cual dio como resultado un promedio de 18.24 % en valor de CBR al (95%) en terreno natural y al ser mejorado con el aditivo de polvo de vidrio reciclado al 6% se obtuvo un promedio de 28.46 % y al 8% un promedio de 25.78%.

Como se observa el mejor resultado óptimo fue al 6% el cual muestra una mejora de 56% respecto al terreno natural, el cual se podría utilizar con porcentajes menores para obtener nuevos resultados.

Palabras Claves: Estabilización, Adición, Subrasante, Polvo de vidrio

Abstract

The physical state of the study area at the level of natural terrain was found in conditions of wear and tear due to the constant vehicular traffic. For this reason, I seek to improve the quality of the soil AA.HH. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote – Peru.

Studies were carried out to evaluate the compressive strength through field test such as: granulometry, natural humidity, modified Proctor and CBR; which resulted in an average of 18.24% in CBR value at (95%) in natural terrain and when improved with the additive of recycled glass powder at 6%, an average of 28.46% was obtained and an average of 8% of 25.78%.

As can be seen, the best optimal result was at 6%, which shows an improvement of 56% with respect to the natural terrain, with lower percentages to obtain new results.

Keywords: Stabilization, Addition, Subgrade, Glass powder.

² Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú, haromarchenal@gmail.com

³ Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo - Perú, mcernav@ucvvirtual.edu.pe, avaldivieso@ucv.edu.pe

Introducción

Como proyecto de investigación se basa principalmente en mejorar la calidad del suelo de la zona de estudio que se encuentra a nivel de terreno natural, por el cual con el paso del tiempo ha sufrido ataques físico- químico de la misma naturaleza. Por esta razón se aplica una mejora con la adición de polvo de vidrio reciclado al 6% y 8% de un suelo arenoso en el A.H Villa Hermosa, Chimbote, Perú.

El suelo es un material de uso constructivo que se viene utilizando desde años remotos, que con sus limitaciones busca mejorar sus propiedades mecánicas.

Asimismo, también en la construcción de obras viales, lo cual resulta más dificultoso cuando se trata de suelos arenosos, por lo que comúnmente se reemplaza con material de préstamo.

De acuerdo a los estudios realizados por la cámara de comercio, la red vial en el Perú representa un total 95,863 km, donde a nivel de afirmado solo se tiene 15,496 km que equivale al 16% de su total mientras lo restante y trocha carrozable se tiene 80,367 km (Revista Perú Construye, 2018).

Como antecedente se realizó una investigación sobre el uso de residuos de polvo de vidrio en suelos arcillosos con adiciones del 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, siendo la más adecuada por sus óptimos resultados la adición del 8% de vidrio (Rose et al., 2017).

Analizando el entorno y sus características es una investigación aplicada y explicativa, ya que la investigación se va a enfocar en dar solución a un determinado problema, en este caso es el suelo arenoso cuando se aplica un porcentaje de polvo de vidrio reciclado.

Una alternativa de solución es la estabilización de suelos, cuya técnica nos permite mejorar el terreno antes de realizar una construcción, reduciendo costos en material de préstamo y mejorando las características físicas del terreno para garantizar su resistencia y así tener un óptimo comportamiento del pavimento (Gowtham, 2018).

Materiales y Métodos

Recolección de materia prima

Se recolecto botellas recicladas de vidrio transparente como materia prima para esta investigación; el cual fue lavado y triturado hasta lograr el tamaño deseado.

Ensayos de las muestras de las calicatas

Como diseño tenemos el método aplicativo y explicativo, siendo la base de estudio la población del Distrito de Nuevo Chimbote, considerando como muestra el A.H Villa Hermosa. El proyecto tuvo como consideración 4 calicatas excavadas a 1.50m y a un radio de 1m.

Para este ensayo se necesita 5g gr de vidrio molido que pase por la malla N° 100 para luego ser llevado a laboratorio mediante el ensayo de FRX (Fluorescencia de rayos X) (Espinoza, 2017).

Se aplicó:

- Ensayo granulométrico (ASTM D-422, AASHTO T88) para determinar el tipo de suelo en 4 calicatas.

- Contenido de humedad (ASTM D-2216, MTC E 108-2000)
- Ensayo Proctor (ASTM D-1557, MTC E 115) hallando su óptimo contenido de agua y su densidad en el suelo, ya que si es más denso es más compacto.
- Ensayo CBR (ASTM d-1883 / AASHTO t-193 / MTC e 132-2000), en el cual se tendrá como resultado su resistencia a la compresión del suelo natural y el suelo adicionando el polvo de vidrio reciclado en porcentajes establecidos de 6% y 8% (Botia, 2015).

Resultados

Clasificación de suelos

En esta investigación se analizaron 4 unidades de estudio que fueron analizadas a un nivel de fondo de 1.50 m; para su mejor comprensión se presenta los resultados.

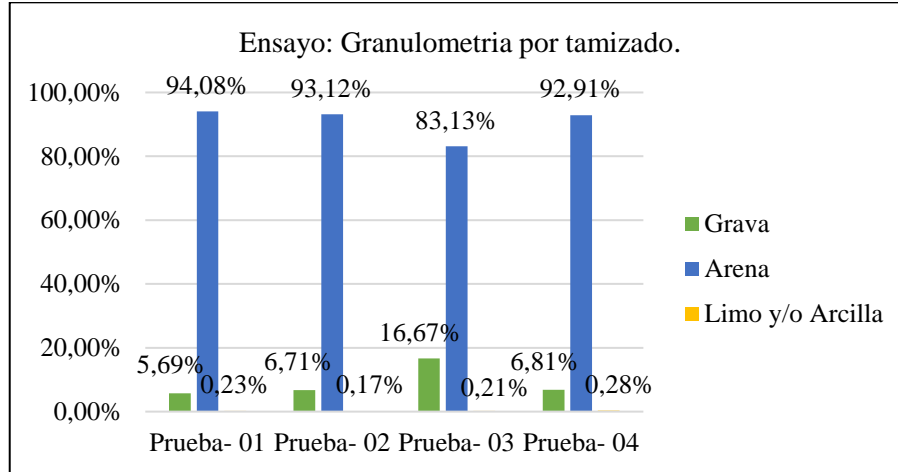
Tabla 1. Clasificación del suelo natural según método AASHTO y SUCS

Prueba	Profundidad	Método AASHTO	Método SUCS
Prueba- 01	1.5 mts.	Sub grupo A-1-b (0)	Grupo SP
Prueba- 02	1.5 mts.	Sub grupo A-1-b (0)	Grupo SP
Prueba- 03	1.5 mts.	Sub grupo A-1-b (0)	Grupo SP
Prueba- 04	1.5 mts.	Sub grupo A-1-b (0)	Grupo SP

Nota: Elaboración propia (Haro, 2021)

La tabla 1 muestra la clasificación del suelo natural según el método AASHTO y el método SUCS, siendo esto parámetros de diseño para la construcción de carreteras. Según el método SUCS resulto ser de tipo SP ya que paso por la malla N° 200 menos del 5%, siendo un material granular que contiene grava y arena; y según el método ASSHTO resulto un suelo A-1-b que indica que es una arena gruesa bien graduada, lo cual confirma que los suelos de Nuevo Chimbote en su mayoría son arenosos

Figure 1. Análisis Granulométrico por Tamizado. Fuente: Autoría propia



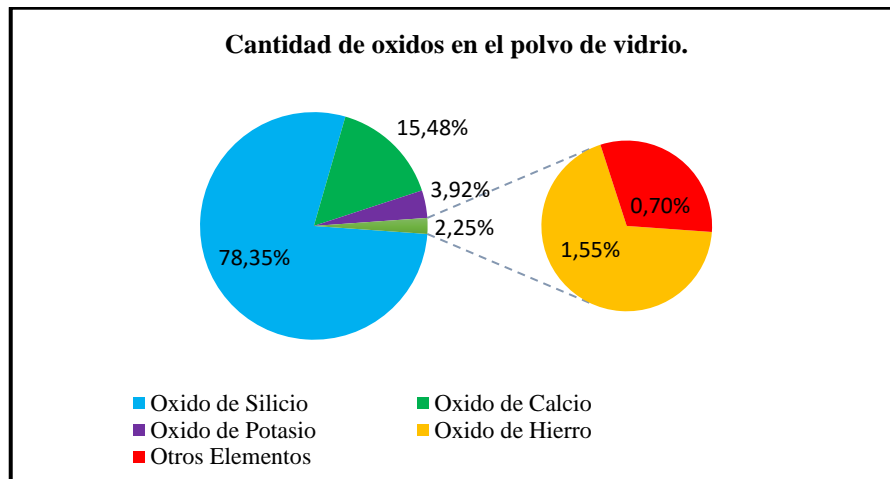
Nota: Elaboración propia (Haro, 2021)

Según la figura N° 1. análisis granulométrico de acuerdo al gráfico de barras, todas las muestras sobrepasan el 80% en contenido de arena, mientras que el contenido de grava, limo y arcilla no supera el 20%.

Composición química del polvo de vidrio

Para este procedimiento se usó el polvo de vidrio molido y se fue pasado por la malla N° 100. En la figura 3, se muestra los siguientes elementos químicos expresados en óxidos: Oxido de silicio con 78.35%, Oxido de calcio con 15.48%, Oxido de Potasio con 3.92%, Óxido de Hierro con 1.55% y otros elementos que solo representan el 0.70%.

Figure 2. Composición química del polvo de vidrio.



Nota: Elaboración propia (Haro, 2021)

Efectos mecánicos producto de la adición de polvo de vidrio en el suelo

Para determinar las características mecánicas del suelo con la adición del polvo de vidrio se realizó el ensayo de Proctor modificado y en ensayo de CBR como lo establece la norma ASTM-D1557. Como se muestra en la Tabla 2, se hicieron los ensayos para 3 porcentajes diferentes (al 0% que fue la muestra patrón, que sirvió para comparar con las demás; al 6% de adición de vidrio reciclado y al 8% de adición de vidrio reciclado). Los ensayos que fueron realizados: el Proctor Modificado para así obtener su Humedad Óptima y su Máxima Densidad Seca, y También se realizó el CBR y se comparó al 95% y 100%.

Tabla 2. Valores de los resultados obtenidos de la muestra patrón y muestras experimentales

Resultados	Patrón	6% V.R.	Δ 6%	8% V.R.	Δ 8%
Óptimo contenido de humedad (%)	10.51	10.66	1.42%	11.18	6.37%
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.936	1.951	0.77%	1.946	0.51%
CBR (95%)	18.24	28.46	56.00%	25.78	41.34%

Fuente: Elaboración propia.

Análisis y discusión de resultados

En lo que concierne a la composición del polvo de vidrio reciclado está compuesto principalmente por sílice (78.35%), Calcio (15.48%) y hierro (1.55%) con mínimos porcentajes que no afectan al terreno químicamente como el potasio (3.92%) y otros (0.70%). La sumatoria de los compuestos principales resulta un total de 95.38; valor que supera el 95% de cemento lo cual lo hace utilizable para su estabilización (Keramatikerman, Chegenizadeh, & Nikraz, 2020).

En cuanto a las propiedades mecánicas, considerando los valores promedios de las 4 calicatas, en la humedad óptima se tuvo un incremento de 1.42% del suelo patrón respecto al suelo compuesto por el 6% y un incremento 6.37% del suelo patrón respecto al suelo compuesto por el 8%. Para la máxima densidad seca hubo un incremento de 0.77% y 0.51% del valor inicial a las muestras experimentales del 6% y 8% respectivamente.

Para el CBR al 95% hubo un incremento del 56% del valor inicial a la muestra experimental del 6% que paso a ser un CBR Bueno a ser un CBR muy bueno de acuerdo al Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Para la muestra experimental al 8% hubo un incremento del 41.34% del valor inicial obteniendo los mismos valores de la clasificación del CBR de acuerdo al manual de carreteras.

Para el CBR al 100% hubo un incremento de 11.94% del valor inicial a la muestra experimental del 6% que paso de un CBR muy Bueno a ser un CBR excelente de acuerdo al manual de carreteras Para la muestra experimental al 8% hubo un incremento del 10% del valor inicial que también llego a obtener un CBR excelente. De acuerdo a los resultados el porcentaje óptimo sería el 6% de polvo de vidrio reciclado.

Sugerencias y recomendaciones

Se sugiere realizar estudios de investigación en los intervalos del 6% y 8% de adición de vidrio reciclado con la finalidad de obtener el porcentaje óptimo de estabilización y aumento del CBR. De igual forma, es necesario que en los trabajos de mezcla del suelo patrón con el vidrio molido, se recomienda una combinación homogénea para tener una buena compactación.

Como prevención se recomienda en los trabajos de pre molido de vidrio, usar equipos de protección necesarios ya que pueden causar problemas respiratorios.

Conclusiones

El análisis granulométrico a las muestras de suelo evaluador por el método AASHTO nos da la codificación de A-1-b que corresponde a un suelo arenoso con mínimo contenido de finos y arcillas. De igual forma, por el método SUCS es SP, es decir una arena mal graduada.

El vidrio reciclado cuenta con una composición química de más del 78% de sílice, lo que es beneficioso para mejorar la subrasante químicamente y mecánicamente, pudiendo llegar a utilizarse como aditivo para estabilizar suelos arenosos.

Al incorporar vidrio reciclado previamente molido en suelos arenosos, en una cantidad de 6%, presenta un aumento del 50% de su valor inicial de CBR. es una alternativa innovadora que llega a aumentar la capacidad de soporte del suelo.

Referencias

- Botia, W. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. Bogota.
- Espinoza, H. (2017). *Toda construcción debe tener un previo estudio de mecánica de Suelos, Construcción y Mecánica de Suelos*. Lima. Obtenido de <http://www.lm.uni.edu.pe/EXPOSICIONES/entrevista-HEC.pdf>
- Gowtham, S., Naveenkumar, A., Ranjithkumar, R., Vijayakumar, P., & Sivaraja, M. (2018). Stabilization of Clay Soil by Using Glass and Plastic Waste Powder. *International Journal of Engineering and Techniques*, 146-150.
- Haro, L. (2021). *Efecto de la adición de Vidrio Reciclado en la estabilización de suelo arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote*. Chimbote.
- Keramatikerman, M., Chegenizadeh, A., & Nikraz, H. (2020). Soil Stabilisation Using Glass Powder. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 339-342.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito*. Lima.
- Revista Perú Construye. (14 de 01 de 2018). Perú: ¿Qué porcentaje de la red vial no está pavimentada? *Revista Perú Construye*.

Rose Benny, J., Jolly K., J., Mareena Sebastian, J., & Thomas, M. (2017). Effect of Glass Powder on Engineering Properties of Clayey Soil. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 228.