



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE UN PÓDICO DE CONCRETO ARMADO PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS EN LA ZONA URBANA DE CALLAO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Davila Gonzalez, Carlos Augusto (orcid.org/0000-0001-6815-9542)

**ASESOR:**

T.G. Ascoñores, Sevin Arturo (orcid.org/0000-0001-2452-4805)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible e innovación al servicio de la comunidad

CALLAO – PERÚ

**2023**

## **Dedicatoria**

A Dios y mis padres. Por haberme dado la fortaleza para no desistir en el arduo camino del estudio y éxito profesional.

## **Agradecimiento**

A mis padres por haber hecho posible el sueño de seguir la vocación de mis sueños, dándome la fortaleza y los consejos necesarios para afrontar el arduo camino del aprendizaje enmarcado al objetivo de ser un buen profesional. A mi asesor, que estuvo presente a lo largo del desarrollo y culminación de esta investigación, para garantizar el aporte de nuevos conocimientos a la sociedad que lo lleven a un próspero futuro. Y a todos aquellos personajes relevantes que aportaron los conocimientos necesarios a lo largo de la historia que han servido de bases para desarrollar esta investigación.

## Índice de contenido

Carátula	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice de contenido	IV
Índice de tablas	V
Índice de figuras	VI
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	15
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y Operacionalización	23
3.3. Población, muestra y muestreo	25
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos	28
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS	29
V. Discusión de resultados	47
VI. Conclusiones	49
VII. Recomendaciones	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	59

## Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización de Variables	24
Tabla 2: Ubicación de calicatas	31
Tabla 3: Resultado de las pruebas en laboratorio del suelo natural	32
Tabla 4: Prueba de límite de consistencia con la inclusión de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03.	33
Tabla 5: Prueba de límite de consistencia con la inclusión de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03.	34
Tabla 6: Prueba de límite de consistencia con la inclusión de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03.	35
Tabla 7: Resumen general de la las pruebas de límites de consistencia con incorporación del concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la estabilidad volumétrica.	36
Tabla 8: Ensayo CBR al 100% y 95% con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.	38
Tabla 9: Ensayo CBR al 100% y 95% con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.	39
Tabla 10: Ensayo CBR al 100% y 95% con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.	40

Tabla 11: Resumen general de comparación del CBR con la incorporación del concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la resistencia.	41
Tabla 12: Ensayo Proctor modificado para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.	42
Tabla 13: Ensayo Proctor modificado para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.	43
Tabla 14: Ensayo Proctor modificado para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.	44
Tabla 15: Resumen general de comparación con la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la susceptibilidad al agua.	45

## Índice de figuras

Figura 1: Mapa del Perú	29
Figura 2: Mapa de Alto Amazonas	29
Figura 3: Mapa de la zona de estudio	30
Figura 4: Límites de consistencia con concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03.	34
Figura 5: Límites de consistencia con concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03.	35
Figura 6: Límites de consistencia con concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03.	36
Figura 7: Resumen general de la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la estabilidad volumétrica	37
Figura 8: Comportamiento CBR con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.	38
Figura 9: Comportamiento CBR con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.	39
Figura 10: Comportamiento CBR con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.	40
Figura 11: Resumen general de comparación con la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la resistencia.	41
Figura 12: Comportamiento de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.	43
Figura 13: Comportamiento de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.	44

Figura 14: Comportamiento de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 14% y vidrio 6% en 45 las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.

Figura 15: Resumen general de comparación con la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y 46 vidrio 6% para la resistencia.

## Resumen

En la presente investigación se ha planteado como objetivo general determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022. Se ha desarrollado un estudio de nivel explicativo, con enfoque cuantitativo y diseño experimental. Como población se incluyó a toda el área del terreno destinado a la edificación, mientras que para seleccionar la muestra se optó por un muestreo intencional no probabilístico, habiendo seleccionado las zonas críticas del terreno en las cuales se produce acumulación excesiva de humedad y donde se percibe se tiene mayor inestabilidad. Tales puntos críticos están ubicados en un área de 37 metros cuadrados, de los cuales han provinieron las 3 calicatas extraídas para el análisis del suelo mediante los ensayos correspondientes. La técnica empleada para recopilar los datos fue la observación experimental y el instrumento correspondiente la ficha de observación. Como resultados se obtuvo que para la estabilidad volumétrica se encontró que la mejor combinación fue de 80% material natural, 14% de concreto triturado y 6% de vidrio molido, habiéndose obtenido 33,17% de límite líquido, 24,2% de límite plástico y 9,17% de índice de plasticidad. Para el caso de la resistencia a la compresión, mediante el ensayo CBR al 95% se encontró que la combinación óptima fue añadir 18% de concreto triturado y 2% de vidrio molido, habiéndose incrementado considerablemente, de 3,90% que se encontraba en el terreno natural, a 13,40% con la mezcla referida. Se concluyó que existe una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de los suelos expansivos.

**Palabras clave:** Vidrio reciclado / Estabilidad / Expansivos

## **Abstract**

In the present investigation, the general objective has been to determine the influence of concrete and recycled glass on the volumetric stability, resistance and susceptibility to water of expansive soils, in the foundations of a 4-story building in the city of Yurimaguas, 2022. has developed a explicative level study, with a quantitative approach and experimental design. As a population, the entire area of the land destined for the building was included, while to select the sample, an intentional non-probabilistic sampling was chosen, having selected the critical areas of the land in which excessive accumulation of humidity occurs and where it is perceived there is more instability. These critical points are located in an area of 37 square meters, from which the 3 pits extracted for soil analysis through the corresponding tests came from. The technique used to collect the data was experimental observation and the corresponding instrument was the observation sheet. As results, it was obtained that for volumetric stability it was found that the best combination was 80% natural material, 14% crushed concrete and 6% ground glass, having obtained 33.17% liquid limit, 24.2% liquid limit. plastic and 9.17% plasticity index. In the case of compressive strength, through the 95% CBR test it was found that the optimal combination was to add 18% crushed concrete and 2% ground glass, having increased considerably from 3.90% found in the natural terrain, at 13.40% with the aforementioned mixture. It was concluded that there is a significant influence of concrete and recycled glass on the volumetric stability, resistance and susceptibility to water of expansive soils.

Keywords: Recycled glass / Stability / Expansives

## I. INTRODUCCIÓN

**A nivel internacional.** Los suelos expansivos constituyen una problemática de carácter relevante en la construcción civil, puesto que es el suelo el medio final donde son depositadas las cargas. Las características de estos suelos no aportan estabilidad y abre paso las deformaciones de formas distintas. Aunque existen métodos para lograr la estabilidad requerida no suelen ser acompañados de técnicas y materiales que ayuden a la preservación del ambiente o en todo caso que no genere un impacto en este. De acuerdo a la investigación Luo, Liu, Zhang, Meng y Zhan (2021) nos menciona que los residuos sólidos las cuales son derivados de las demoliciones contribuyen al fenómeno de la contaminación si dichos residuos no son tomados en cuenta para darle una nueva transformación que permita reciclarlo, producirá una cantidad exorbitante de desperdicios de material de concreto siendo alrededor de 100 mil millones de toneladas al año que se generan en el mundo. De igual manera Balaguer, Monique y Tagnit-Hamou (2021) nos dice que el vidrio constituye una buena parte representativa de los residuos sólidos que desecha el hombre y aunque se ha avanzado en darle nuevos usos para su reciclaje, no ha sido del todo efectivo pues estudios mostraron que buena parte del porcentaje de vidrio que es desechado va a para en vertederos informales ocasionando un serio problema ambiental que afecta a las personas.

Karami et al., (2020) concluye que para poder plantear soluciones adecuadas a esta problemática de contaminación es necesario el estudio e investigación de métodos que permitan el emplear estos residuos, aprovechando sus propiedades y con ello poder aplicar estas características al mejoramiento mecánico de los suelos permitiendo ganar carga portante y estabilización. Pues los suelos son la base de toda construcción civil y no todos son aptos para la edificación de obras.

**A nivel nacional,** Leiva (2016) dice que en nuestros tiempos modernos la problemática de la contaminación suele ser producida por el mal manejo de los residuos sólidos, pues dada las características de su propia composición no permitan una biodegradación acelerada y este factor es el contribuye en gran medida a la contaminación ambiental. Por tal motivo resulta relevante el compromiso colectivo de buscar soluciones adecuadas que permitan su reciclaje

como el de aprovechar sus propiedades siendo una opción atractiva el mejoramiento de suelos. Obteniendo de esta manera una importancia significativa en el tratamiento de los suelos inestables pues dado sus propiedades mecánicas, suelen pueden ocasionar serios problemas en la estructura. Razón por la cual desde hace un tiempo se viene realizando y aplicando métodos que permitan mejorar las propiedades de este tipo de suelos dándole estabilidad, entre ellas las más comunes resultan ser el empleo de cal, cemento, productos asfálticos, cloruro de sodio, etc. Estas se emplean de acuerdo a las características que poseen los suelos y la demanda que necesita la obra.

**A nivel Local** según estudios hechos por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales [ONERN], Oficina Nacional de Reforma Agraria [ONRA] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (1967) la ciudad de Yurimaguas posee un suelo arcilloso caracterizado por una permeabilidad lenta y un drenaje interno moderadamente lento. Esto nos da a entender que el suelo no es del todo favorable para la construcción de obra civil, por lo cual es muy recurrente retirar el suelo base para rellenerlo con uno que si puede aportar resistencia y dar estabilidad. Sumado a esto no existe una estrategia que reutilice los materiales desechados de obras; que son demolidas para dar paso a nuevas de gran envergadura, por lo cual son puestas en vertederos clandestinos.

Por ello Zolotukhin et al., (2021) nos recomienda que todas las ciudades deberían poseer un plan de manejo de materiales desechados y el equipo adecuado para su tratamiento, pues dado el particular caso es necesario la trituración en el caso del concreto y pulverización en el caso del vidrio. La aplicación de estos materiales ha tomado la función de un aditivo innovador. Es por ello que Vishnu y Singh (2021) aseguran que estos materiales muestran un gran potencial dado que pueden ser reutilizados permitiendo darles una nueva transformación para un nuevo uso como material que permita la estabilización de suelos aportándole mayor resistencia y optimizando costos en proyectos de construcción. Concluyendo que el empleo de concreto y el vidrio reciclado surgen como una alternativa sugerente a los materiales tradicionales que son utilizados para mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos inestables.

En el presente proyecto se plantea como un método que permita la estabilización de suelo expansivos para los cimientos de una edificación de 4 niveles en la ciudad de Yurimaguas que consiste en el uso de material de concreto y vidrio reciclado con el fin de modificar de forma positiva las características mecánicas del suelo de fundación, en las dimensiones de estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua. Esta revisión sistemática nos conlleva a dos enfoques pragmáticos que plantean el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos inestables y sostenibilidad del medio ambiente aplicando los materiales de concreto y vidrio reciclado.

Dada la premisa de lo expuesto, el proyecto plantea el siguiente **problema general**: ¿Cómo la incorporación de concreto y vidrio reciclado influye en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles en la ciudad de Yurimaguas, 2022?

La **justificación teórica** del presente proyecto de investigación busca generar una reflexión y debate en cuanto al empleo de materiales tradicionales referidos al tratamiento de las propiedades mecánicas de suelos expansivos y a la vez aportar nuevos conocimientos sobre las características presentes en el concreto y vidrio reciclado para que puedan aportar estabilidad a los suelos expansivos. La **justificación práctica** se basa porque existe la necesidad de encontrar alternativas innovadoras al tratamiento de estabilización aplicando métodos adecuados y ensayos de laboratorio que permitan la obtención de los datos necesarios para el proyecto de investigación. Por último, la **justificación social** refiere al ahorrar gastos que se presentan antes y después de la ejecución de obras en suelos expansivos, garantizar seguridad a las obras que se ejecutan en suelos expansivos y el de dar una alternativa que sea sostenible al medio ambiente con el empleo de materiales reciclables.

Por lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente **objetivo general**: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022. Asimismo, se plantean los siguientes **objetivos específicos**: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de suelos expansivos, en los cimientos de

un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022. Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022. Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

Se llegó a configurar la siguiente **hipótesis general**: Existe influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022. Asimismo, se han propuesto sus respectivas **hipótesis específicas**: Existe una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022. Existe una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de los suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022. Existe influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de los suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Seguidamente, se mencionan algunos trabajos de investigación que forma parte del fundamento teórico del presente trabajo. Tenemos como **antecedentes internacionales**, a los siguientes:

Perea (2021) En su investigación de tesis "*Uso del concreto y vidrio reciclado en la capacidad de carga de suelos arcillosos: Una Revisión Literaria*". Con el **objetivo** de investigar materiales provenientes de residuos sólidos y aprovechar sus propiedades aplicando a los suelos arcillosos con la finalidad de mejorar significativamente sus características mecánicas de los suelos. Visto desde un enfoque que permita la optimización de residuos desechados en obras de construcción para contribuir a la reducción de la contaminación ambiental donde recopila más de 50 publicaciones indexadas en Scopus y EBSCO. **Concluye** que el suelo con carga última inicial de 13,73 kPa a 93.42 kPa con el empleo del 15% de concreto reciclado mostro una mejora hasta 205 kPa y con la adición del 14% de vidrio reciclado mejoró significativamente de 80 kPa a 280 kPa, por lo que el empleo de dichos materiales mostró datos positivos para el tratamiento de suelos y se presenta como una alternativa innovadora para la mejora de las propiedades mecánica de este tipo de suelos pues ha permitido el aumento de carga última, una mejor estabilización y disminución de asentamiento.

Arbeláez y Góngora (2019) En su investigación de tesis "*Refuerzo de estructuras terreas utilizando tereftalato de polietileno*". Con el **objetivo** de investigar la conducta que posee el suelo al fortalecerlo con la incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato (PET) de 2mm de ancho, 0,5mm de espesor y 8cm de largo para dar estabilidad a estructuras terreas. Pudo **concluir** a partir de sus resultados obtenidos del análisis del total de especímenes, integrando las fibras PET de forma aleatoria, demostró que los especímenes que presentaban mayor grado de compactación y poseían mayor porcentaje de fibras PET aleatorias arrojaron un considerable aumento de resistencia al corte. Las muestras de probetas de los especímenes que poseía un porcentaje de inclusión del 1.2% y 56 golpes de compactación presentaron un mejor desempeño al resistir esfuerzos compresión alcanzando un máximo de 0.33kg/m<sup>2</sup> caso contrario fue el de los otros especímenes que poseía un porcentaje de inclusión del 0.3% y 15 golpes de

compactación las cuales presentaron fisuras al haber recibido un esfuerzo de compresión de  $0.14\text{kg/m}^2$ .

Doroteo (2017), en su investigación de tesis "*Mejoramiento del Suelo por Sustitución de Material*" con el **objetivo** de identificar el tipo de mejora del suelo que responda a las actualizaciones más adecuadas para el proyecto. Obtuvo como **resultado** que las arcillas, diferencia de otro tipo de suelos, carecen de un adecuado grado de fricción lo cual es contrastado por su alto grado de cohesión, a razón de estas características cuando son expuestos a grandes volúmenes de agua pierden su estabilidad. Por lo cual **concluye** que un adecuado diseño para combinar dos tipos de suelos, dado nuestro caso el de arcilla y grava, puede concebir en uno nuevo que aproveche las los puntos fuertes de sus propiedades mecánicas de cada uno, como lo son la de cohesión en el caso del suelo arcilloso y la fricción interna que posee el de las gravas.

En el proyecto de Investigación de Firoozi et al., (2017) titulado "*Fundamentals of soil stabilization*" nos menciona que una de las soluciones **planteadas** inicialmente fue reemplazar el suelo problemático por uno adecuado ya que se convirtió en la opción más factible pero no necesariamente la más adecuada pues presenta un elevado costo, razón por la cual debe ser descartada desde el punto de vista económico. Esto motivó a que se desarrollaran investigaciones que buscaran nuevos métodos que permitan lograr la estabilización de los materiales base, empleando materiales desechados para aprovechar sus características mecánicas en la incorporación al suelo inestable.

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a los siguientes:

Carhuapoma y Tito (2021) en su tesis "*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*". Con el **objetivo** de acrecentar las propiedades del comportamiento mecánico del pavimento empleando vidrio en polvo reciclado en la subrasante del tramo objeto de estudio. **Concluyó** que la incorporación de vidrio en polvo en los resultados obtenidos del ensayo de compactación exhibió una influencia mínima cuando se

agregó un 12% de contenido de vidrio en polvo pues se evidenció un 4% en el incremento de la densidad seca. No obstante, el valor CBR de la subrasante mostró un crecimiento porcentual en el rango de 3.7% a 13%. Dando resultados alentadores pues se determinó que la incorporación de vidrio en polvo aumenta la capacidad portante de la subrasante pues reduce el índice de poros.

Haro, Cerna y Valdivieso (2021) en su artículo de investigación llamado *“Adición de polvo de vidrio reciclado en la estabilización de suelos en el AA.HH. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote (Perú)”* que tuvo como **objetivo** en tratar el suelo buscando una mejora en su calidad, para reducir costos de material y garantizar la seguridad de los pobladores de la zona. **Concluye** en sus estudios, que la adición del 6% de vidrio en polvo fue la que mejor resultados mostró, en el óptimo contenido de humedad se tuvo un incremento de 1.43%, en la máxima densidad seca un incremento del 0.77% y arrojando hasta una mejora del 50% del valor inicial de CBR, siendo una alternativa innovadora que se emplea como aditivo para la estabilización de suelos arenosos.

Rodríguez (2021) en su tesis *“Incorporación de vidrio triturado para mejorar las propiedades físico – mecánicas de suelos arcillosos en la avenida Industrial, Puno – 2021”* que tuvo por **objetivo** determinar la influencia de la incorporación del vidrio triturado en las propiedades físico - mecánicas de la muestra de suelo. **Concluyendo** que la incorporación del 10% de vidrio fue el que mejor eficiencia obtuvo, pues respecto al suelo en estado natural se obtuvo un 16% de índice de plasticidad y con la inclusión de 10% de vidrio bajó a 11% de índice de plasticidad.

Fabian y Gonzales (2020) en su tesis *“Inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento”* que tuvo por **objetivo** determinar la influencia de la inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento. Concluye en su estudio que la incorporación del 7% de material de concreto es el más adecuado para el objetivo planteado pues, en el ensayo de CBR presentó un crecimiento en cuanto a su resistencia del 77.58%.

Linares (2018) en su trabajo de Investigación "*Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, chachapoyas, 2018*". Con el **objetivo** de establecer si las bolsas de polietileno pueden contribuir a estabilizar la capacidad portante de suelos. **Concluyó** que, mediante los ensayos de laboratorio, las muestras del suelo que presentaban incorporación de las bolsas fundidas de polietileno al 4% obtuvieron una disminución paulatina del óptimo contenido de humedad (OCH) mientras que la densidad seca experimentó un crecimiento cuando los porcentajes de BPF y CBR pasaron de 5% a 5.91%. y en el índice de plasticidad se experimentó decrecimiento debido a que pasó de 13.56% a obtener un 8.98%, obteniéndose como resultado que la subrasante necesita ser tratada para lograr mejorarla. Por lo cual se procedió a aumentar el porcentaje 12% de bolsas fundidas de polietileno, obteniendo resultados positivos pues se evidenció mejoras pues pasó de 9.81% a 10.31% en el CBR, obteniéndose así una buena subrasante.

Gil y Nuñez (2018) en su trabajo de tesis "*Influencia de la adición de fibras de pet reciclado sobre la resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes*". Su **objetivo** fue el de establecer los resultados al utilizar fibras recicladas de PET; con el fin de dar estabilidad a los taludes, incorporándolos en el tratamiento de los suelos arcillosos cuando sus características aportan fricción interna, resistencia y cohesión. **Concluyó** que la incorporación de fibras de PET reciclado influye positivamente en el aumento de las variables que se estaban analizando pues al integrar un 0.61% de material, los resultados de laboratorio arrojaron muestras significativas en cuanto al crecimiento de la capacidad de fricción y cohesión mostró un 22.29% y 72.74% respectivamente, en cuanto a la resistencia del suelo hasta un 49.46% del CBR.

Ponce (2017) en su investigación de tesis "*Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha-Puyhuan Grande-Huancavelica*". Nos **plantea** en su proyecto que, cuando una zona destinada a una construcción presenta suelos arcillosos, nace la interrogante de cuál es la mejor opción para solucionar la problemática. Por lo general se procede a retirar el material pues no aportará la estabilidad requerida, pero esto conlleva a elevar los costos de la construcción, pues se tendrá que retirar el material

y rellenarlo por uno más adecuado. Por tal motivo su proyecto se enfoca en una visión alterna que permita aprovechar el material arcilloso de la zona. En sus **resultados** obtuvo buenos resultados al aplicar adecuadas técnicas de construcción y un diseño correcto de mezcla al emplear cloruro de calcio. Pues este material debido a su composición química puede modificar la estructura del suelo, aportando influencia positiva en sus propiedades y características, mejorando considerablemente el esfuerzo al corte y aportando resistencia a la compresión. **Concluyendo** que la incorporación del cloruro de calcio al tratar los suelos, logra incrementar la capacidad de soporte (CBR) en los suelos plásticos pues se pasó de obtener un 11.81% en su estado natural a 4.71% al aplicar un 5% de cloruro de calcio con relación al peso del suelo.

## **Bases Teóricas**

### **Variable 1: Concreto y vidrio reciclado**

**Concreto reciclado:** Topcu y Sengal (2004) este concreto proviene de residuos producidos por las demoliciones de construcciones y generan una gran contaminación, es por ello la importancia de reciclarlo. Las características mecánicas y físicas del concreto reciclado gracias a estudios han demostrado que, mediante incorporación en su matriz de material árido reciclado, se puede respaldar un óptimo cumplimiento mecánico y de resistencia.

Es aquel concreto que posee grandes volúmenes de residuos sólidos asociados procesos de desperdicio y demolición de construcciones civiles. Estos poseen características que aportar un grado óptimo de función en las propiedades mecánicas de materiales que pueden llevar a reciclarlos de formas diferentes como el mejoramiento de suelos, concreto armado, muros, bloques, materiales aislantes y paneles (Valdés et al, 2011).

**Vidrio Reciclado:** El vidrio se refiere es un material inorgánico, frágil, duro, amorfo y transparente; esta tiene innumerables aplicaciones y una variedad de derivaciones, que al cumplir con su tiempo de vida suelen ser transformadas en desechos con muchas potencialidades para reciclar (Pearson, 2009).

El vidrio reciclado en las construcciones es aquel cuyo uso está destinado a mejorar las características de las propiedades mecánicas de suelos, concreto, bloques y un

sin número de aplicaciones donde se aprovecha su fácil adherencia a los materiales Carrasco (2017).

La importancia del concreto y vidrio como materiales reciclables y su capacidad de aportar mejoramiento en las características de ciertos materiales, lo convierten en una elección muy atractiva. Sumado a ello, la reutilización de estos materiales contribuye a una reducción potencial a la contaminación ambiental y una tentativa opción para la optimización de gastos en una obra de construcción.

### **Análisis Granular**

Juárez y Rico (2005) nos dice que el análisis granulométrico consiste en un ensayo que permite obtener un análisis mecánico de las propiedades y medida de los granos de los sedimentos del material seleccionado, empleando una serie de tamices que cumplen la función separar y dividir el tamaño del material en muestras fraccionadas en forma decreciente.

Esto permitirá poder tamizar los materiales que serán analizados en el caso del concreto reciclado deberá pasar por el tamiz N°4 y para el vidrio reciclado deberá pasar por el tamiz N°200.

### **Incorporación de masa**

Álvarez (2019) nos menciona que la incorporación de masa de un material a un determinado elemento se hace con la intención de buscar emplear sus características para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. El propósito es buscar una adecuada incorporación del material con relación al material que se desee mejorar, el investigador debe buscar el porcentaje óptimo de incorporación y verificar si influye positivamente en sus propiedades o por el contrario solo ocasione fallos en su estructura.

### **Variable 2: Estabilidad volumétrica**

Lo define como la capacidad para evitar los cambios volumétricos del suelo, pues debido a la introducción de humedad del suelo el suelo experimenta dilatación y contracción de forma esporádica que son recurrentes en el cambio de estaciones. (Edison, 2019).

## **Índice de Plasticidad**

Crespo (2004) lo definió como la medición del suelo teniendo en cuenta sus características y como se determina su comportamiento plástico; pues este está referido en los valores porcentuales de la diferencia obtenida entre el límite líquido y límite plástico, en razón al valor absoluto del contenido de humedad presente en el suelo.

## **Variable 3: Resistencia**

Según Ochoa (2016) está determinada por la cualidad que poseen los materiales al ser expuestos a grandes esfuerzos manteniendo su estructura sin llegar a la rotura, esto suele ser determinado por diversos factores que contribuyen a aumentar su fortaleza como lo son sus enlaces de elementos, el diseño de su geometría y sobre todo la composición química del material.

## **Compactación**

Se le denomina al proceso, en donde un material es puesto a soportar un esfuerzo lo que causará un aumento de su densidad provocando así su consolidación. (McCarthy, 2007).

## **Variable 4: Susceptibilidad al agua**

Comportamiento del suelo al entrar en contacto al agua y su capacidad de infiltrarse en el suelo en un determinado tiempo (Angelone et al, 2006)

Orozco y Ángel (2017) Define a la capacidad del suelo a evitar infiltraciones de contenido de agua, pues estos afectan el comportamiento mecánico del suelo produciendo degradación en un determinado lapso de tiempo. La alteración será mayor si es constante y no posee capacidad de filtración adecuada.

## **Capacidad de permeabilidad al agua**

Lambe y Whitman (1997) Está enlazado a la ley de Darcy que exhibe el tránsito de fluidos presente en los suelos. Está determinado por la capacidad de absorber el agua y para dejar filtrarlo a través del suelo. Esto hace que varíe su valor según las características que presenta el suelo a analizar.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

Baena (2017) nos define que la investigación aplicada se caracteriza por centrarse en la posibilidad concreta de llevar a la práctica los saberes y conocimientos teóricos con el objetivo de dar una solución acertada a las necesidades que posee la sociedad y el hombre, a su vez busca aportar nuevos conocimientos en el área estudiada.

Por lo cual el proyecto de investigación fue de **tipo aplicada** pues se buscó dar una solución a la problemática planteada en la cómo la aplicación de concreto y vidrio reciclado puede influir en las propiedades de los suelos expansivos.

Según Landeau (2007) quien menciona que la investigación cuantitativa establece el nivel de asociación existente dentro de variables, su alcance y determinación de los productos obtenido a través de una muestra que conceda ejecutar inferencias causales a una población, explicando el por qué suceden los fenómenos estudiados.

La investigación presentada se rigió al **enfoque cuantitativo** dado que el concreto y vidrios reciclados fueron sometidos a pruebas para su análisis e interpretación en su desempeño en los suelos expansivos, la obtención de estos datos, está necesariamente ligado a ciertos cálculos, generando así que la investigación a desarrollar se enfocó en la recolección y análisis de datos medibles.

Según Sampiere (2010) los proyectos que tengan “un nivel explicativo se caracteriza por encontrar las causas por las cuales suceden algunos fenómenos y explicar por qué” (p. 76).

La presente investigación fue de **nivel explicativo**, puesto que, se procuró indagar sobre la relación existente de tipo causa-efecto de la variable concreto y vidrio reciclado, asimismo sobre la influencia que tiene sobre las variables resistencia, consistencia y susceptibilidad al agua, en los suelos expansivos.

##### Diseño de investigación

Arias (2012) define a la investigación experimental consiste en la realización de los procesos que competen a un objeto grupo de individuos con respecto a

condiciones, estímulos o tratamientos específicos (variable independiente), de manera que se puedan presenciar los efectos o reacciones que provocan” (variable dependiente).

El diseño de investigación del presente trabajo fue **experimental puro**, ya que se hizo una manipulación intencional de la variable independiente (Concreto y vidrio reciclado) y la consistencia del suelo, sometiéndola a pruebas de laboratorio para mediante la observación experimental se evaluó su desempeño en la estabilidad, resistencia y susceptibilidad al agua de los suelos expansivos.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable 1: Concreto y vidrio reciclado**

Materiales que deberán cumplir con ciertos parámetro y características para ser incorporados a los suelos expansivos, analizando su influencia en las propiedades seleccionadas.

#### **Variable 2: Estabilidad Volumétrica**

Estabilidad del suelo al cambio volumétrico originado por la humedad.

#### **Variable 3: Resistencia**

Capacidad del suelo para soportar esfuerzos de cargas sin modificar su estructura.

#### **Variable 4: Susceptibilidad al agua**

Capacidad del suelo para permitir la infiltración de partículas de agua en un tiempo establecido.

*Para mayor información véase Tabla 1.*

**Tabla 1.** Cuadro de operacionalización de variables

INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO</b>	El concreto reciclado es obtenido de procesos de demolición y desperdicio de construcciones civiles, poseen características que aportan una mejora en las propiedades mecánicas de materiales (Valdés et al, 2011). El vidrio reciclado es aquel cuyo uso está destinado a mejorar las propiedades mecánicas de suelos, concreto, bloques y un sin número de aplicaciones donde se aprovecha su fácil adherencia a los materiales (Carrasco ,2017).	Materiales que deberán cumplir con ciertos parámetro y características para ser incorporados a los suelos expansivos, analizando su influencia en las propiedades seleccionadas.	Análisis Granular	Malla n°4 (Concreto) Malla n°200 (Vidrio)	Razón
			Incorporación de masa	Vidrio 0%, 2%, 4%, 6% Concreto 0%, 14%, 16%, 18%	
<b>ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA</b>	Capacidad del suelo para evitar los cambios volumétricos debido a los cambios de humedad en tiempos prolongados (Edison, 2019).	Estabilidad del suelo al cambio volumétrico originado por la humedad.	Índice Plástico	Límite líquido	Razón
				Límite plástico	
<b>RESISTENCIA</b>	Capacidad del suelo de aguantar los esfuerzos a los que está sometido sin romperse y alterar su estructura (Ochoa, 2016).	Capacidad del suelo para soportar esfuerzos de cargas sin modificar su estructura.	Compactación	CBR al 100%	Razón
				CBR al 95%	
<b>SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA</b>	Comportamiento del suelo al entrar en contacto con el agua y su capacidad de infiltrarse en el suelo en un determinado tiempo (Angelone et al, 2006).	Capacidad del suelo para permitir la infiltración de partículas de agua en un tiempo establecido.	Capacidad de permeabilidad al agua	Máxima Densidad seca (MDS)	Razón
				Óptimo contenido de humedad (OCH)	

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Según Tamayo (2003): “La población hace referencia específicamente a la totalidad de estudio de un fenómeno, por lo que incorpora toda la cantidad de unidades que se pueden analizar, las mismas que deben ser cuantificadas si se pretende englobarla como un conjunto N, dado que este conjunto debe compartir una determinada característica, lo que facilitará denominar el fenómeno como población, debido a que construye la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación”.

Dado el alcance del proyecto, la investigación contó como población los 408 m<sup>2</sup> que fueron destinados a la construcción del edificio de 4 niveles donde se precedió a realizar las 3 calicatas correspondientes para el estudio.

- **Criterios de inclusión:** Solo se toma en cuenta al área seleccionada que corresponde para la construcción del edificio de 4 niveles, pues en esta se extrajo las muestras analizadas para llevar a cabo los ensayos correspondientes.
- **Criterios de exclusión:** Toda área que no esté en el marco del área seleccionada no será tomado en cuenta, pues al no tener ninguna relación con el trabajo de investigación quedó descartado.

#### Muestra

Tomando en cuenta a Palella y Martins (2006), se refiere a una parte o el subconjunto de una población o universo que se pretende estudiar, hallando un comienzo en la observación de una parte de la población considerada”.

La muestra elegida lo constituyeron las zonas críticas del terreno en el cual se produce acumulación excesiva de humedad y donde se percibe se tiene mayor inestabilidad en el suelo. Tales puntos críticos están ubicados en un área de 37 metros cuadrados, de los cuales provienen las 3 calicatas extraídas para el análisis del suelo mediante los ensayos correspondientes.

## **Muestreo**

Mata y Macassi (1997) lo define como un grupo de procedimientos, normas y principios por los que elige una parte de la población que contenga las características que se pretende analizar.

Sharager y Reyes (2001) El muestreo no probabilístico es aquel en la que los elementos seleccionados están relaciones con las condiciones que permiten hacer el muestreo, pues busca estar dirigido a poblaciones y grupos específicos donde se interesa una controlada y cuidadosa selección de los sujetos con características determinadas. Por lo cual, el procedimiento intencional es aquel donde el investigador es quien selecciona la muestra con el fin que esta sea representativa, pues la representatividad depende de su opinión o intención.

El proyecto contó con muestro no probabilístico intencional, con el fin de obtener los datos necesarios para la investigación.

## **Unidad de análisis**

Hernández (2003) lo define “como los sujetos que serán puestos a prueba para ser medidos”.

Por lo tanto, la unidad de análisis para el presente proyecto fue el suelo expansivo.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos**

Neil y Cortez (2018) nos habla acerca de la observación experimental y nos explica que es un conjunto de procedimientos e instrumentos relacionados a la determinación de las características y componentes primordiales de los diversos elementos o cambios sucedidos en la naturaleza o fenómeno que se pretenda estudiar”.

Para el presente trabajo de investigación fue empleado la técnica de la **observación experimental**, pues la incorporación del concreto y vidrio influyó de alguna forma en las características del suelo expansivo y mediante los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio se llevó un análisis e interpretación correspondiente.

## **Instrumentos de recolección de datos**

Arias y Covinos (2021) nos dice que las fichas de observación se usan cuando se desea medir, evaluar o analizar un elemento específico, estas se relacionan con el objeto de medir una población predeterminada, las características del elemento estudiado establecen las bases de evaluación y validez de la ficha de observación.

El instrumento que se empleó fue las **fichas de observación**, con el objetivo de almacenar los datos que fueron las pruebas de ensayo, las cuales fueron analizadas e interpretadas.

### **3.5. Procedimientos**

La obtención del concreto reciclado fue obtenida de una construcción demolida y que poseyó una resistencia mínima de 21 Mpa que luego fue dispuesta a ser triturada hasta que los granos del material posean 25 mm como máximo límite, compuesto en gran parte a la medida de una graba y que más del 50% debió permanecer en la malla N°4.

Para la obtención del vidrio reciclado fueron extraídos de vertederos o recicladores, estos pasaron por un procedimiento de eliminación de impurezas mediante el lavado, luego fue expuesta al calor para lograr su secado total concluyendo con su trituración hasta ser pulverizadas. Por último, se procedió a tamizar a través de la malla N°200 permitiendo de esta manera una mejor adherencia al presentar granos más finos.

En el desarrollo del estudio, se realizó el reconocimiento del lugar donde se desarrolló la investigación pues se tomó en cuenta el trabajo de campo, con la excavación de las calicatas donde se logró establecer las características que presenta el suelo y la toma de muestras que posteriormente fueron evaluadas con la integración de porcentajes con relación a la masa del suelo, se incorporó 18% de concreto + 2% de vidrio, 16% de concreto y 4% de vidrio, por último 14% de concreto y 6% de vidrio. Las muestras pasaron por las pruebas de laboratorio e interpretadas donde se determinó si han influido en las propiedades correspondientes a los objetivos buscados en el suelo expansivo.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los datos necesarios para la investigación fueron anotados en una ficha de recolección de datos que fueron ordenados y clasificados en tablas de MS Excel por dimensiones e indicadores. Los valores obtenidos en las pruebas de laboratorio fueron analizados e interpretados con gráficas para un mejor entendimiento del comportamiento de las variables estudiadas.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación se rigió con carácter de originalidad y autenticidad por parte de su autor, con el fin de aportar nuevos conocimientos a la estabilidad de consistencia de suelos expansivos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Ubicación geográfica

#### Nombre del proyecto:

La tesis presente tiene por título “Influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, Yurimaguas 2022”.

#### 4.1.1. Ubicación de la zona de estudio:

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Yurimaguas, ubicada en la Jr. Las Américas cuya coordenada UTM 18M 376075 9347582 a una elevación de 105.00 msnm.

Departamento : Loreto

Provincia : Alto Amazonas

Distrito : Yurimaguas

Región geográfica : Norte



*Figura 1.* Mapa del Perú.  
Fuente: Google Search.



*Figura 2.* Mapa de Alto Amazonas  
Fuente: Google Search

## Localización del proyecto:



*Figura 3.* Mapa de la zona de estudio  
Fuente: Google earth.

El estudio se realizó en el Jr. Las Américas, ubicado entre el Jr. Augusto Freyre y Jr. 29 de Julio.

### **Clima:**

En Yurimaguas, los veranos son cortos, cálidos y bochornosos; los inviernos son largos, calurosos, opresivos y mojados y está parcialmente nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 22 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 20 °C o sube a más de 37 °C.

### **Accesibilidad a la zona de estudio:**

Para llegar al área donde se realizó la intervención, partiendo desde la comisaría PNP Alto Amazonas con rumbo al suroeste en el Jr. Condamine hasta llegar a la

intersección con el Jr. Las Américas para tomar la ruta directa y llegar a la zona correspondiente.

#### **Estado actual de la zona del proyecto:**

El área donde se llevó a cabo el estudio se encuentra cubierta en gran medida por vegetación, no existe ninguna obra de construcción en ella.

#### **4.2. Estudio de suelo**

##### **Ubicación de calicata**

Se procedió a desarrollar los ensayos de laboratorio con las muestras obtenidas en las calicatas M-01, M-02 y M-03 ubicadas en nuestra zona de estudio y cumple las propiedades físicas, características y condiciones del área estudiada.

**Tabla 2.** *Ubicación de calicatas*

Coordenadas UTM				
Calicata	Zona	Este	Norte	Altitud
M-01	18M	376073	9347594	105.10 msnm
M-02	18M	376069	9347581	104.96 msnm
M-03	18M	376081	9347575	105.07 msnm

Fuente: Elaboración propia

La presente investigación obtuvo los siguientes resultados obtenidos con el fin de cumplir los objetivos específicos detallados anteriormente. Se procedió a realizar 3 calicatas comprendidas en el área de estudio, otorgándoles códigos para su reconocimiento, las cuales corresponden a M-01, M-02 y M-03. El cual se desarrolló

respetando procesos, reglamentos y normas relacionados a los ensayos de materiales, con el objeto de asegurar la confiabilidad de los datos obtenidos.

### **Ensayo granulométrico por tamices ASTM D422**

Se llevó a cabo el ensayo de granulometría (NTP 339.128.1999), por lo cual las muestras fueron obtenidas para elaboración de esta tesis.

### **Pruebas de laboratorios de las calicatas.**

**Tabla 3.** Resultado de las pruebas en laboratorio del suelo natural.

TERRENO NATURAL		
ENSAYOS	INDICADORES	RESUMEN GENERAL DE LAS MUESTRAS M-01, M-02 y M-03
Límite de consistencia	Límite Líquido (%)	43.7
	Límite Plástico (%)	23.2
	Índice Plástico (%)	20.5
Clasificación del suelo	SUCS	CL
	AASHTO	A-7-6(8)
Proctor modificado	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78
	Óptimo contenido de Humedad (%)	14.6
California bearing ratio (CBR)	Para el 100% de la MDS (%)	5.3
	Para el 95% de la MDS (%)	3.9

Fuente: Elaboración propia.

En la **tabla 3**, se presenta los resultados de los ensayos realizados para obtener las dimensiones correspondientes del estudio con respecto a los objetivos deseados en la presente tesis.

#### 4.3. Ensayos con la incorporación de vidrio y concreto para la estabilidad volumétrica.

**4.3.1. Objetivo específico 1:** Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

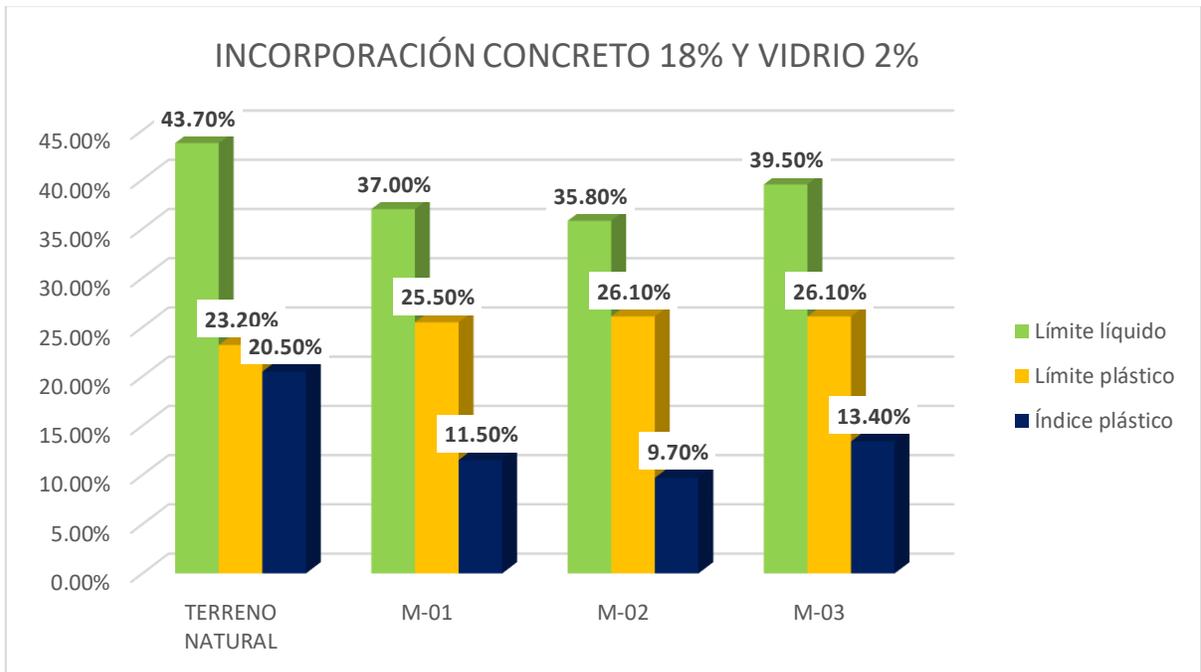
##### 4.3.1.1. Incorporación de concreto al 18% y vidrio al 2% para la estabilidad volumétrica.

**Tabla 4.** Prueba de límite de consistencia con la inclusión de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			M-01	M-02	M-03
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido	43.70%	37.00%	35.80%	39.50%
	Límite plástico	23.20%	25.50%	26.10%	26.10%
	ÍNDICE PLÁSTICO	20.50%	11.50%	9.70%	13.40%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.** Límites de consistencia con concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03.



Fuente: Elaboración propia

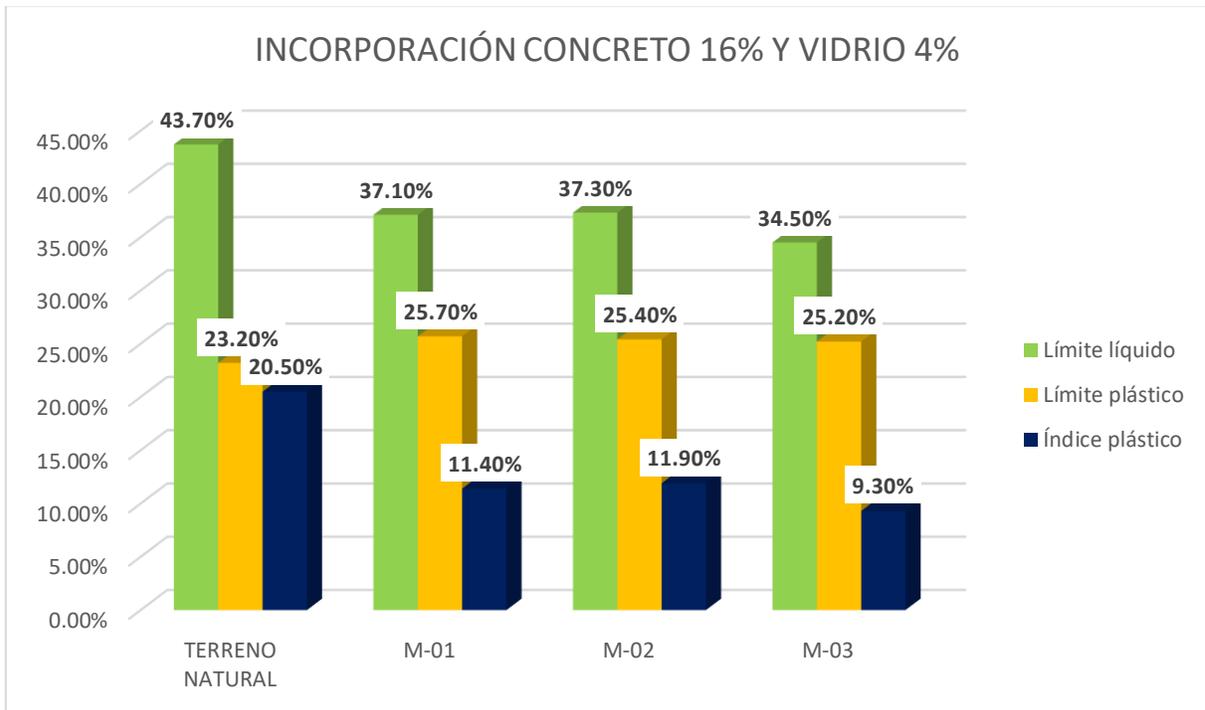
#### 4.3.1.2. Incorporación de concreto al 16% y vidrio al 4% para la estabilidad volumétrica.

**Tabla 5.** Prueba de límite de consistencia con la inclusión de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			M-01	M-02	M-03
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido	43.70%	37.10%	37.30%	34.50%
	Límite plástico	23.20%	25.70%	25.40%	25.20%
	ÍNDICE PLÁSTICO	20.50%	11.40%	11.90%	9.30%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5.** Límites de consistencia con concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03.



Fuente: Elaboración propia

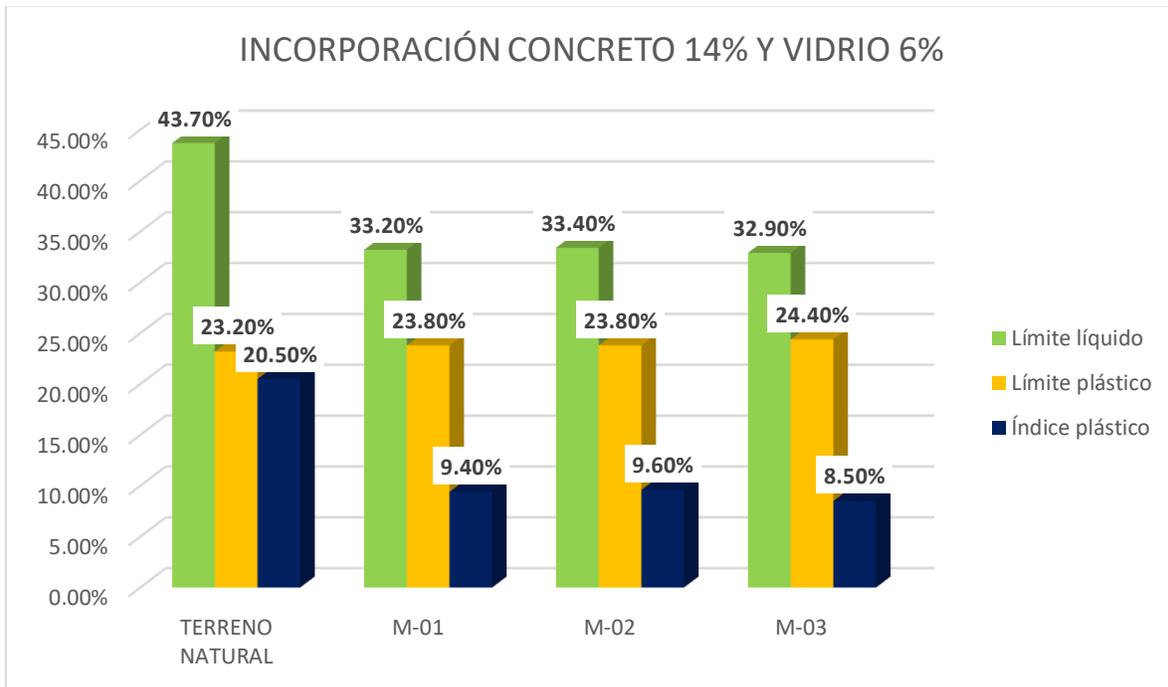
#### 4.3.1.3. Incorporación de concreto al 14% y vidrio al 6% para la estabilidad volumétrica.

**Tabla 6.** Prueba de límite de consistencia con la inclusión de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%			M-01	M-02	M-03
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido	43.70%	33.20%	33.40%	32.90%
	Límite plástico	23.20%	23.80%	23.80%	24.40%
	ÍNDICE PLÁSTICO	20.50%	9.40%	9.60%	8.50%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Límites de consistencia con concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03.



Fuente: Elaboración propia

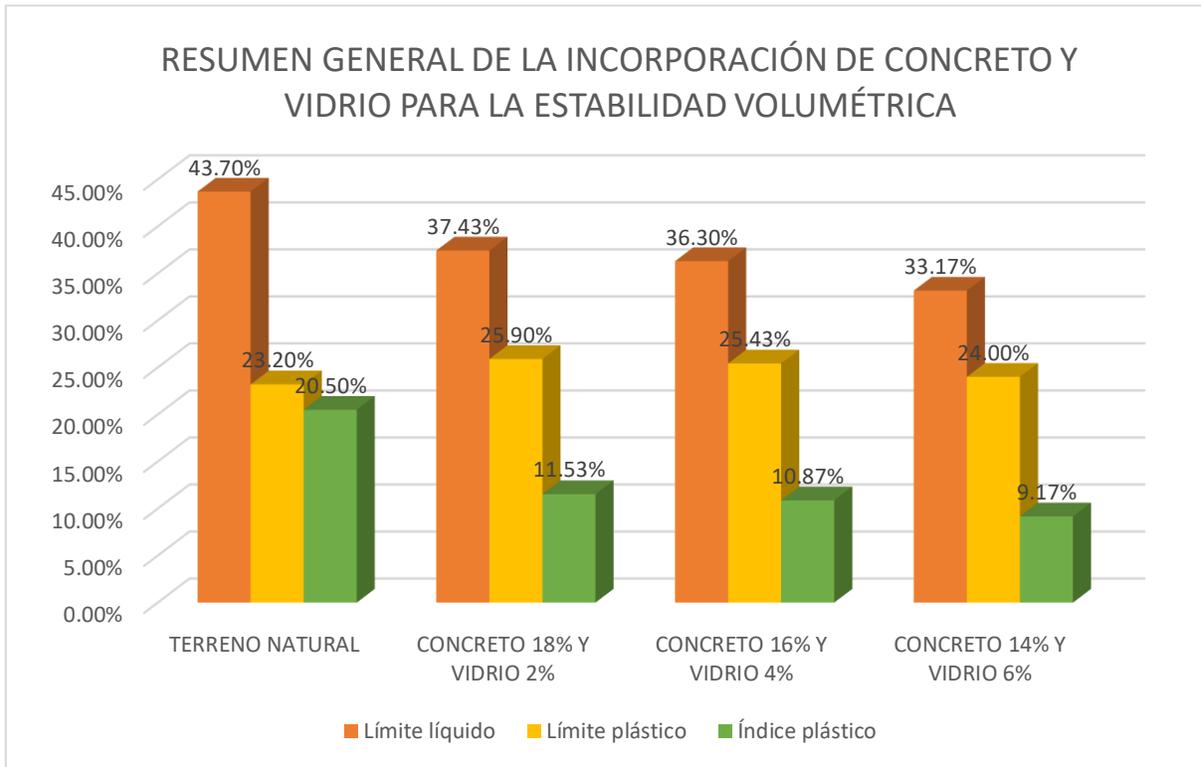
#### 4.3.1.4. Resumen general de los resultados con la incorporación de concreto y vidrio para la estabilidad volumétrica.

**Tabla 7.** Resumen general de las pruebas de límites de consistencia con incorporación del concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la estabilidad volumétrica.

RESUMEN GENERAL DE LA INCORPORACIÓN DE CONCRETO Y VIDRIO		TERRENO NATURAL	CONCRETO 18% Y VIDRIO 2%	CONCRETO 16% Y VIDRIO 4%	CONCRETO 14% Y VIDRIO 6%
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido	43.70%	37.43%	36.30%	33.17%
	Límite plástico	23.20%	25.90%	25.43%	24.00%
	ÍNDICE PLÁSTICO	20.50%	11.53%	10.87%	9.17%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** Resumen general de la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la estabilidad volumétrica.



Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 7**, se observa los resultados generales de los datos obtenidos con la incorporación de concreto y vidrio en diferentes dosificaciones. Se puede evidenciar que el que índice de plasticidad varía de forma significativa con respecto al patrón natural 20.50%, cuando se incorpora concreto al 18% y vidrio al 2% nos arroja un índice de plasticidad con valor de 11.53%. Al incorporar concreto al 16% y vidrio al 4% nos arroja un índice de plasticidad de plasticidad de 10.87%. Y en donde más se evidencia una reducción respecto al suelo patrón es al incorporar concreto al 14% y vidrio al 6% obteniendo un índice de plasticidad de 9.17%.

#### **4.4. Ensayos con la incorporación de vidrio y concreto para la resistencia.**

**4.4.1. Objetivo específico 2:** Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

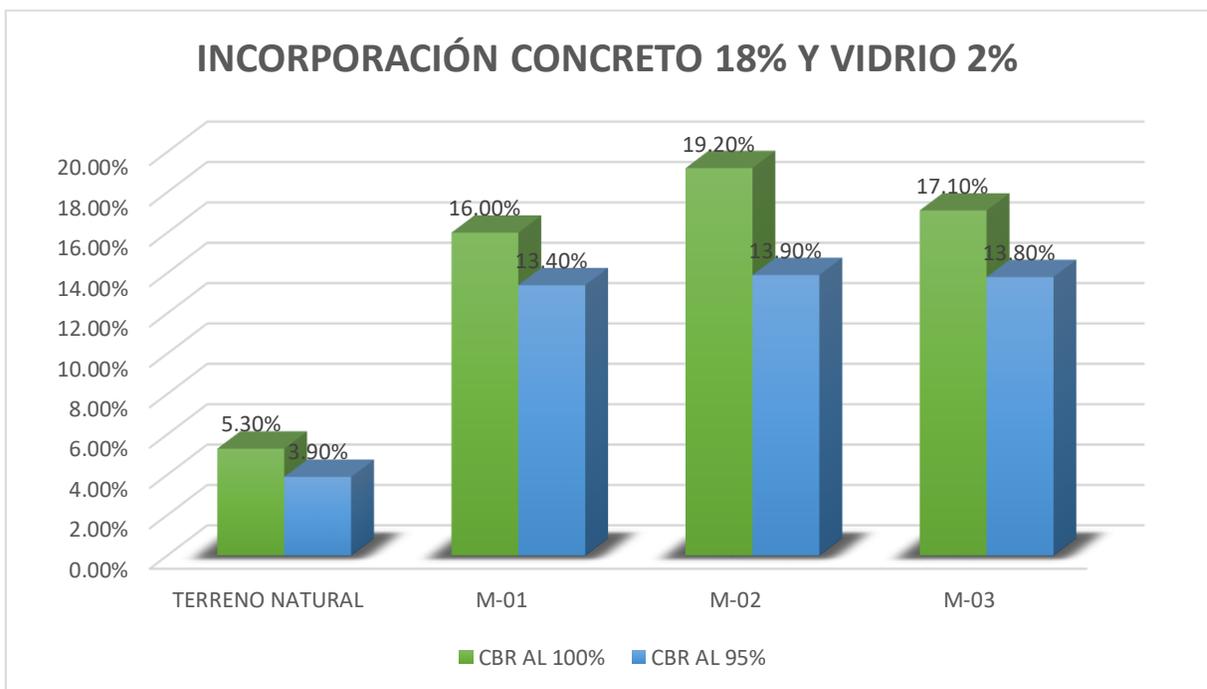
#### 4.4.1.1. Incorporación de concreto al 18% y vidrio al 2% para la resistencia.

**Tabla 8.** Ensayo CBR al 100% y 95% con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			Penetración al 0.1"		
			M-01	M-02	M-03
RESISTENCIA	CBR al 100%	5.30%	16.00%	19.20%	17.10%
	CBR al 95%	3.90%	13.40%	13.90%	13.80%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 8.** Comportamiento CBR con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.



Fuente: Elaboración propia

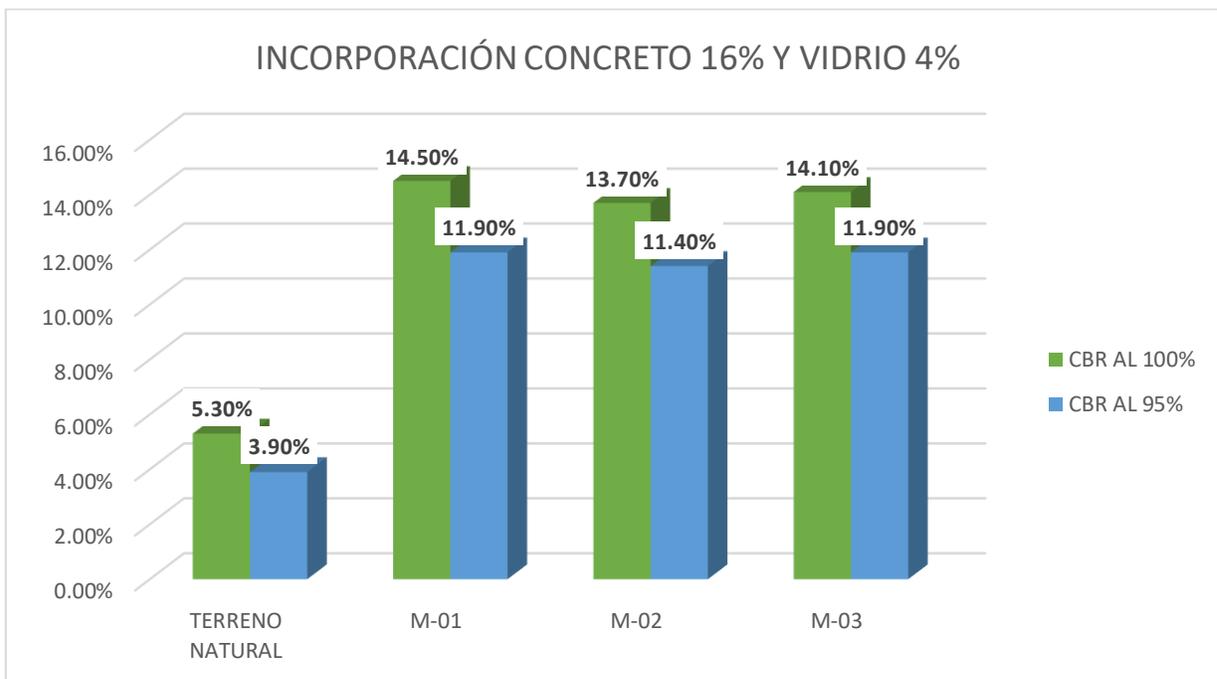
**4.4.1.2. Incorporación de concreto al 16% y vidrio al 4% para la resistencia.**

**Tabla 9.** Ensayo CBR al 100% y 95% con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			Penetración al 0.1"		
			M-01	M-02	M-03
RESISTENCIA	CBR al 100%	5.30%	14.50%	13.70%	14.10%
	CBR al 95%	3.90%	11.90%	11.40%	11.90%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 9.** Comportamiento CBR con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.



Fuente: Elaboración propia

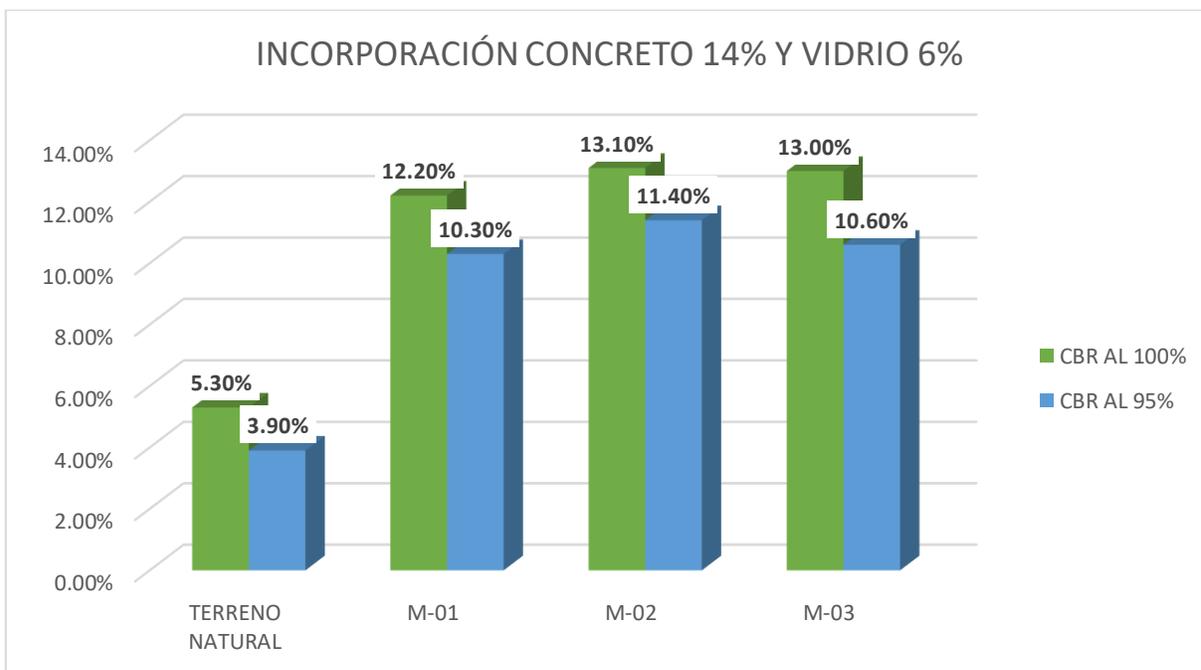
**4.4.1.3. Incorporación de concreto al 14% y vidrio al 6% para la resistencia.**

**Tabla 10.** Ensayo CBR al 100% y 95% con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%			Penetración al 0.1"		
			M-01	M-02	M-03
RESISTENCIA	CBR al 100%	5.30%	12.20%	13.10%	13.00%
	CBR al 95%	3.90%	10.30%	11.40%	10.60%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 10.** Comportamiento CBR con 0.1" de penetración con inclusión de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la resistencia.



Fuente: Elaboración propia

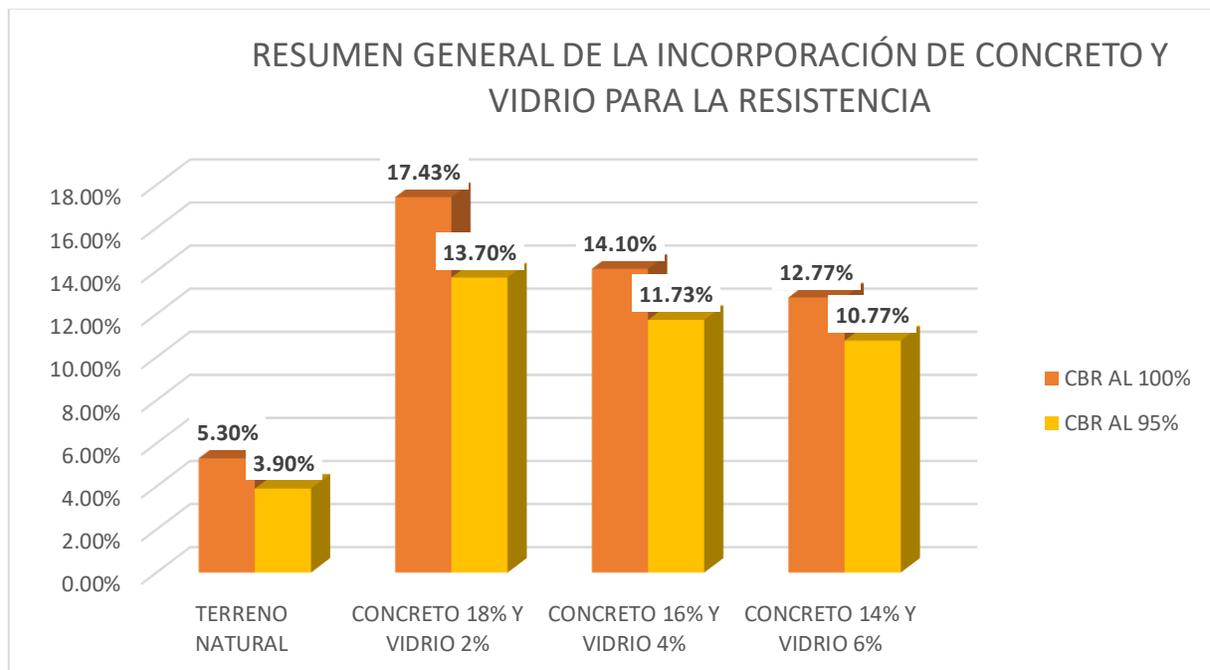
**4.4.1.4. Resumen general de los resultados con la incorporación de concreto y vidrio para la resistencia.**

**Tabla 11.** Resumen general de comparación del CBR con la incorporación del concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la resistencia.

RESUMEN GENERAL DE LA INCORPORACIÓN DE CONCRETO Y VIDRIO		Penetración al 0.1"			
		SUELO EN ESTADO NATURAL	CONCRETO 18% Y VIDRIO 2%	CONCRETO 16% Y VIDRIO 4%	CONCRETO 14% Y VIDRIO 6%
RESISTENCIA	CBR al 100%	5,30%	17,43%	14,10%	12,77%
	CBR al 95%	3,90%	13,70%	11,73	10,77%

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11.** Resumen general de comparación con la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la resistencia.



Fuente: Elaboración propia

En la **figura 11**, se evidencia que respecto a la muestra patrón del CBR al 100% con 5.30% y CBR al 95% con 3.90%, la incorporación de concreto al 18% y vidrio 2% fue el que presentó una mayor mejora del CBR al 100% y 95%, obteniendo como resultados 17.43% y 13.70% respectivamente. La incorporación de concreto al 16% y vidrio al 4% también evidenció mejoras, pero no como las mencionadas anteriormente, para el CBR al 100% se obtuvo 14.10% y el CBR al 95% obtuvo 11.73%. Y la incorporación de concreto al 14% y vidrio al 6%, a comparación de las otras dosificaciones, fue el que menor desempeño obtuvo, para el CBR al 100% se obtuvo 12.77% y CBR al 95% con 10.77%

#### 4.5. Ensayos con la incorporación de vidrio y concreto para la susceptibilidad al agua.

**4.5.1. . Objetivo específico 3:** Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

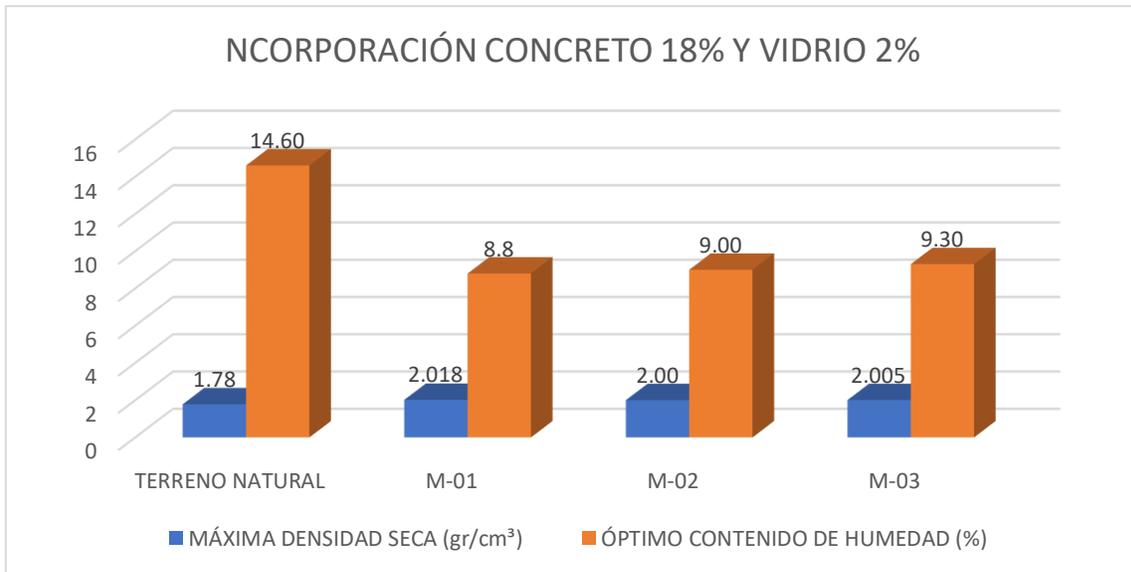
##### 4.5.1.1. Incorporación de concreto al 18% y vidrio al 2% para susceptibilidad al agua.

**Tabla 12.** Ensayo Proctor modificado para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			M-01	M-02	M-03
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.018	2.00	2.005
	Óptimo contenido de humedad (%)	14.60	8.8	9.00	9.30

Fuente: Elaboración propia

**Figura 12.** Comportamiento de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 18% y vidrio 2% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.



Fuente: Elaboración propia.

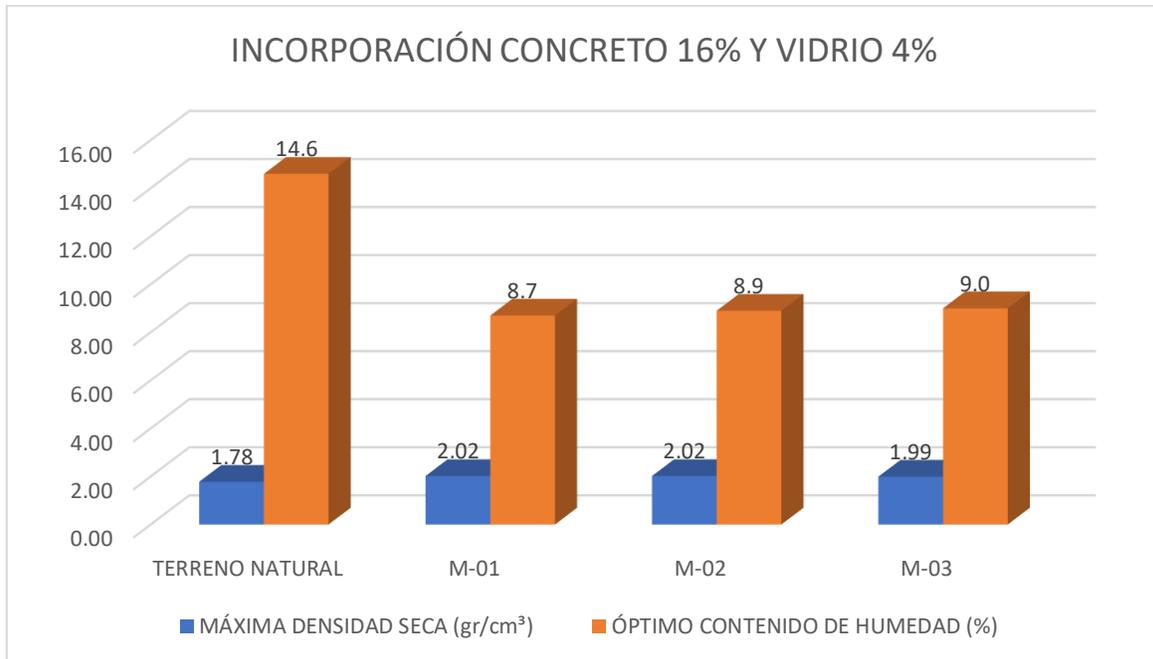
#### 4.5.1.2. Incorporación de concreto al 16% y vidrio al 4% para susceptibilidad al agua.

**Tabla 13.** Ensayo Proctor modificado para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			M-01	M-02	M-03
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm³)	1.78	2.02	2.02	1.99
	Óptimo contenido de humedad (%)	14.6	8.7	8.9	9.0

Fuente: Elaboración propia

**Figura 13.** Comportamiento de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 16% y vidrio 4% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.



Fuente: Elaboración propia.

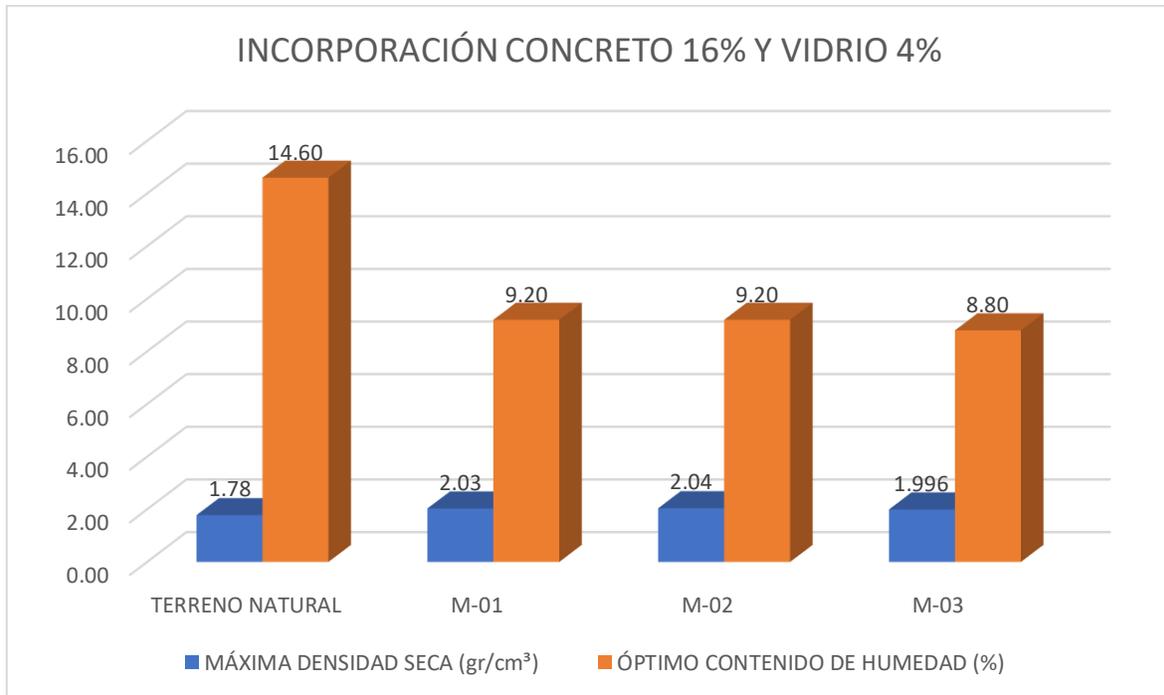
#### 4.5.1.3. Incorporación de concreto al 14% y vidrio al 6% para susceptibilidad al agua.

**TABLA 14** Ensayo Proctor modificado para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.

RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%			M-01	M-02	M-03
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.03	2.04	1.996
	Óptimo contenido de humedad (%)	14.60	9.20	9.20	8.80

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14.** Comportamiento de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con incorporación de concreto 14% y vidrio 6% en las muestras M-01, M-02, M-03 para la susceptibilidad al agua.



Fuente: Elaboración propia

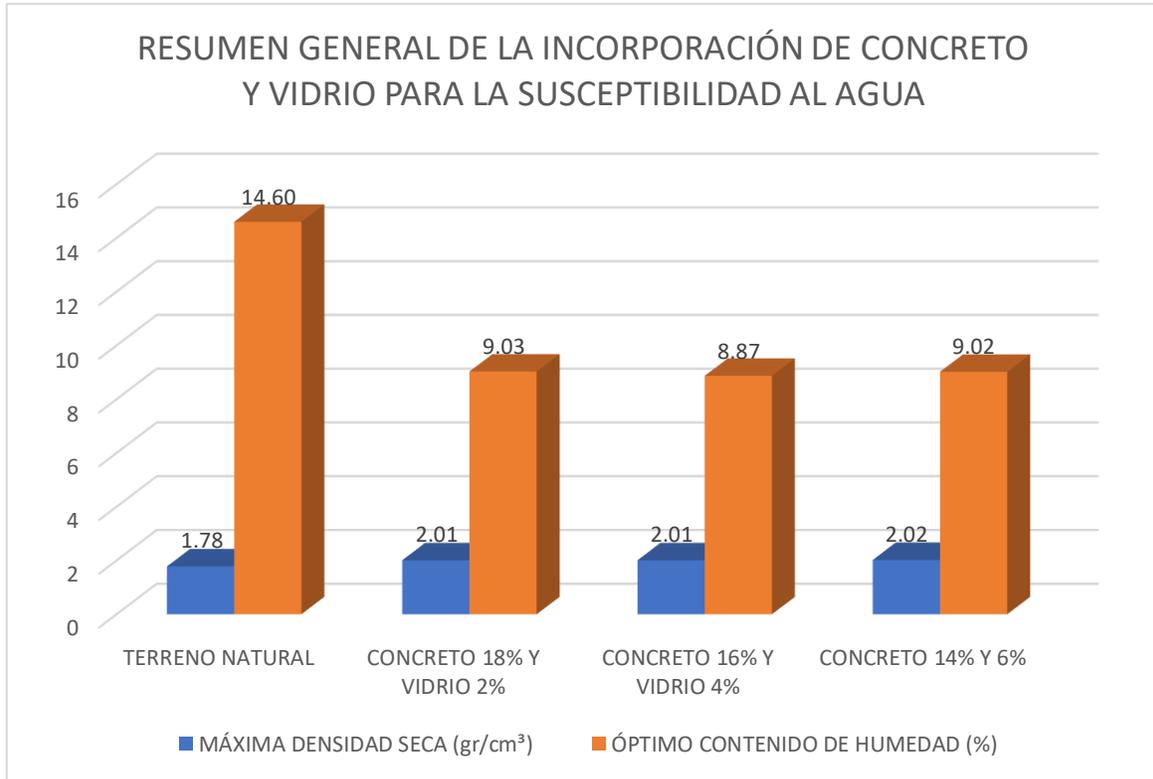
#### 4.5.1.4. Resumen general de los resultados con la incorporación de concreto y vidrio para la resistencia.

**TABLA 15.** Resumen general de comparación con la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la susceptibilidad al agua.

RESUMEN GENERAL DE LA INCORPORACIÓN DE CONCRETO Y VIDRIO		SUELO EN ESTADO NATURAL	CONCRETO 18% Y VIDRIO 2%	CONCRETO 16% Y VIDRIO 4%	CONCRETO 14% Y VIDRIO 6%
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.01	2.01	2.02
	Óptimo contenido de humedad (%)	14.60	9.03	8.87	9.02

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15.** Resumen general de comparación con la incorporación de concreto 18% y vidrio 2%, concreto 16% y vidrio 4%, concreto al 14% y vidrio 6% para la resistencia.



Fuente: Elaboración propia

En la **figura 15**, respecto al patrón de terreno natural se obtuvo una relación de máxima densidad seca de 1.78 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad de 14.60%, respecto a la incorporación de concreto al 18% y vidrio 2% se obtuvo una relación óptima, la cual resultó con 2.01 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 9.03% en humedad óptima. Respecto a la incorporación de concreto al 16% y vidrio al 4% se obtuvo una relación muy favorable, pues arrojó un 2.01 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 8.87% en óptima humedad. Donde más podemos destacar la relación fue con el concreto al 14% y vidrio al 6%, pues en la máxima densidad seca fue 2.02 gr/cm<sup>3</sup> y la óptima humedad fue 9.02%

## V. DISCUSIÓN

**Discusión 1:** Con el fin de poder determinar la existencia de una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022, se realizaron pruebas necesarias por lo cual la incorporación de concreto al 14% y vidrio al 6% presentó reducción en el índice de plasticidad, el concreto al 18% y vidrio 2% mostró mejor desempeño del CBR al 100% y 95%, por último el concreto al 14% y vidrio al 6% presentó mejor relación de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad por lo cual corroboramos los resultados obtenidos de Rodríguez (2021) con la reducción en el índice de plasticidad, la de Fabian y Gonzales (2021) en el aumento de CBR

**Discusión 2:** Con el propósito de poder conocer la existencia de una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022, se realizaron pruebas que demostró que la incorporación de 14% de concreto y 6% de vidrio fue el que mayor reducción de índice de plasticidad mostró, pues pasó de 20.50% a 9.17% por lo cual contrastando con la tesis de Rodríguez (2021) que la incorporación de vidrio al 10% influyó en el índice de plasticidad reduciéndolo de 16% al 11% podemos afirmar que ha sido positivo y respaldando su resultado obtenido.

**Discusión 3:** Con el fin de poder determinar la existencia de una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de los suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022, se realizaron pruebas necesarios por lo cual la incorporación de concreto al 18% y vidrio al 2% fueron los que más influencia mostraron en los datos obtenidos, pues respecto al suelo patrón el CBR al 100% y 95% se obtuvo 5.30% y 3.90% respectivamente, teniendo con la incorporación un desempeño del CBR al 100% y 95% un 17.43% y 13.70% respectivamente, corroborando los resultados obtenidos por Fabian y Gonzales (2021) donde la inclusión de 7% de concreto mostró un aumento del CBR del 77.58%.

**Discusión 4:** Con el propósito de poder conocer la existencia de una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de los suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022, se realizaron pruebas donde la incorporación de concreto al 14% y vidrio al 6% fue el que mejor desempeño obtuvo, pues se obtuvo  $2.02 \text{ gr/cm}^3$  de máxima densidad seca y 9.02% de óptimo contenido de humedad, por lo cual se corrobora los datos obtenidos por Haro, Cerna y Valdivieso (2021) que con incorporación de 6% de vidrio obtuvo un incremento de 1.43% en humedad óptima y un crecimiento del 0.77% en su máxima densidad seca, por lo cual se corrobora que la incorporación de dichos materiales influye positivamente en los resultados.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** Con respecto al objetivo general, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, se obtuvo que al añadir concreto triturado y vidrio reciclado molido en distintas proporciones adecuadas, se mejora considerablemente las propiedades mecánicas del suelo para efectos de realizar la cimentación de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

**Conclusión 2:** Con respecto al primer objetivo específico, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de los suelos expansivos, se obtuvo que al añadir concreto triturado en un 14% y vidrio molido reciclado en un 6%, se mejoró significativamente dado que el índice de plasticidad del terreno natural fue 20,50% y con el tratamiento efectuado se redujo a 9,17%, mejorándose el referido índice en 11,33% lo que representa una modificación de 55,27% de la estabilidad volumétrica del suelo para efectos de realizar la cimentación de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

**Conclusión 3:** Con respecto al segundo objetivo específico, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de los suelos expansivos, se obtuvo que al añadir concreto triturado en un 18% y vidrio molido reciclado en un 2%, se incrementó el CBR al 95%, de estar en 3,90% para el terreno natural, a un 13,70% con el tratamiento efectuado lo cual se interpreta como que la resistencia a la compresión del suelo mejoró significativamente para efectos de realizar la cimentación de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

**Conclusión 4:** Referente al tercer objetivo específico, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de los suelos expansivos, se obtuvo que al añadir concreto triturado en un 14% y vidrio molido reciclado en un 6%, se logró que su Máxima Densidad Seca aumente de 1,78 a 2,01, es decir tuvo un incremento de 0,23 y en cambio el Optimo Contenido de Humedad disminuyó de 14,60 a 8,87 habiéndose reducido en 5,73 por lo que es posible concluir que se mejoró

significativamente la capilaridad del suelo para efectos de realizar la cimentación de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1:** Con respecto al objetivo general, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, se recomienda realizar un mayor número de ensayos a fin de verificar si en suelos con distintas propiedades de granulometría y/o humedad, los efectos obtenidos en la presente investigación son similares o difieren considerablemente.

**Recomendación 2:** Con respecto al primer objetivo específico, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de los suelos expansivos, se recomienda añadir concreto triturado en un 14% y vidrio molido reciclado en un 6%, para mejorar significativamente la estabilidad volumétrica del suelo para efectos de realizar la cimentación.

**Recomendación 3:** Con respecto al segundo objetivo específico, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de los suelos expansivos, se recomienda añadir concreto triturado en un 18% y vidrio molido reciclado en un 2%, para mejorar significativamente la resistencia a la compresión del suelo para efectos de realizar una cimentación.

**Recomendación 4:** Referente al tercer objetivo específico, que fue determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de los suelos expansivos, se recomienda añadir concreto triturado en un 14% y vidrio molido reciclado en un 6%, para mejorar significativamente la capilaridad del suelo para efectos de realizar una cimentación.

## REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, L. *Tratamientos de suelos contaminados por metales mediante combinación de técnicas de fitorremediación con adición de biochar* [en línea]. Tesis de postgrado. Universidad Politécnica de Madrid, 2019. [Consultado el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: [https://oa.upm.es/55865/1/MARISA\\_ALVAREZ\\_CALVO.pdf](https://oa.upm.es/55865/1/MARISA_ALVAREZ_CALVO.pdf)
- ANGELONE, A. GARIBAY, M. y CASAUX, M. *Permeabilidad de suelos* [en línea]. Tesis de post grado. Universidad Nacional de Rosario, 2006. [Consultado el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>
- ARBELAES, J. y GONGORA, D. *Refuerzo de estructuras terreas utilizando tereftalato de polietileno (PET)*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de Ibagué, 2019. [Consultado el 21 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unibague.edu.co/jspui/handle/20.500.12313/1069>
- ARIAS, F. *El Proyecto de Investigación*. 6ta ed. Caracas: EPISTEME, C.A., 2012. ISBN: 980-07-8529-9
- ARIAS, J. y COVINOS, M. *Diseño y metodología de la investigación*. México D.F.: Lembre. ISBN: 9786124844423.
- AUTORIDAD Nacional del Agua (ANA). *Estudio de los suelos de la zona de Yurimaguas (Reconocimiento sistemático)*. 1967 [Consultado el 23 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/1008>
- BADILLO, J. *Mecánica de Suelos*. Eulalio Juárez-México: Limusa, 2005. ISBN: 968-18-0069-9
- BAENA, G.. *Metodología de la investigación*. 3ra ed. S.I.: Grupo editorial Patria, 2017. ISBN 9786077440031.

- BALAGUER, A., MONIQUE, T. y TAGNIT-HAMOU, A. *Optimization study of waste glass powder-based alkali-activated materials incorporating metakaolin: activation and curing conditions*. Journal of Cleaner Production [en línea]. Julio, 2021, 308, 127435. [Consultado el 23 de setiembre de 2022]. ISSN: 0959-6525. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127435>
- BARRIENTO, J. *El reciclaje en Venezuela: Muchas iniciativas y pocos resultados*. Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas. Venezuela, 2010.
- BEDIA, M. y CORCHADO, J. Agentes Autónomos con Arquitectura CBR-BDI. Acta Nova [en línea]. Junio, 2002, 1(4), 362-364. [Consultado el 6 de octubre de 2022] ISSN: 1683-0789. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892002000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892002000100004&script=sci_arttext)
- CABERO, J. y LLORENTE, M. *La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. Revista de tecnología de Información y Comunicación en Educación [en línea]. Julio-diciembre, 2013, 7(2), 11-22. [Consultado el 6 de octubre de 2022]. ISSN: 1856-7576. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/eduweb/v7n2/vol2n22013.pdf>
- CAICEDO, B., MEDINA, C. y CACIQUE, A. *Validation of time scale factor of expansive soils in centrifuge modeling*. Physical modeling in Geotechnics ICPMG [en línea]. Junio, 2006, 6, 273-277. [Consultado el 6 de octubre 2022]. ISBN: 0-415-41586-1. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=9MmnDwAAQBAJ&lpg=PA273&ots=atMWu7dEqU&lr&hl=es&pg=PA274#v=onepage&q&f=false>
- CARHUAPOMA, C. y TITO, J. *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*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021. [Consultado el 21 de setiembre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/656814>

- CARRASCO, T. *El reciclaje de vidrio y sus beneficios en el medio ambiente*. Explorador Digital [en línea]. Julio, 2017, 1(3), 17-27. [Consultado el 17 de octubre de 2022]. ISSN: 2661-6831. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v1i1.315>
- CRESPO, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5ta ed. México: Limusa, 2004, ISBN: 968-18-6489-1.
- DOROTEO, C. *Mejoramiento del Suelo por Sustitución de Material*. [en línea] Tesis de Pregrado. Bermérita Universidad Autónoma de Puebla, 2017. [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/5862>
- EDISON, H. Estabilidad volumétrica de los suelos. Notas de pavimentos [en línea]. Suelos, 2019. Disponible en: <http://notasdepavimentos.blogspot.com/2011/04/estabilidad-volumetrica-de-los-suelos.html>
- FABIAN, J. y GONZALES, L. *Inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento* [en línea]. Tesis de pregrado. Universidad Privada del Norte, 2020. [Consultado el 22 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29193/Fabian%20Ramos%2c%20%20Jerson%20Smith%20-%20Gonzales%20Paredes%2c%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FIROOZI, A., GUNAY OLGUN, C., FIROOZI, B. y BAGHINI, M. *Fundamentals of soil stabilization*. International Journal of Geo-Engineering [en línea]. Mayo, 2017,8(1), 26. [Consultado el 21 de setiembre 2022]. ISSN: 2198-2783. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>
- GIL, E. y NUÑEZ, I. *Influencia de la adición de fibras de pet reciclado sobre la resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de

Trujillo, 2018. [Consultado el 22 de setiembre de 2022]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11114>

HARO, L., CERNA, M. y VALDIVIESO, A. *Adición de polvo de vidrio reciclado en la estabilización de suelos en el AA. HH. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote (Perú)*. Revista Agunkuyâa [en línea]. Julio, 2021, 11(2), 22-28 [Consultado el 26 de setiembre de 2022]. ISSN: 2711-4260. Disponible en: <https://doi.org/10.33132/27114260.1992>

HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 6ta ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

JUÁREZ, E. y RICO, A. *Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa, 2005. ISBN: 968-18-0069-9.

KARAMI, H., ROBERT, D., COSTA, S., TOSTOVRNIK, F., O'DONNELL, B. y SETUNGE, S. *Construction of work platforms on expansive soils using recycled concrete and stabilizers: a case study*. Lecture Notes in Civil Engineering [en línea]. Setiembre, 2020, 94, 19-30 [Consultado el 25 de setiembre de 2022]. ISSN: 2366-2565. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-7222-7\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-7222-7_3)

LAMBE, T y WHITMAN, R. *Mecánica de suelos*. México: Limusa, 1997 ISBN 968-18-1894-6.

LANDEAU, R. *Elaboración de trabajos de investigación*. Caracas: Alfa, 2007. ISBN: 980-354-214-1.

LINARES, R. *Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, Chachapoyas, 2018*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, 2018. [Consultado el 22 de setiembre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14077/1800>

LUO, X., LIU, G., ZHANG, Y., MENT, T. y ZHAN, L. *Estimation of the resilient modulus of demolition and cement-treated construction Residues with performance-related*

*properties*. Construction and building materials [en línea]. Mayo, 2021, 283, 122107. [Consultado el 23 de setiembre de 2022]. ISSN: 0950-0618. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122107>

MATA, M. y MACASSI, S. *Cómo elaborar muestras para los sondeos de audiencias*. Cuadernos de investigación [en línea]. Junio, 1997, 5. [Consultado el 6 de octubre del 2022]. Disponible en: [https://biblioteca.umanizales.edu.co/ils/opac\\_css/index.php?lvl=coll\\_see&id=1320](https://biblioteca.umanizales.edu.co/ils/opac_css/index.php?lvl=coll_see&id=1320)

MCCARTHY, D. *Essentials of soil mechanics and foundations: basic geotechnics*. 7ma ed. Pearson: Prentice Hall, 2007. ISBN 0131145606.

NEILL, D y CORTEZ, L. *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. Colombia: Editorial UTMACH, 2018. ISBN:978-9942-24-093-4.

OCHOA, D. *Resistencia de materiales* [en línea]. México: Zona de ingenieros, 2016. [Consultado el 14 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/zonadeingenieros2000/resistencia-de-materiales>

OROZCO, A. y ÁNGEL, J. *Análisis de la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica en la finca de El Recuerdo, zona rural del municipio de San Carlos-Córdoba* [en línea]. Tesis de pregrado. Universidad de Córdoba, 2017. [Consultado el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/473>

PALELLA, S. y MARTINS, F. *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. 2da ed. Caracas: FEDUPEL, 2006. ISBN: 980-273-445-4.

PEARSON, C. *Manual del vidrio plano*. Cámara del Vidrio Plano y sus Manufacturas de la República Argentina [en línea], 2009. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37089578/35812748-Manual-Vidrio-Plano.pdf?1427155804=&response-content-disposition=attachment%3B+filename%3DManual\\_del\\_Vidrio\\_Plano\\_CAVIPLAN\\_Camara.pdf&Expires=1614579681&Signature=a~hyCXbJLsYTRyeGQrHydRpU](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37089578/35812748-Manual-Vidrio-Plano.pdf?1427155804=&response-content-disposition=attachment%3B+filename%3DManual_del_Vidrio_Plano_CAVIPLAN_Camara.pdf&Expires=1614579681&Signature=a~hyCXbJLsYTRyeGQrHydRpU)

2gzZU7LA569A3jrjoTSJjUHhee8Y5ov0Po9~6c24bcPAZwX6hX~gU4rvZleqP64X  
B88ksgOrU0ZrRaWjcwRx2aXVpiRMLK77siJNIS~yBEe9elT7YITvSjq9MfHC3Vly  
EV~SwFjuTsnzBZ2c0fgDCaFOfb5kHYdxcGERamqcQkINi04wMgu-  
659nVZmxfHh-Zkcw7wIKYVmOfnkWGuPDatYHocSCXYFB7ieF-  
oqdZ62Wq7VXJRNZfuWYaBMLIaVSZixg3ikHQfBGGWUVTzcKyhAH26ZUtlJ6pa  
wJcXQzPd8uBHyDLmmk7Zu08Y~9g\_\_&Key-Pair-  
Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

PEREA, D. Uso del concreto y vidrio reciclado en la capacidad de carga de suelos arcillosos: Una revisión Literaria. Suelos ecuatoriales [en línea]. Diciembre, 2021, 51, (1 y 2), 119-132. [Consultado el 17 de octubre de 2022]. ISSN: 0562-5351. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234915>

PONCE, D. *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha-Payhuan Grande-Huancavelica*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica, 2017. [Consultado el 21 de setiembre del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1414>

RODRÍGUEZ, F. Incorporación de vidrio triturado para mejorar las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno-2021 [en línea]. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo, 2021. [Consultado el 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74607>

SCHARAGER, J. y REYES, P. *Muestreo no probabilístico*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología. Junio, 2001, 1, 1-3. [Consultado el 19 de octubre].

TAMAYO, M. *El Proceso de la Investigación Científica*. 3era ed. México: Limusa, 2003. ISBN: 968-18-5872-7.

TERZAGHI, K. *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. 2da Edición. España: El Ateneo, 1978. ISBN: 84-7021-020-3.

- TOPCU, I. y SENGAL, S. *Properties of concretes produced with waste concrete aggregate*. Cement and concrete research [en línea]. Agosto, 2004, 34(8), 1307-1312. [Consultado el 17 de octubre de 2022]. ISSN: 0008-8846. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2003.12.019>
- VALDÉS, G., REYES, O. y GONZÁLES, G. *Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción*. Ingeniería y Desarrollo [en línea]. Junio, 2011, 29(1), 17-33. [Consultado el 17 de octubre de 2022]. ISSN: 2145-9371. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612011000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612011000100003)
- VISHNU, T. y SINGH, K. *A study on the suitability of solid waste in pavement construction: a review*. International Journal of Pavement Research and Technology [en línea]. Diciembre, 2021, 14(5), 625-637. [Consultado el 23 de setiembre de 2022]. ISSN: 1997-1400. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0273-z>
- ZOLOTUKHIN, S., KUKINA, O., ARTEMOVA, E., EREMIN, A., VOLOKITIN, V. y VOLOKITINA, O. *New approaches to the development of construction technologies*. E3S conference website [en línea]. Abril, 2021, 247, 01014. [Consultado el 23 de setiembre de 2022]. ISSN: 2267-1424. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124701014>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Metodología	
¿Cómo la incorporación de concreto y vidrio reciclado influye en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles en la ciudad de Yurimaguas, 2022?	Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.	Existe una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022	<b>Variable Independiente 1:</b> Concreto y vidrio reciclado	Análisis granular	Malla n°4 (Concreto)	<b>Tipo:</b> Aplicada. <b>Diseño:</b> Experimental puro.	
				Incorporación de masa	Malla n°200 (Vidrio)		
<p>1.- ¿Cómo la incorporación de concreto y vidrio reciclado influye en la estabilidad volumétrica de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022?</p> <p>2.- ¿Cómo la incorporación de concreto y vidrio reciclado influye en la resistencia de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022?</p> <p>3.- ¿Cómo la incorporación de concreto y vidrio reciclado influye en la susceptibilidad al agua en suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022?</p>	<p>1.- Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.</p> <p>2.- Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.</p> <p>3.- Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.</p>	<p>1.- Existe una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.</p> <p>2.- Existe una influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la resistencia de los suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.</p> <p>3.- Existe influencia significativa del concreto y vidrio reciclado en la susceptibilidad al agua de los suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.</p>	<b>Variable dependiente 1:</b> Estabilidad volumétrica	Índice plástico	Límite líquido	<b>Población:</b> 3 calicatas	
					Límite plástico		
			<b>Variable dependiente 2:</b> Resistencia	Compactación	CBR al 100%		<b>Técnica:</b> Observación experimental. <b>Instrumento:</b> Ficha de observación.
					CBR al 95%		
			<b>Variable dependiente 3:</b> Susceptibilidad al agua	Compactación	Óptimo contenido de Humedad (OCH)		
					Óptimo contenido de Humedad (OCH)		

**Anexo 2. Fichas de observación con la incorporación de concreto y vidrio.**

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN						
OBJETIVO: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.						
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%			
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			M-01	M-02	M-03	
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido					
	Límite plástico					
	ÍNDICE PLÁSTICO					
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%			
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			Penetración al 0.1"			
RESISTENCIA	CBR al 100%					
	CBR al 95%					
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%			
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			M-01	M-02	M-03	
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )					
	Óptimo contenido de humedad (%)					

Observaciones:

---



---



---



---



---



---



---



---

	<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>				
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>					
OBJETIVO: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.					
<b>RESUMEN DE MUESTRAS</b>		<b>TERRENO NATURAL</b>	<b>INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%</b>		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			M-01	M-02	M-03
<b>ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA</b>	Límite líquido				
	Límite plástico				
	ÍNDICE PLÁSTICO				
<b>RESUMEN DE MUESTRAS</b>		<b>TERRENO NATURAL</b>	<b>INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%</b>		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			Penetración al 0.1"		
<b>RESISTENCIA</b>	CBR al 100%				
	CBR al 95%				
<b>RESUMEN DE MUESTRAS</b>		<b>TERRENO NATURAL</b>	<b>INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%</b>		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			M-01	M-02	M-03
<b>SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA</b>	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )				
	Óptimo contenido de humedad (%)				

Observaciones:

---



---



---



---



---



---



---

	<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>				
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>					
OBJETIVO: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.					
<b>RESUMEN DE MUESTRAS</b>		<b>TERRENO NATURAL</b>	<b>INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%</b>		
<b>INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%</b>			M-01	M-02	M-03
<b>ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA</b>	Límite líquido				
	Límite plástico				
	ÍNDICE PLÁSTICO				
<b>RESUMEN DE MUESTRAS</b>		<b>TERRENO NATURAL</b>	<b>INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%</b>		
<b>INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%</b>			Penetración al 0.1"		
			M-01	M-02	M-03
<b>RESISTENCIA</b>	CBR al 100%				
	CBR al 95%				
<b>RESUMEN DE MUESTRAS</b>		<b>TERRENO NATURAL</b>	<b>INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%</b>		
<b>INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%</b>			M-01	M-02	M-03
<b>SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA</b>	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )				
	Óptimo contenido de humedad (%)				

Observaciones:

---



---



---



---



---



---



---



---



---

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
FICHA DE OBSERVACIÓN					
OBJETIVO: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.					
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			M-01	M-02	M-03
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido	43.70%	37.00%	35.80%	39.50%
	Límite plástico	23.20%	25.50%	26.10%	26.10%
	ÍNDICE PLÁSTICO	20.50%	11.50%	9.70%	13.40%
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			Penetración al 0.1"		
RESISTENCIA	CBR al 100%	5.30%	16.00%	19.20%	17.10%
	CBR al 95%	3.90%	13.40%	13.90%	13.80%
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 2%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 18%			M-01	M-02	M-03
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.018	2.00	2.005
	Óptimo contenido de humedad (%)	14.60	8.8	9.00	9.30

#### Observaciones:

La incorporación de 18% de concreto y 2% de vidrio ha mostrado una reducción del índice de plasticidad con respecto al terreno natural. También se evidenció una mejora del CBR al 100% y 95% con respecto al suelo terreno natural. De igual manera se ha evidencia una mejor relación en la máxima densidad seca con el óptimo contenido de humedad.

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
FICHA DE OBSERVACIÓN					
OBJETIVO: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.					
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			M-01	M-02	M-03
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido	43.70%	37.10%	37.30%	34.50%
	Límite plástico	23.20%	25.70%	25.40%	25.20%
	ÍNDICE PLÁSTICO	20.50%	11.40%	11.90%	9.30%
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			Penetración al 0.1"		
RESISTENCIA	CBR al 100%	5.30%	14.50%	13.70%	14.10%
	CBR al 95%	3.90%	11.90%	11.40%	11.90%
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 4%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 16%			M-01	M-02	M-03
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.02	2.02	1.99
	Óptimo contenido de humedad (%)	14.6	8.7	8.9	9.0

#### Observaciones:

La incorporación de 16% de concreto y 4% de vidrio ha mostrado una reducción del índice de plasticidad con respecto al terreno natural. También se evidenció una mejora del CBR al 100% y 95% con respecto al suelo terreno natural, pero no tanto como lo obtenido en la anterior dosificación. De igual manera se ha evidencia una mejor relación en la máxima densidad seca con el óptimo contenido de humedad.

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
FICHA DE OBSERVACIÓN					
OBJETIVO: Determinar la influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, en los cimientos de un edificio de 4 niveles de la ciudad de Yurimaguas, 2022.					
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%			M-01	M-02	M-03
ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA	Límite líquido	43.70%	33.20%	33.40%	32.90%
	Límite plástico	23.20%	23.80%	23.80%	24.40%
	ÍNDICE PLÁSTICO	20.50%	9.40%	9.60%	8.50%
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%			Penetración al 0.1"		
RESISTENCIA	CBR al 100%	5.30%	12.20%	13.10%	13.00%
	CBR al 95%	3.90%	10.30%	11.40%	10.60%
RESUMEN DE MUESTRAS		TERRENO NATURAL	INCORPORACIÓN DE VIDRIO 6%		
INCORPORACIÓN DE CONCRETO 14%			M-01	M-02	M-03
SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA	Máxima Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.03	2.04	1.996
	Óptimo contenido de humedad (%)	14.60	9.20	9.20	8.80

**Observaciones:**

La incorporación de 14% de concreto y 6% de vidrio ha mostrado una reducción del índice de plasticidad con respecto al terreno natural. También se evidenció una mejora del CBR al 100% y 95%, sin embargo, ocurre el mismo caso que el anterior, pues se ha mejorado, pero no como en la primera dosificación. De igual manera se ha evidencia una mejor relación en la máxima densidad seca con el óptimo contenido de humedad, pero de un poco mejor a la anterior dosificación.

### Anexo 3. Resultados de los ensayos de laboratorio



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )

**Material** : TERRENO NATURAL  
**Muestra** : M-01

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

##### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.780  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.780	1.645	1.479
Contenido de Humedad	14.7	17.0	17.1

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	40	1000	4.0
II	0.1	28	1000	2.8
III	0.1	15	1000	1.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 4.0 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 3.2 %

d).- Expansión(%) : 1.3

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

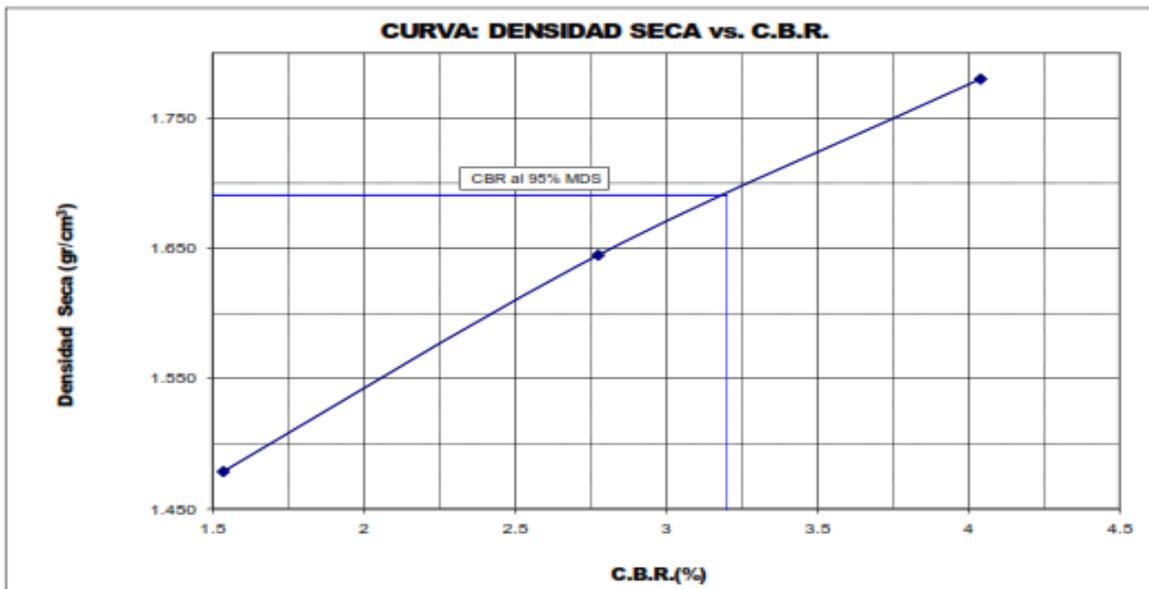
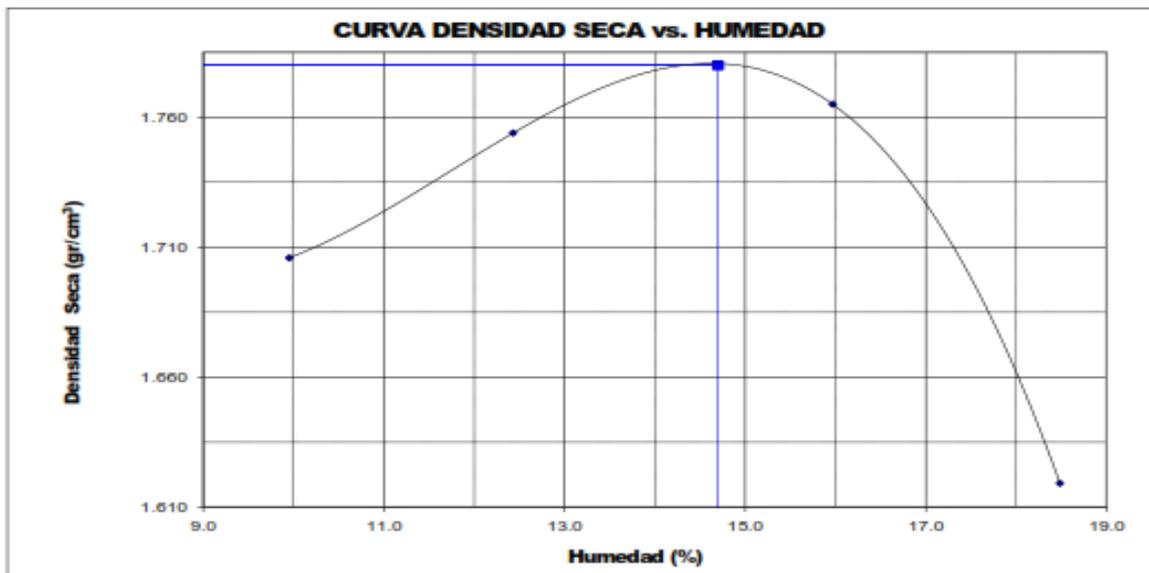


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.780  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7  
CBR al 100% de la MDS (%) : 4.0  
CBR al 95% de la MDS (%) : 3.2

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-01

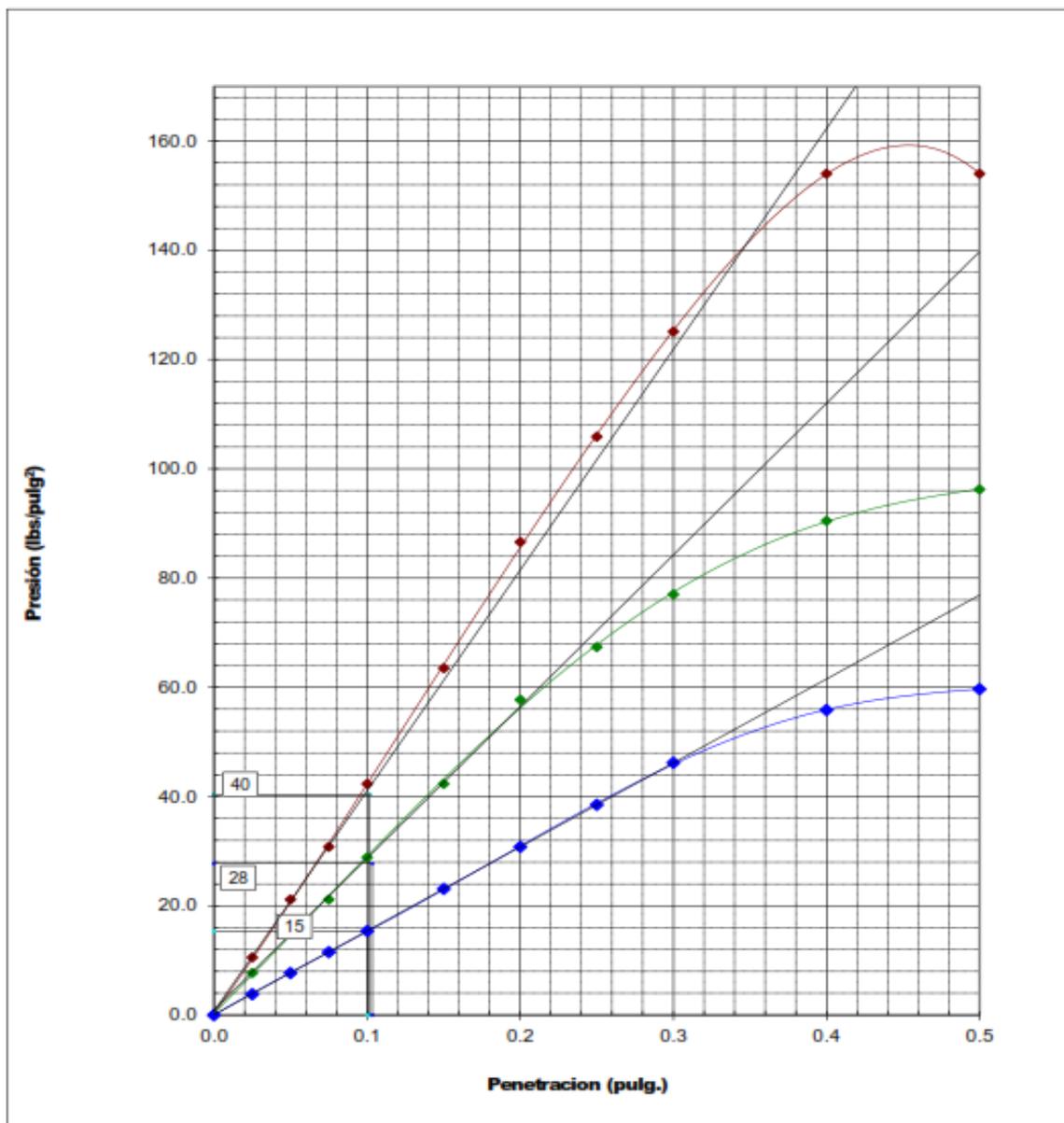




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL**  
**Muestra** : **M-01**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A**

*Material* : *TERRENO NATURAL*  
*Muestra* : *M-02*

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.780  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.780	1.662	1.576
Contenido de Humedad	14.7	14.7	14.7

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	54	1000	5.4
II	0.1	36	1000	3.6
III	0.1	23	1000	2.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 5.4 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 4.1 %

**d).- Expansión(%) :** 1.10

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

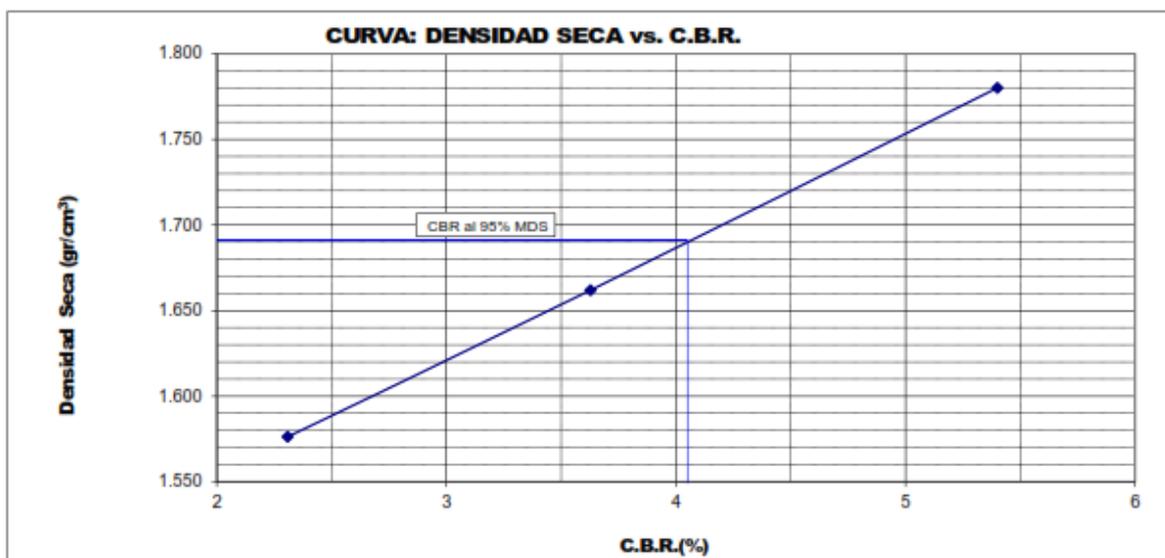
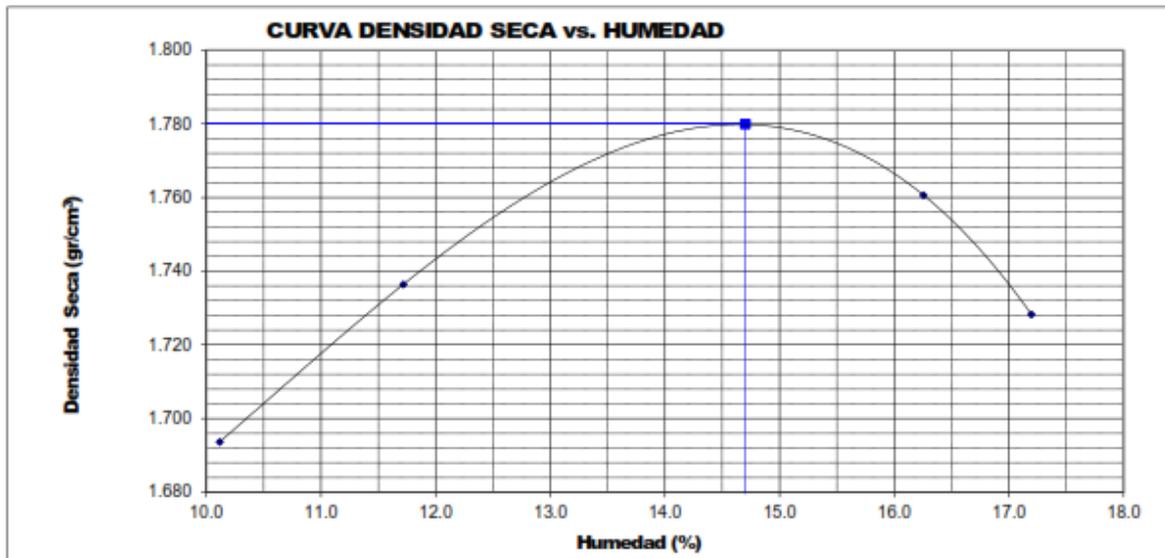


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.780  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7  
CBR al 100% de la MDS (%) : 5.4  
CBR al 95% de la MDS (%) : 4.1

**Material** : TERRENO NATURAL  
**Muestra** : M-02

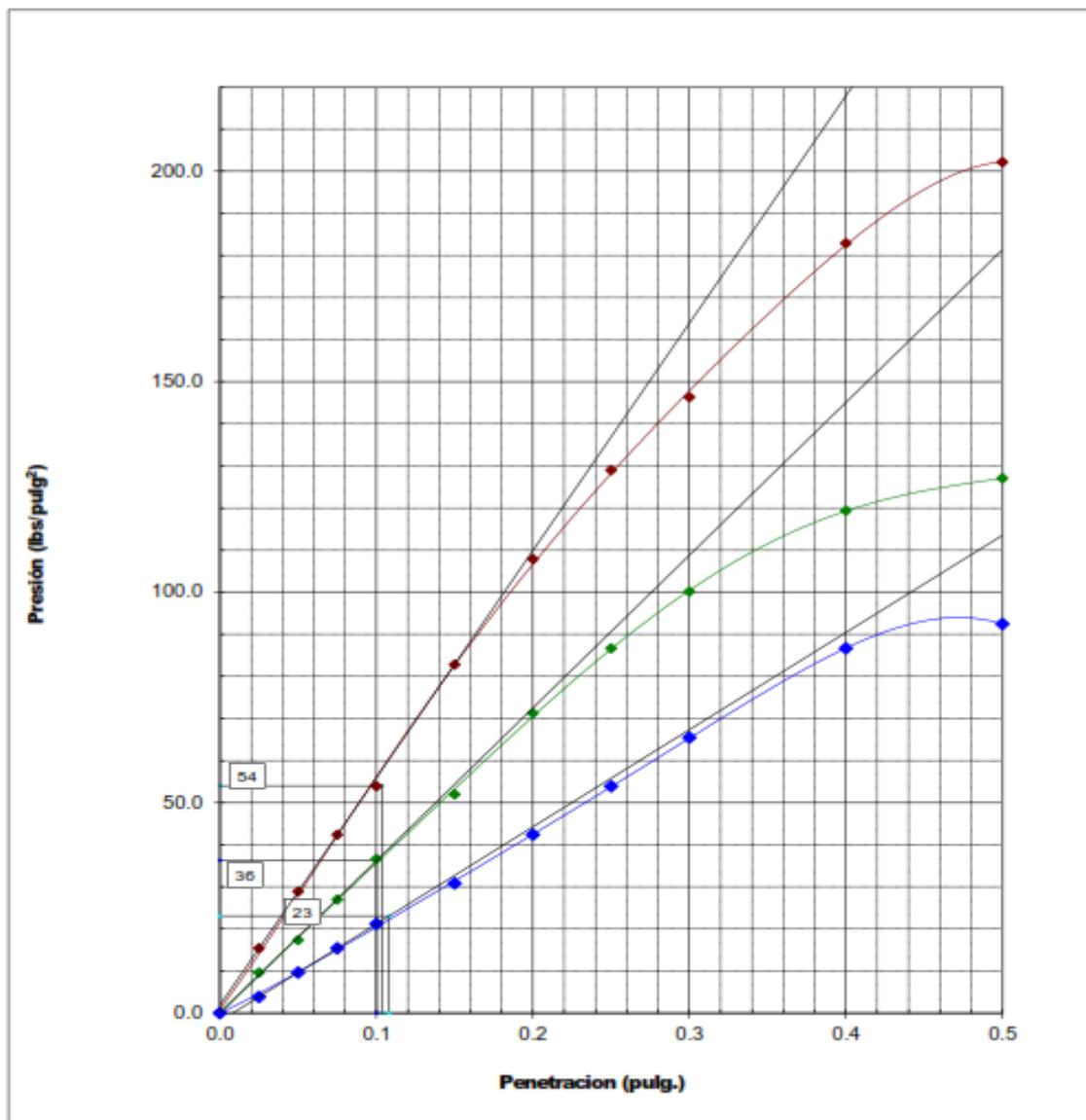




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-02





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )

Material : TERRENO NATURAL  
Muestra : M-03

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

###### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.781  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 14.6

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.781	1.672	1.588
Contenido de Humedad	14.6	14.6	14.6

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	65	1000	6.5
II	0.1	39	1000	3.9
III	0.1	23	1000	2.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 6.5 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 4.3 %

d).- Expansión(%) : 1.10

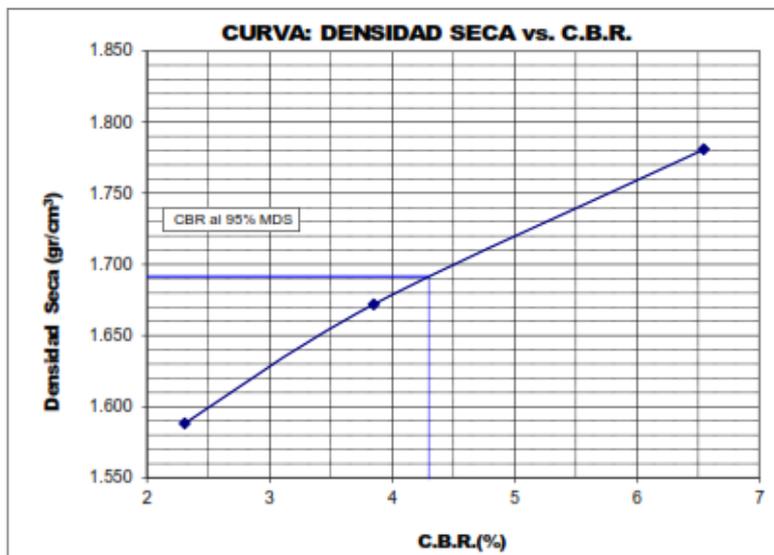
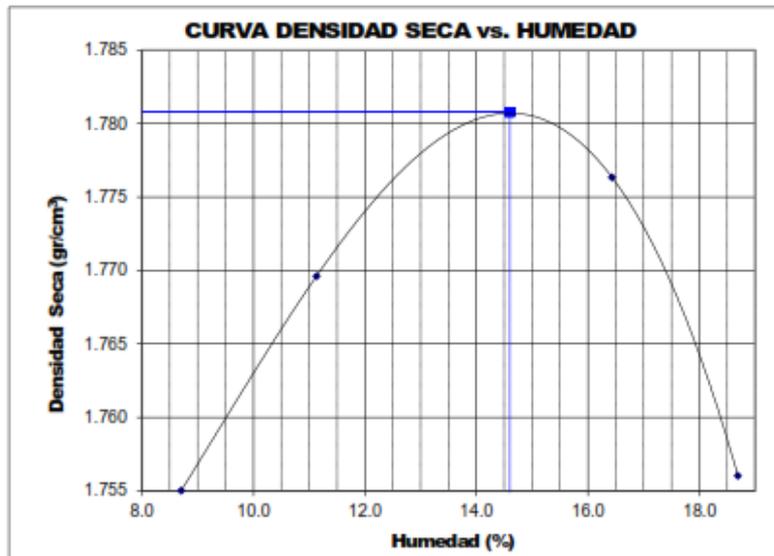
Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.781  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.6  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 6.5  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 4.3

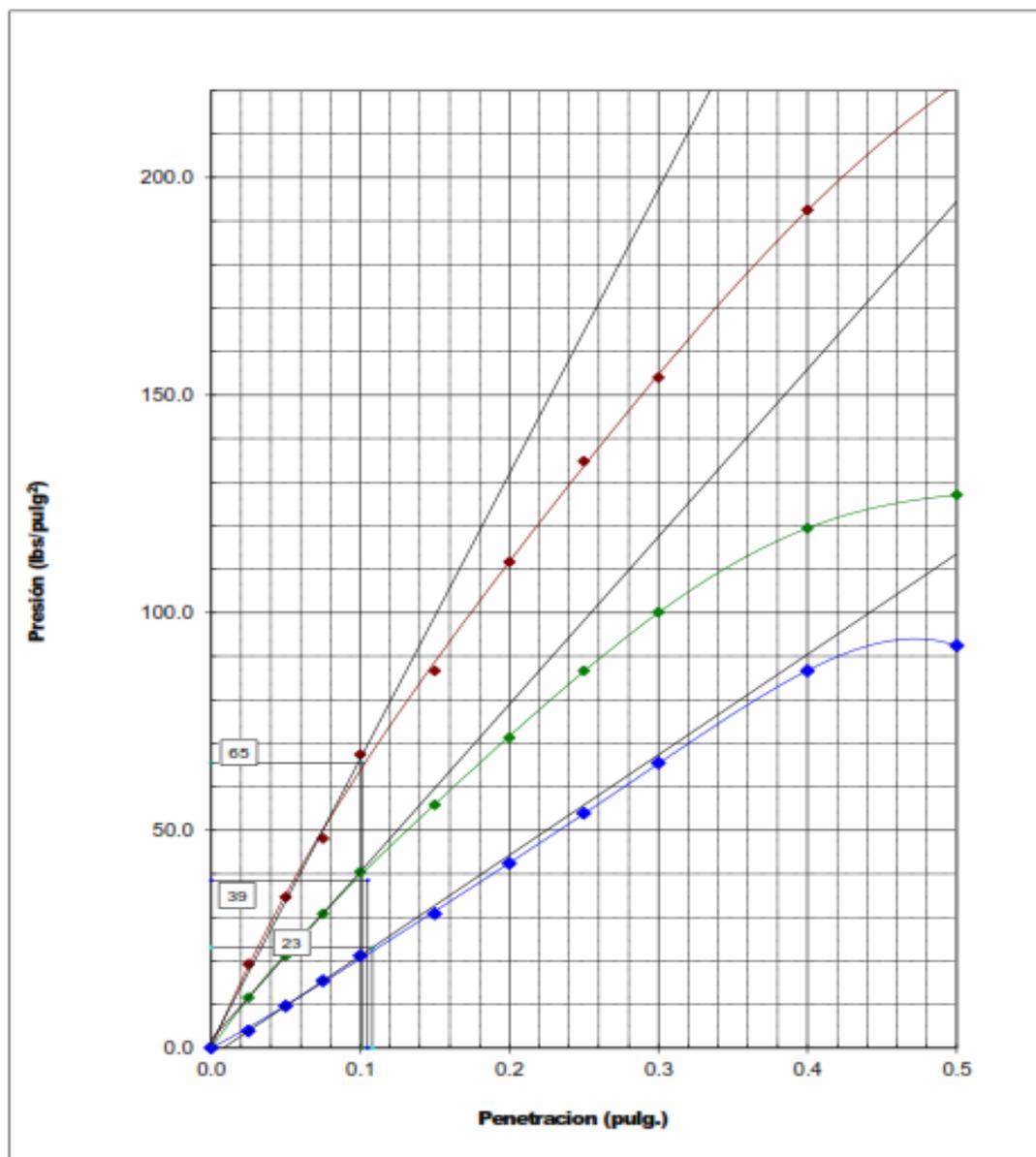
**Material** : TERRENO NATURAL  
**Muestra** : M-03



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-03



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-01**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.018  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 8.8

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.018	1.803	1.678
Contenido de Humedad	8.8	8.8	8.9

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	160	1000	16.0
II	0.1	105	1000	10.5
III	0.1	74	1000	7.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 16.0 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.4 %

**d).- Expansión(%) :** 0.5

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

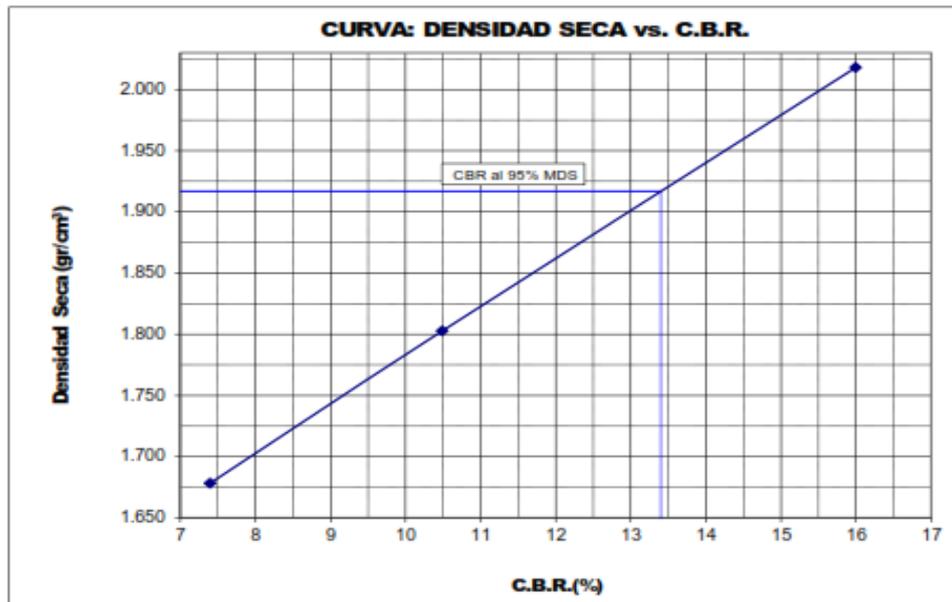
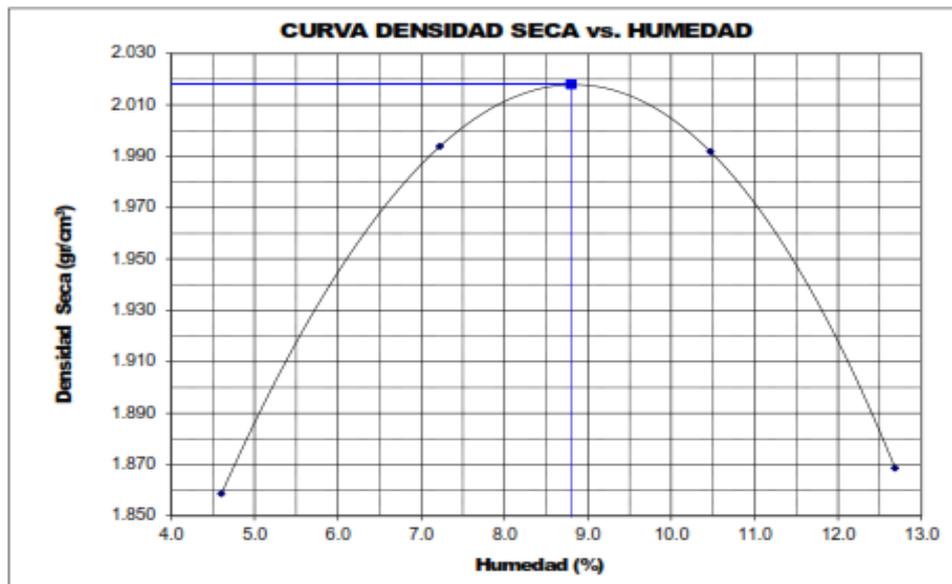


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.018  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.8  
CBR al 100% de la MDS (%) : 16.0  
CBR al 95% de la MDS (%) : 13.4

**Material** : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO  
RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-01





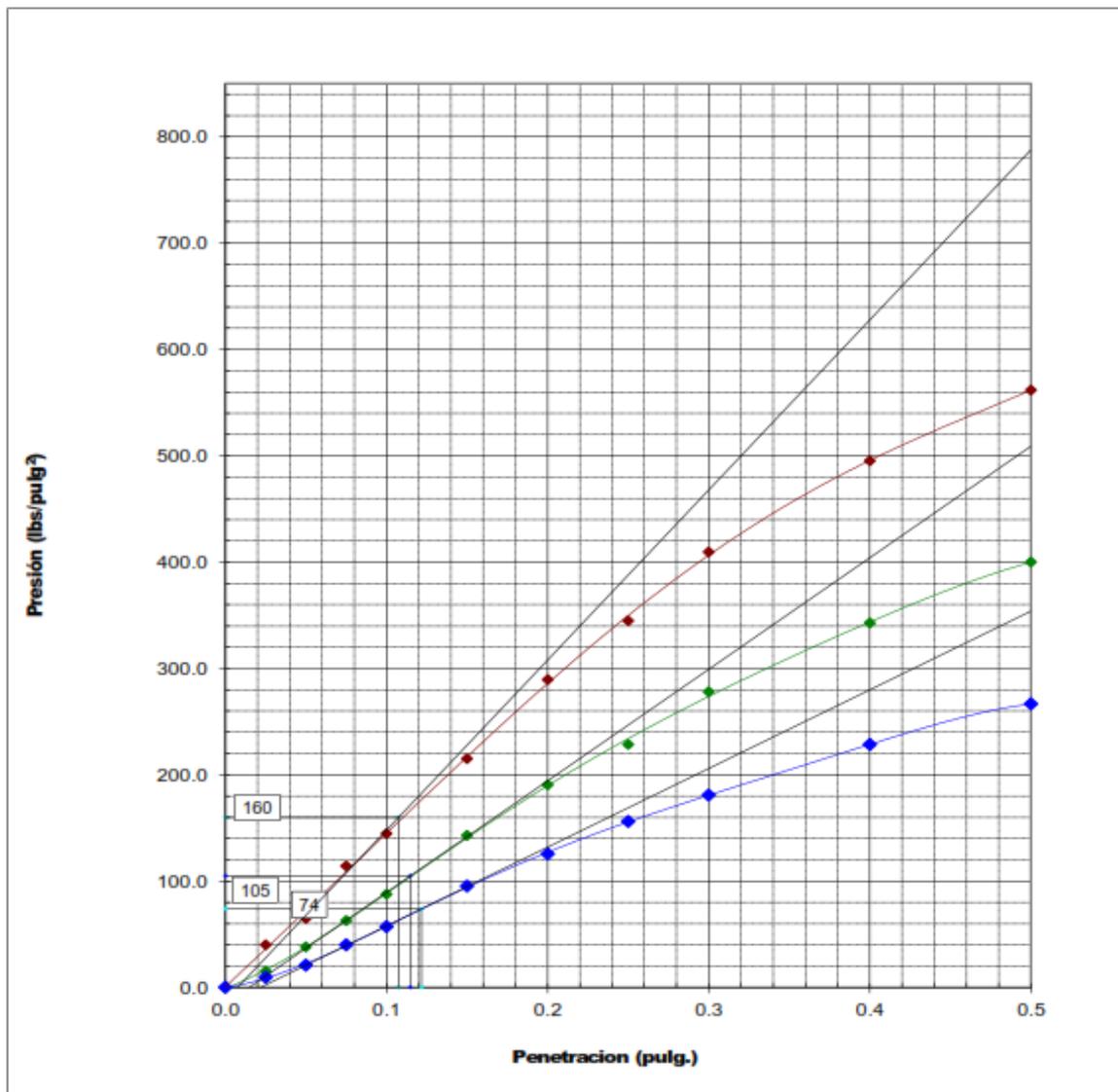
---

**UNIVERSIDAD :** CESAR VALLEJO  
**PROYECTO :** INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA :** CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA :** DICIEMBRE 2022

---

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material :** TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra :** M-01





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Material** : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-02

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.000  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.0

**b).- Compactación de moldes**

<b>MOLDE N°</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.000	1.836	1.726
Contenido de Humedad	9.0	9.0	9.0

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

<b>MOLDE N°</b>	<b>Penetración (pulg)</b>	<b>Presión Aplicada (<math>\text{Lb}/\text{pulg}^2</math>)</b>	<b>Presión Patrón (<math>\text{Lb}/\text{pulg}^2</math>)</b>	<b>C.B.R. (%)</b>
I	0.1	192	1000	19.2
II	0.1	107	1000	10.7
III	0.1	62	1000	6.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 19.2 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.9 %

**d).- Expansión(%) :** : 0.80 %

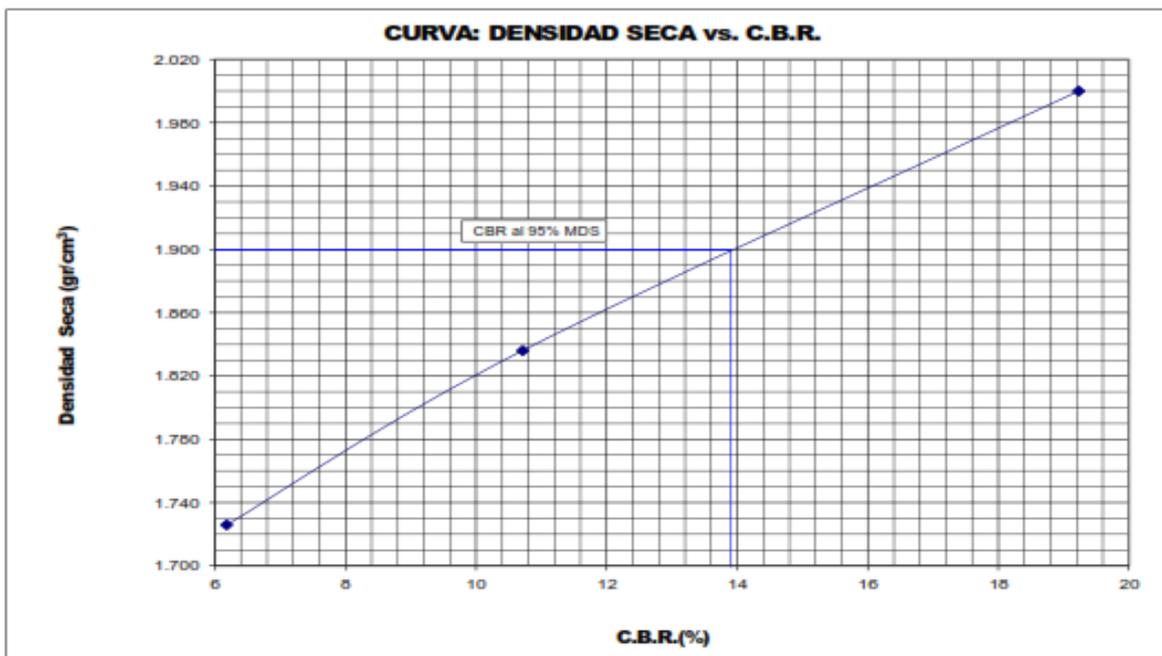
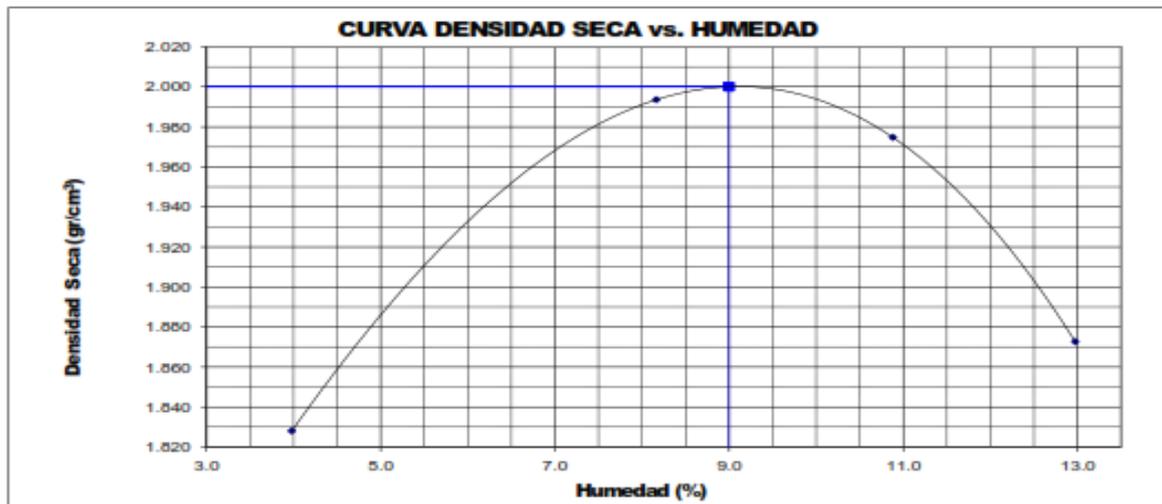
- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A )**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.000  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.0  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 19.2  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 13.9

Material : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
 Muestra : M-02

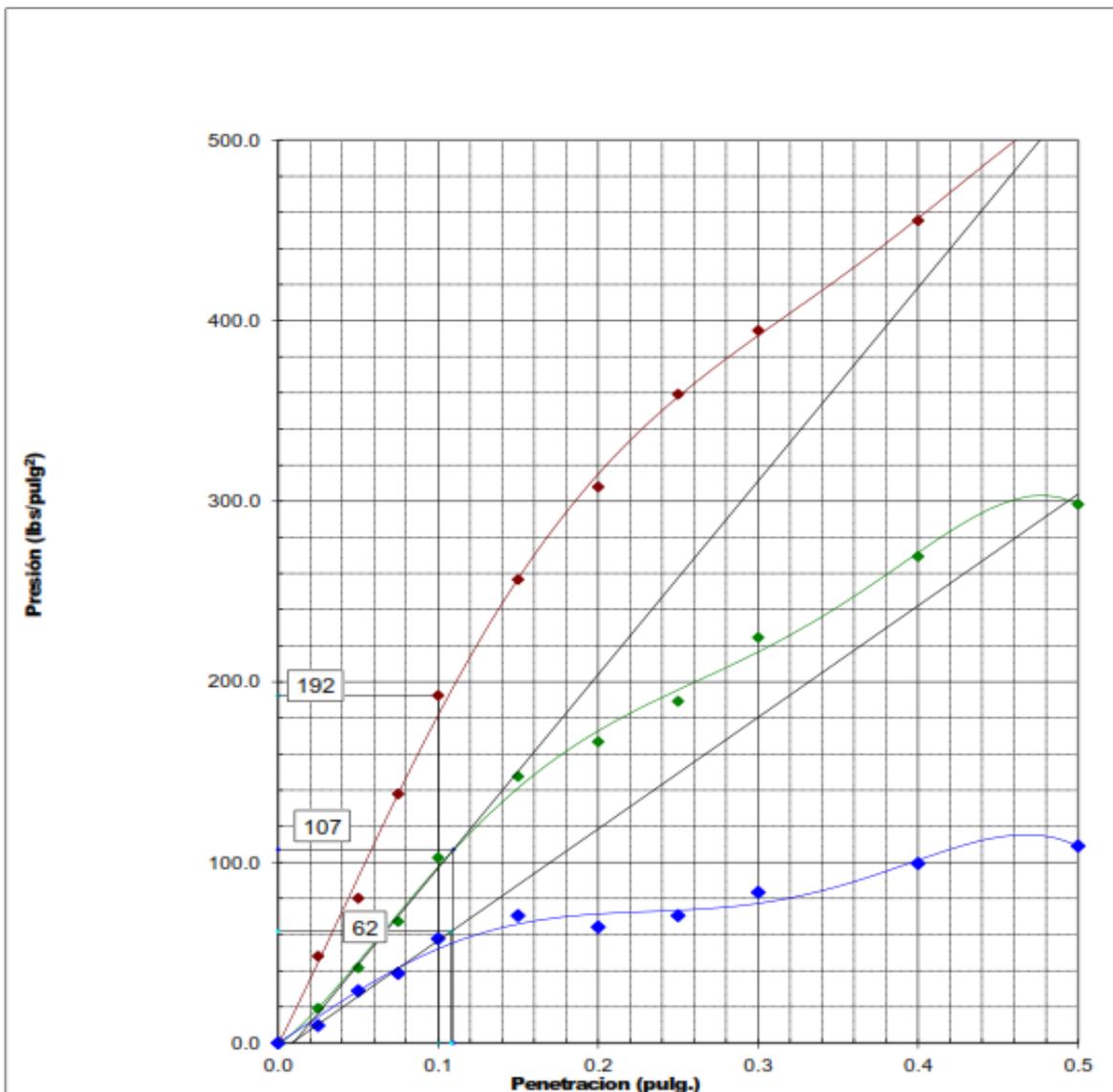




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A )**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-02**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A**

*Material* : **TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO**  
*Muestra* : **M-03**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ) : 2.005  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.3

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $gr/cm^3$ )	2.005	1.801	1.671
Contenido de Humedad	9.3	9.2	9.3

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $Lb/pulg^2$ )	Presión Patrón ( $Lb/pulg^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	171	1000	17.1
II	0.1	104	1000	10.4
III	0.1	67	1000	6.7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 17.1 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.8 %

**d).- Expansión(%) :** 0.8

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

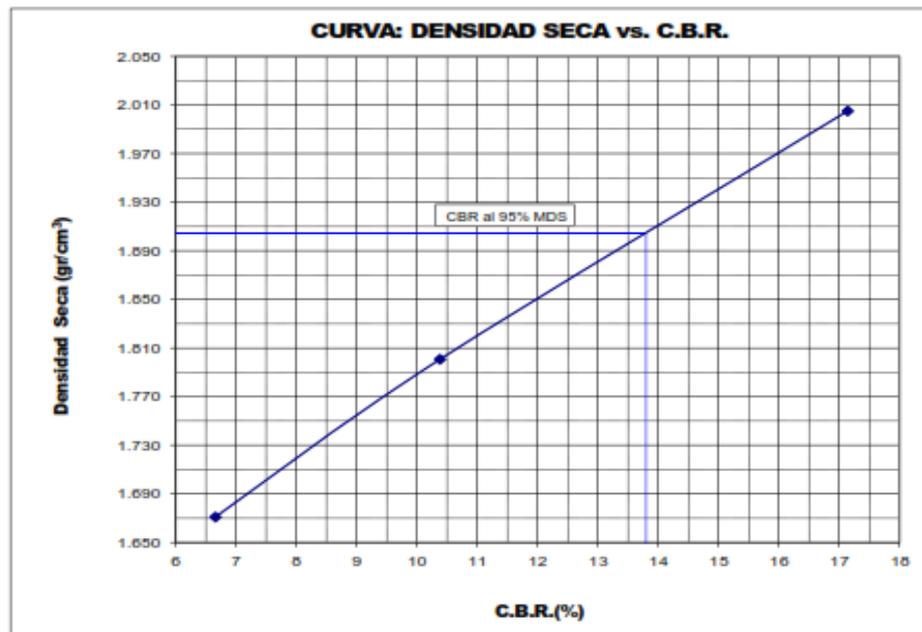
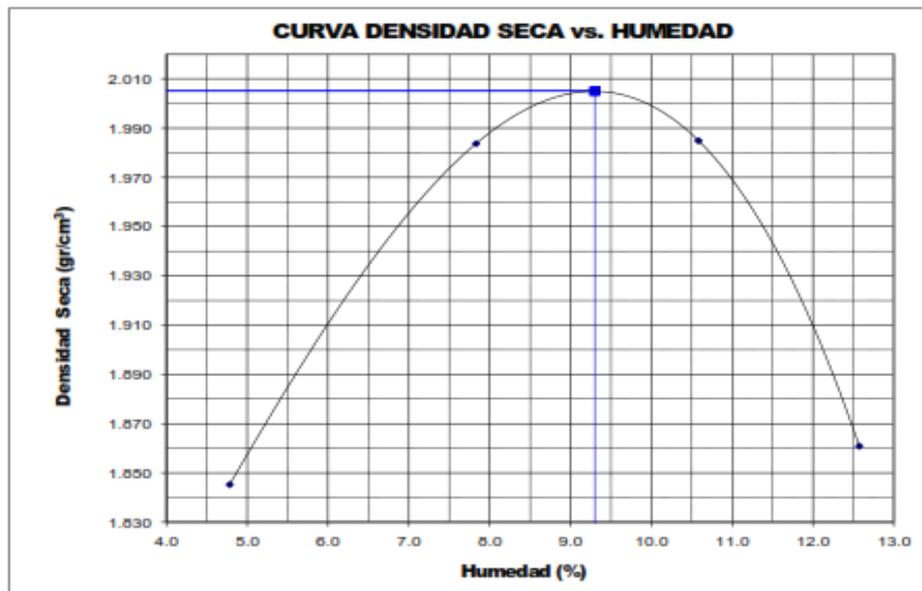


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.005  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.3  
CBR al 100% de la MDS (%) : 17.1  
CBR al 95% de la MDS (%) : 13.8

**Material** : TERRENO NATURAL + 15% CONCRETO  
RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-03

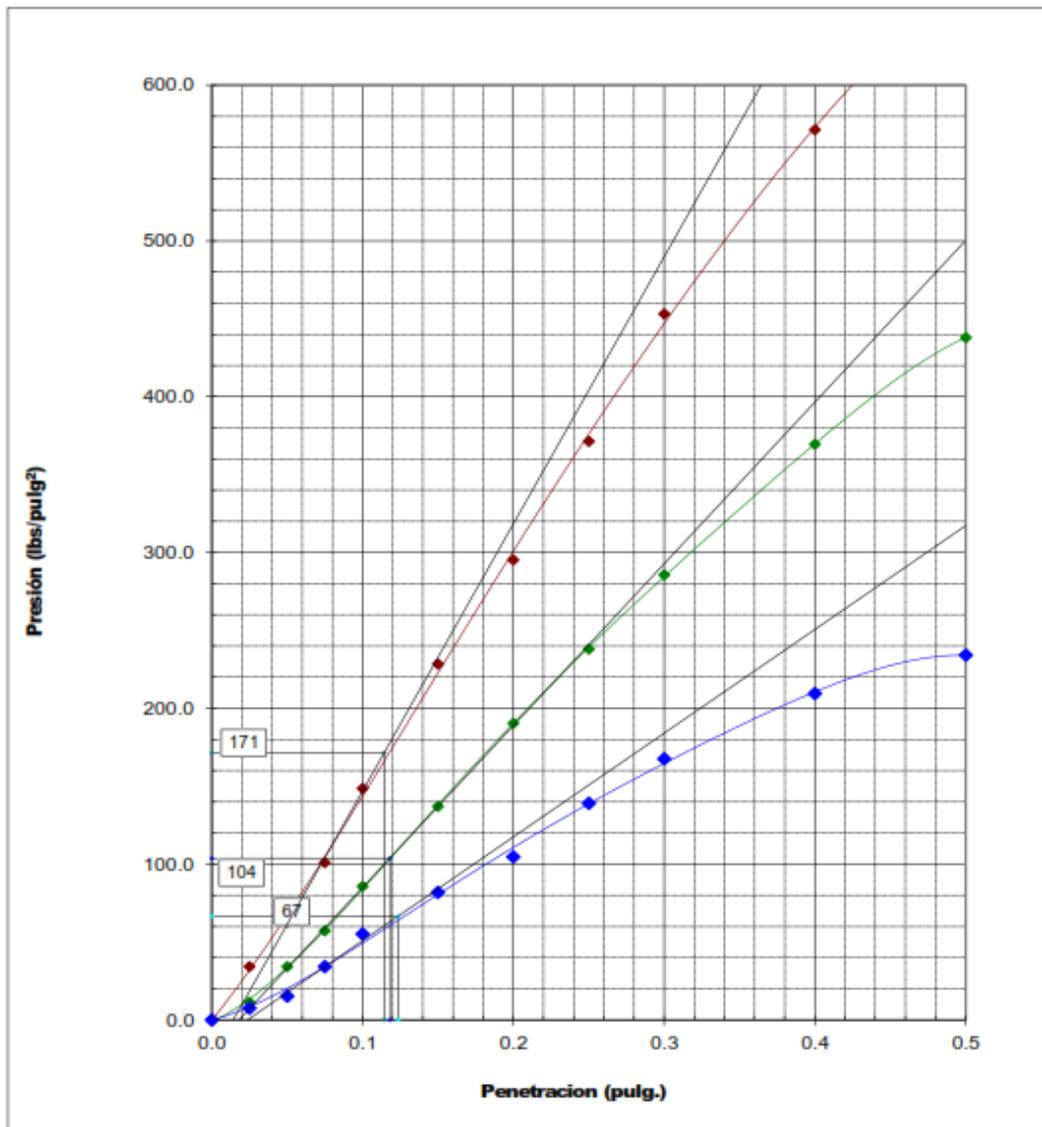




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-03**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )

**Material** : TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-01

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

###### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.020  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.7

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.020	1.808	1.680
Contenido de Humedad	8.7	8.7	8.7

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	145	1000	14.5
II	0.1	91	1000	9.1
III	0.1	60	1000	6.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 14.5 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.9 %

**d).- Expansión(%) :** 0.6

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

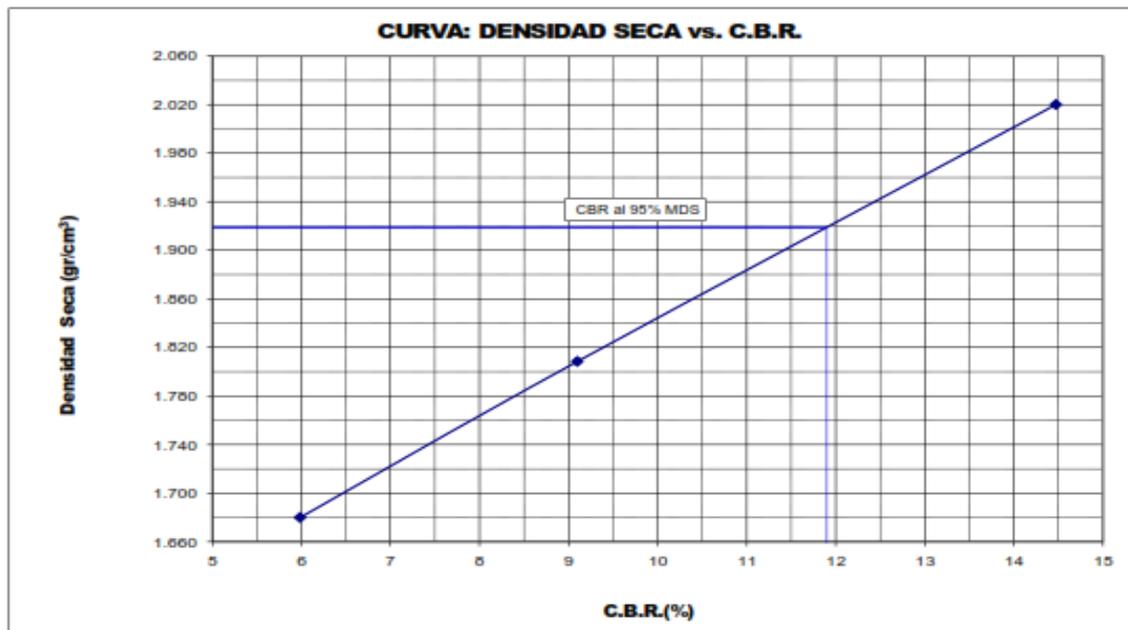
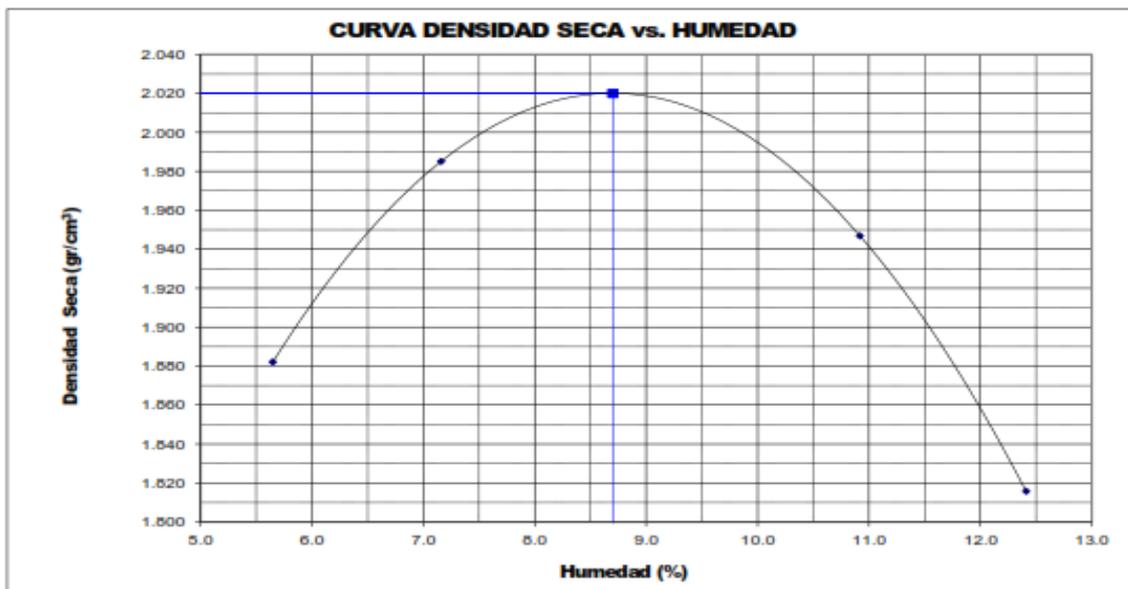


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.020  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.7  
CBR al 100% de la MDS (%) : 14.5  
CBR al 95% de la MDS (%) : 11.9

**Material** : TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-01

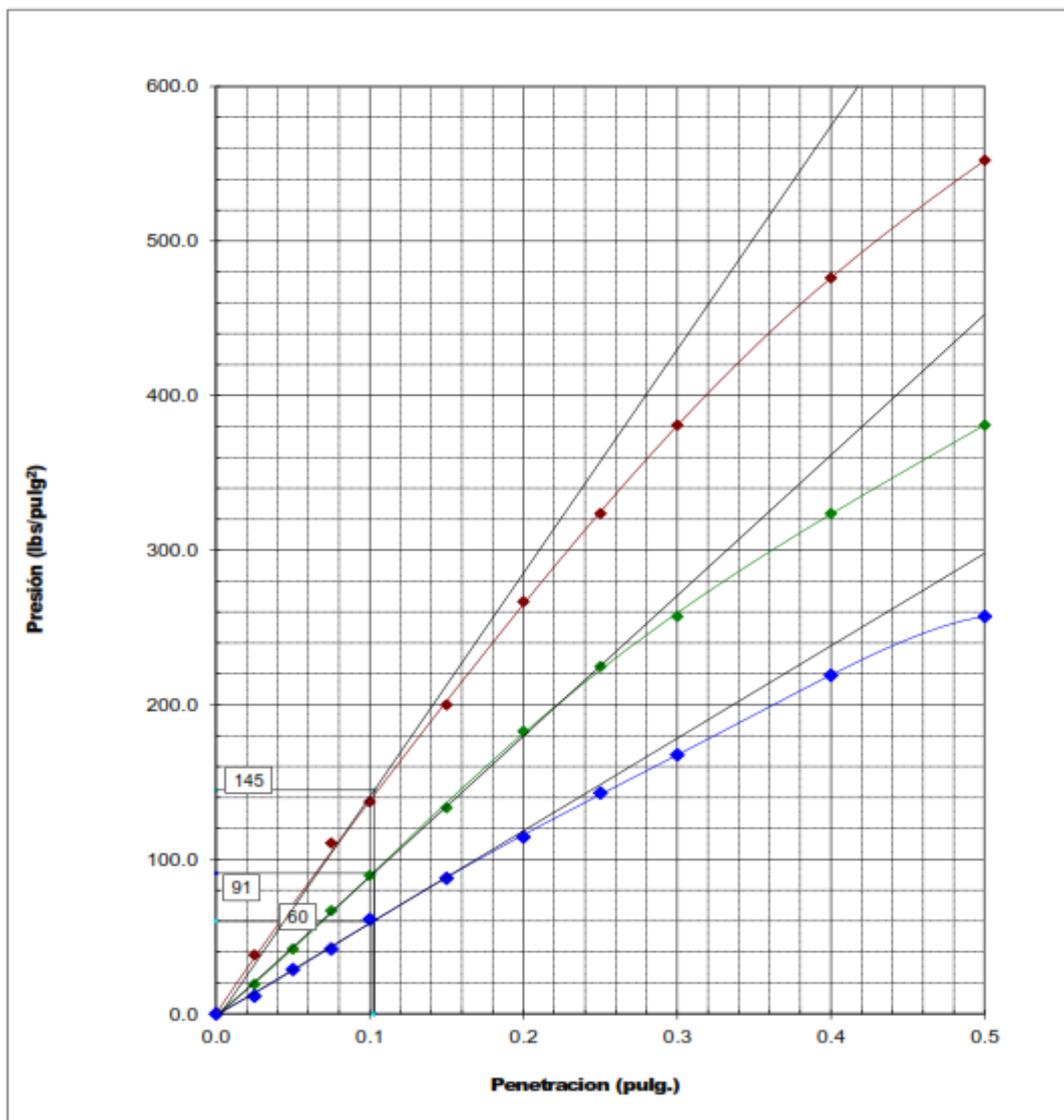




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-01**



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-02**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.020  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 8.9

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.020	1.776	1.636
Contenido de Humedad	8.9	8.9	8.8

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	137	1000	13.7
II	0.1	82	1000	8.2
III	0.1	52	1000	5.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 13.7 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.4 %

**d).- Expansión(%) :** 1.0

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

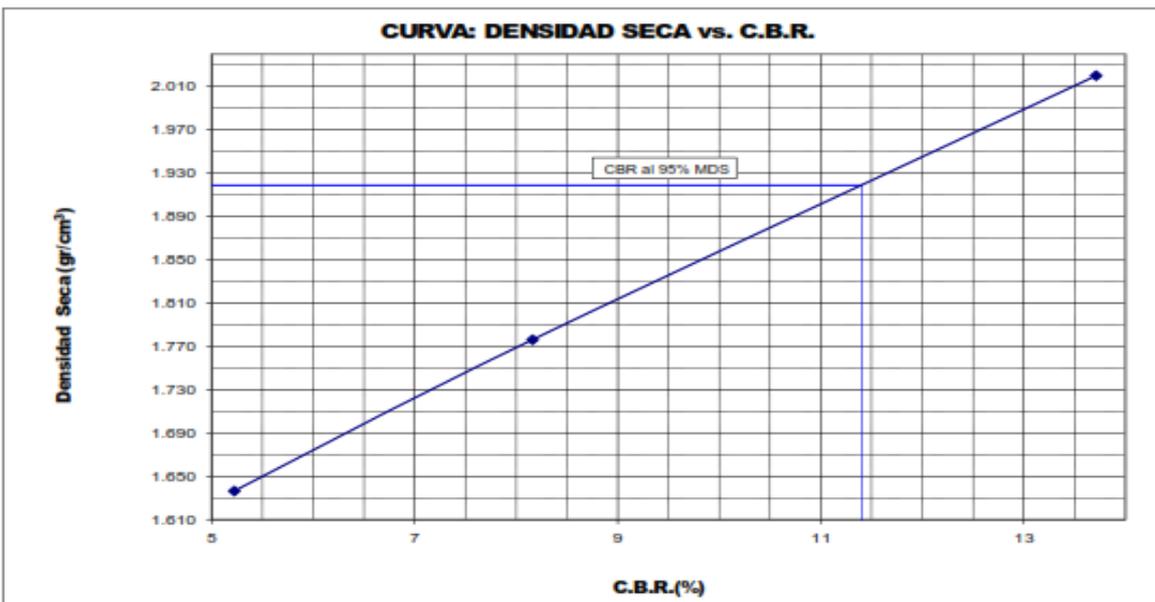
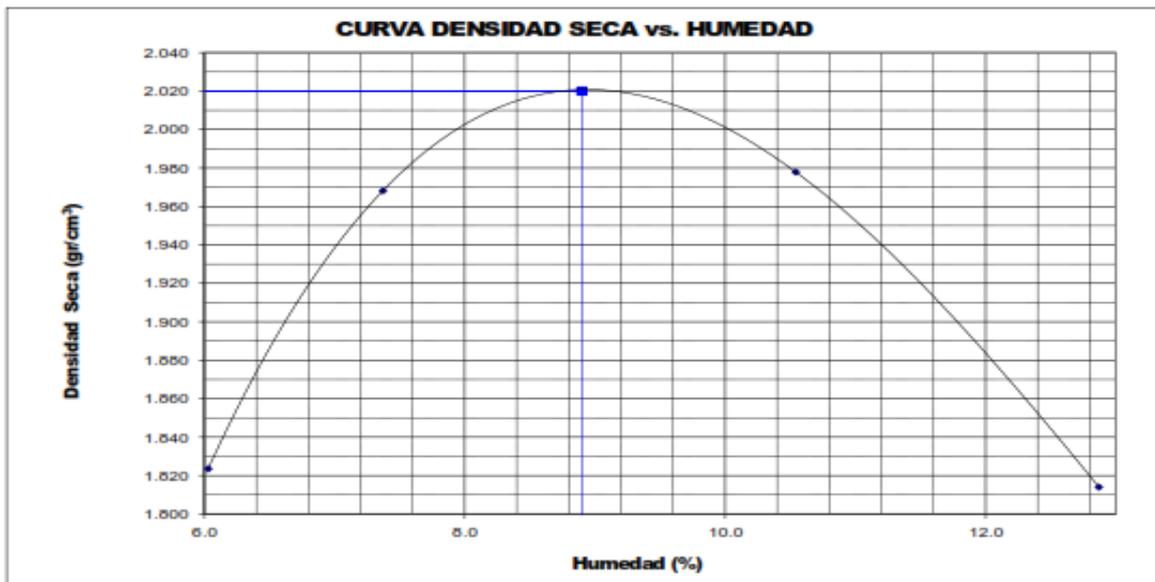


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.020  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.9  
CBR al 100% de la MDS (%) : 13.7  
CBR al 95% de la MDS (%) : 11.4

**Material** : TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-02

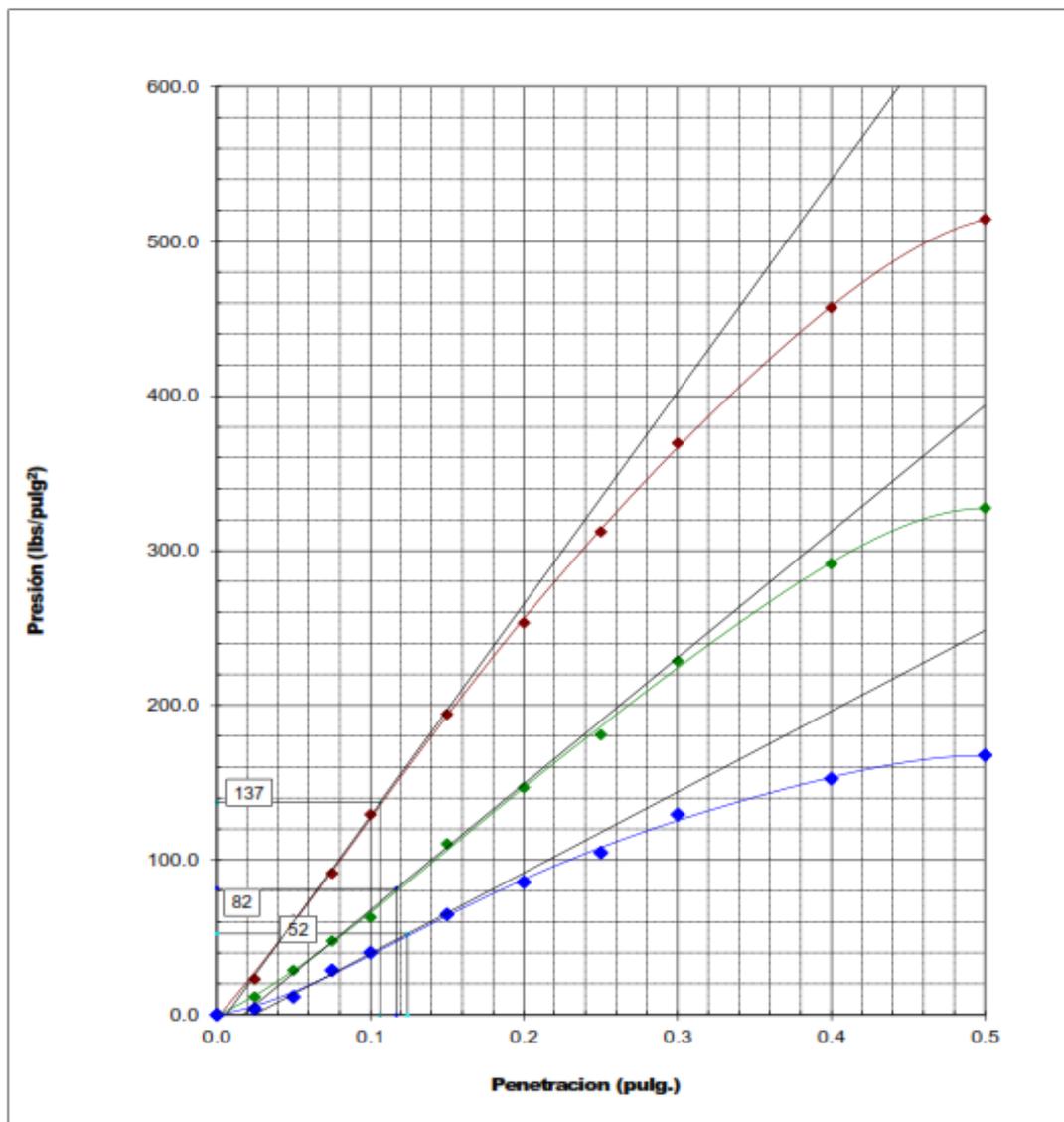




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-02**



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A**

*Material* : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
*Muestra* : **M-03**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.994  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.0

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.994	1.781	1.640
Contenido de Humedad	9.0	9.0	9.0

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	141	1000	14.1
II	0.1	94	1000	9.4
III	0.1	64	1000	6.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 14.1 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.9 %

**d).- Expansión(%) :** 0.7

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

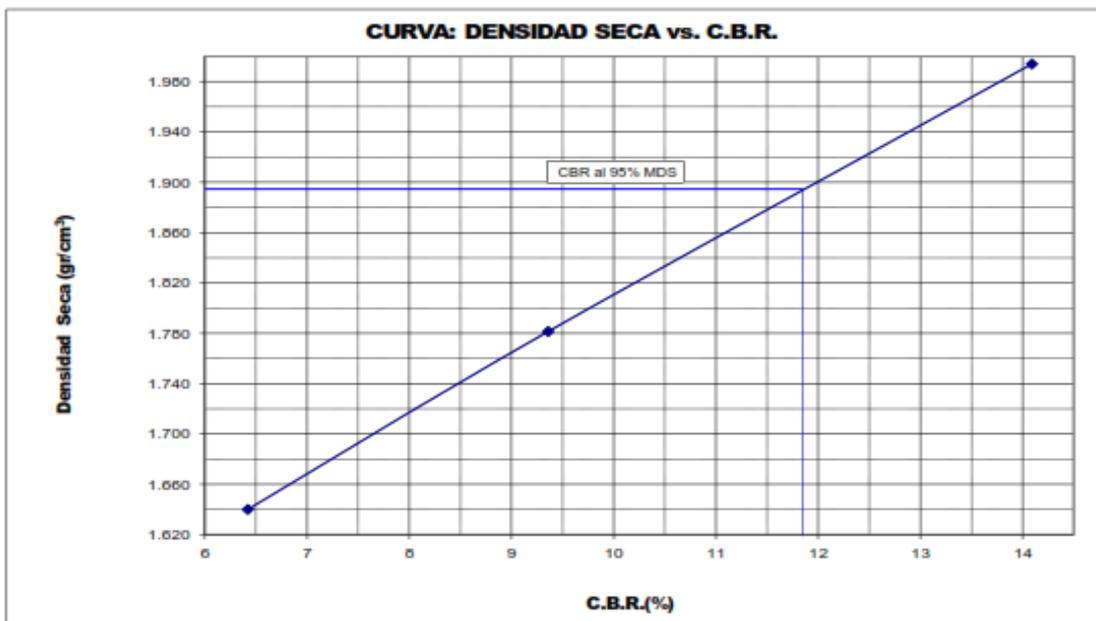
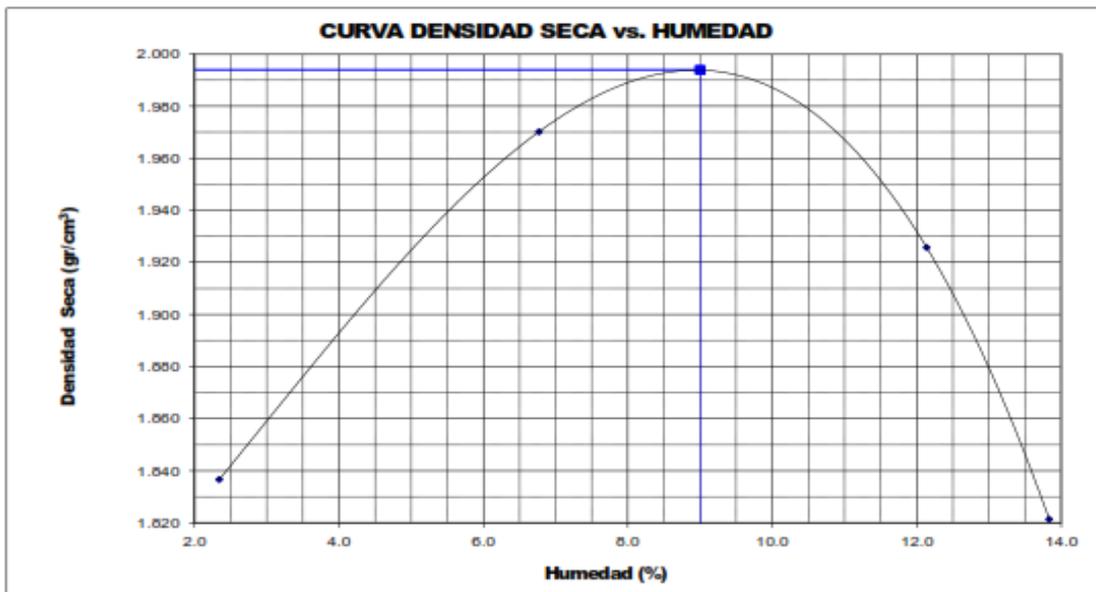


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.994  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.0  
CBR al 100% de la MDS (%) : 14.1  
CBR al 95% de la MDS (%) : 11.9

**Material** : TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-03

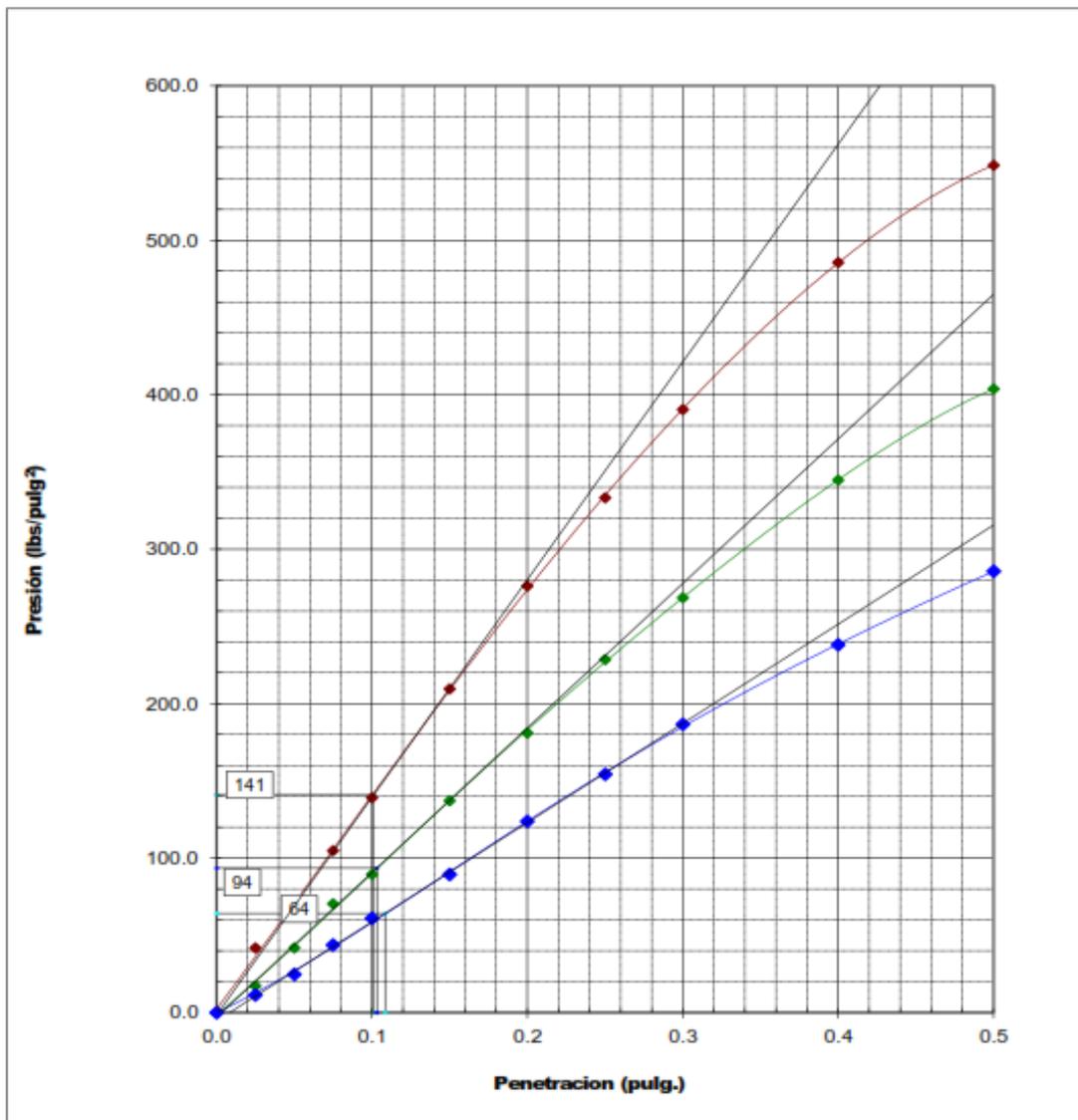




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-03**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : **INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022**  
**TESISTA** : **CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES**  
**FECHA** : **DICIEMBRE 2022**

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A

**Material** : **TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-01**

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

###### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.030  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.2

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.030	1.859	1.692
Contenido de Humedad	9.2	9.2	9.2

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	122	1000	12.2
II	0.1	91	1000	9.1
III	0.1	62	1000	6.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 12.2 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 10.3 %

d).- Expansión(%) : 1.1

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

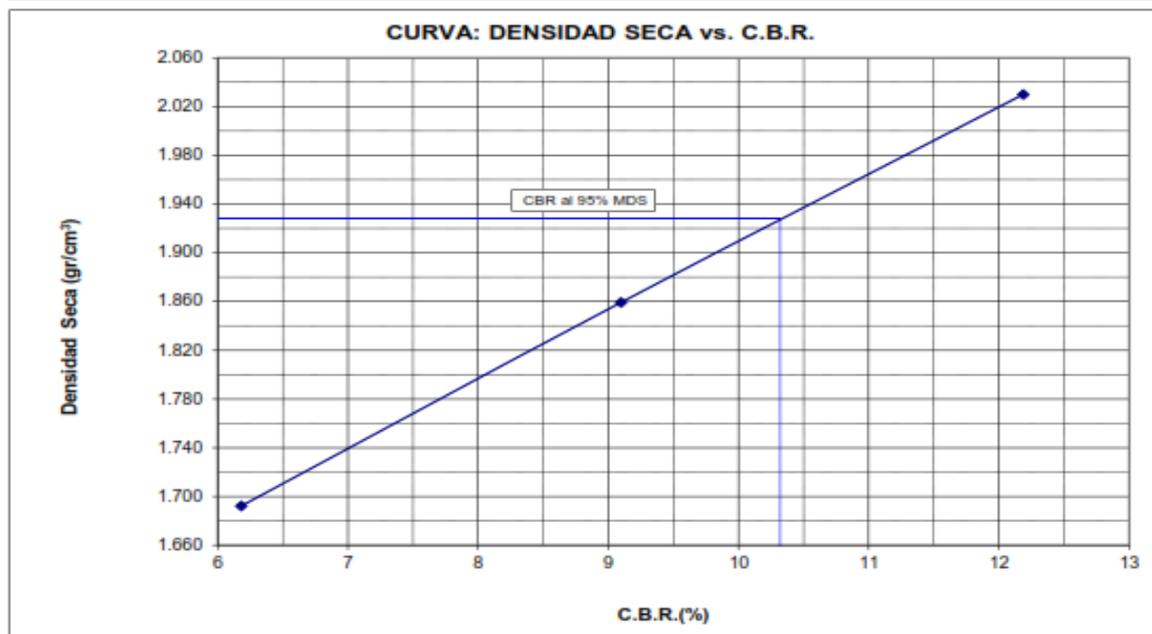
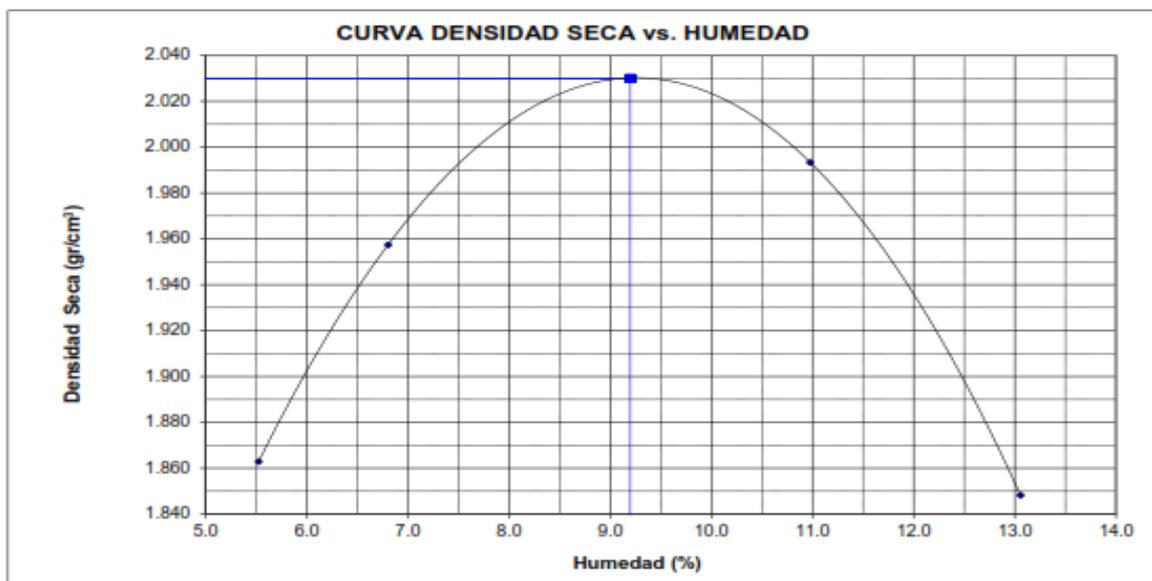


UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
TESISTA : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
FECHA : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.030  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.2  
CBR al 100% de la MDS (%) : 12.2  
CBR al 95% de la MDS (%) : 10.3

Material : TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO  
RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO  
Muestra : M-01

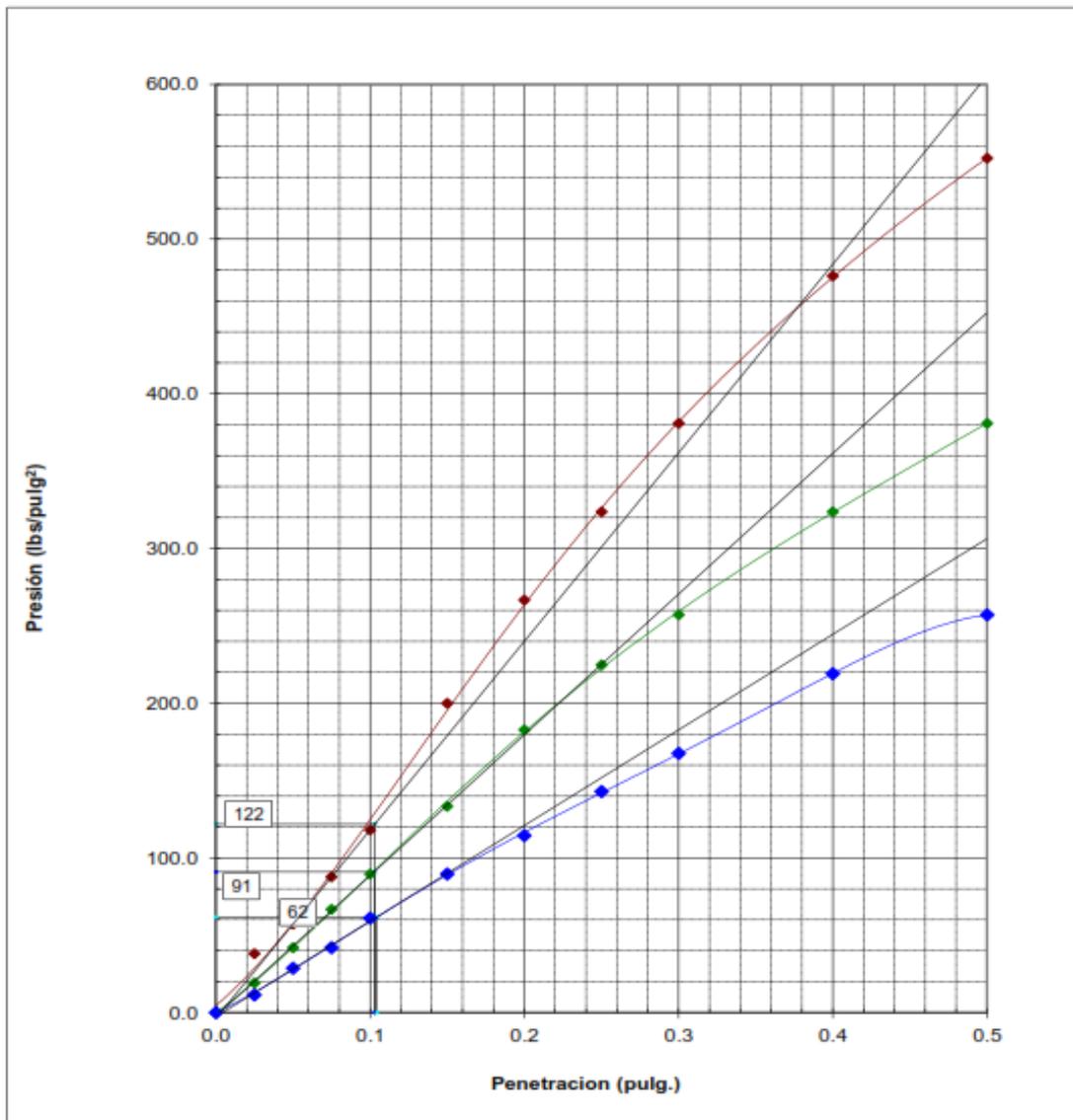




**UNIVERSIDAD :** CESAR VALLEJO  
**PROYECTO :** INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA :** CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA :** DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material :** TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO  
RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra :** M-01





UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
 TESISTA : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
 FECHA : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

Material : **TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO  
 RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO**  
 Muestra : **M-02**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91  
 Máxima Densidad Seca ( $gr/cm^3$ ) : 2.040  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.2

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $gr/cm^3$ )	2.040	1.845	1.590
Contenido de Humedad	9.2	9.2	9.3

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $Lb/pulg^2$ )	Presión Patrón ( $Lb/pulg^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	131	1000	13.1
II	0.1	99	1000	9.9
III	0.1	64	1000	6.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 13.1 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.4 %

d).- Expansión(%) : 0.75

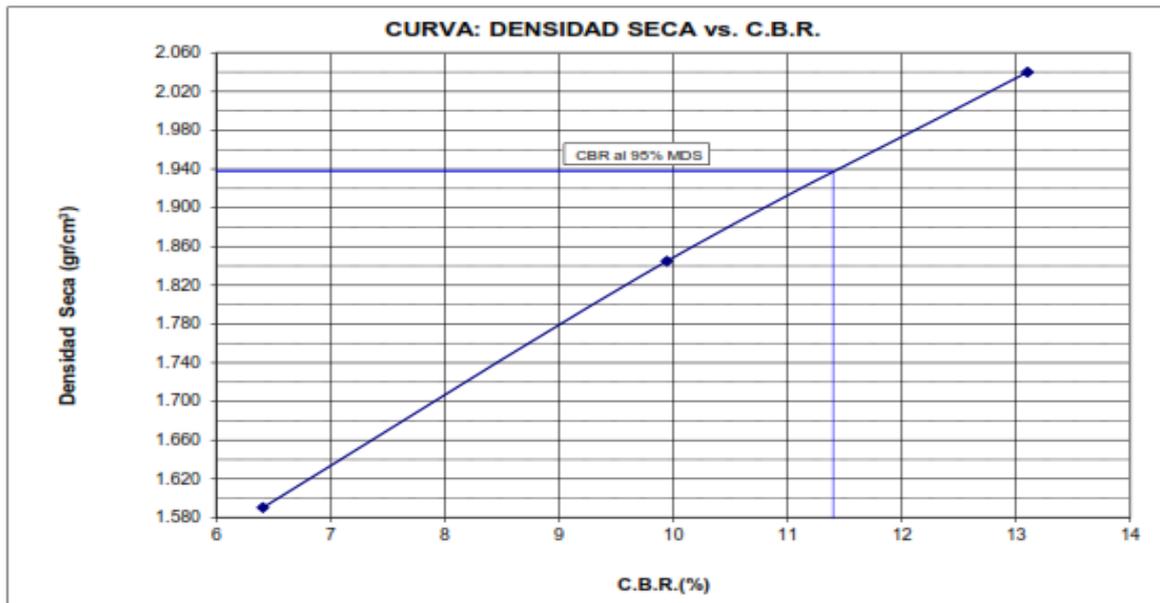
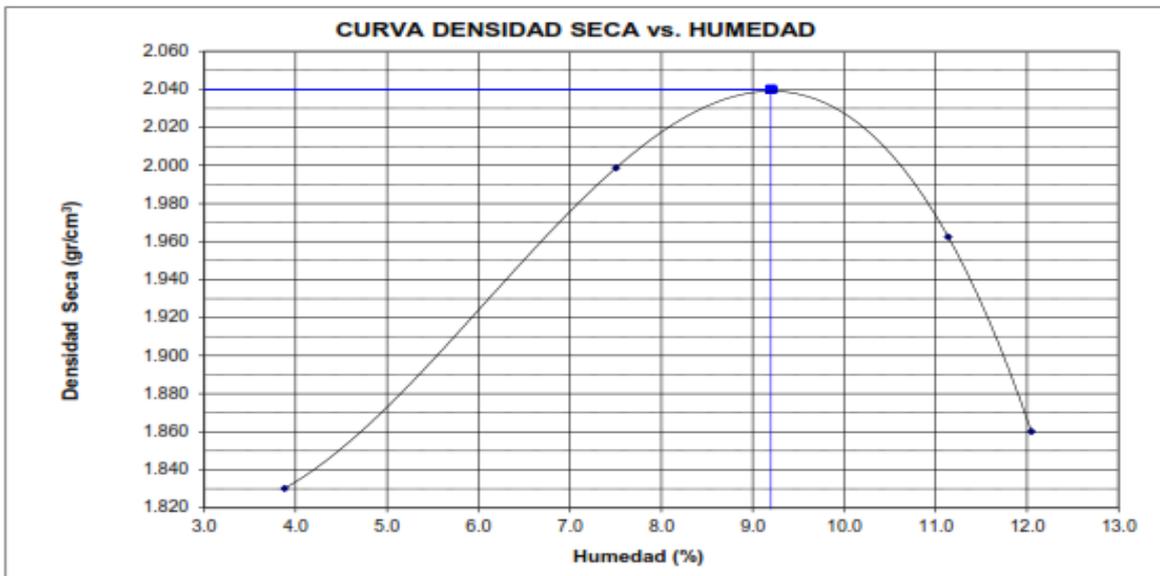
Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
 TESISTA : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
 FECHA : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.040  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.2  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 13.1  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 11.4

Material : TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO  
 RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO  
 Muestra : M-02

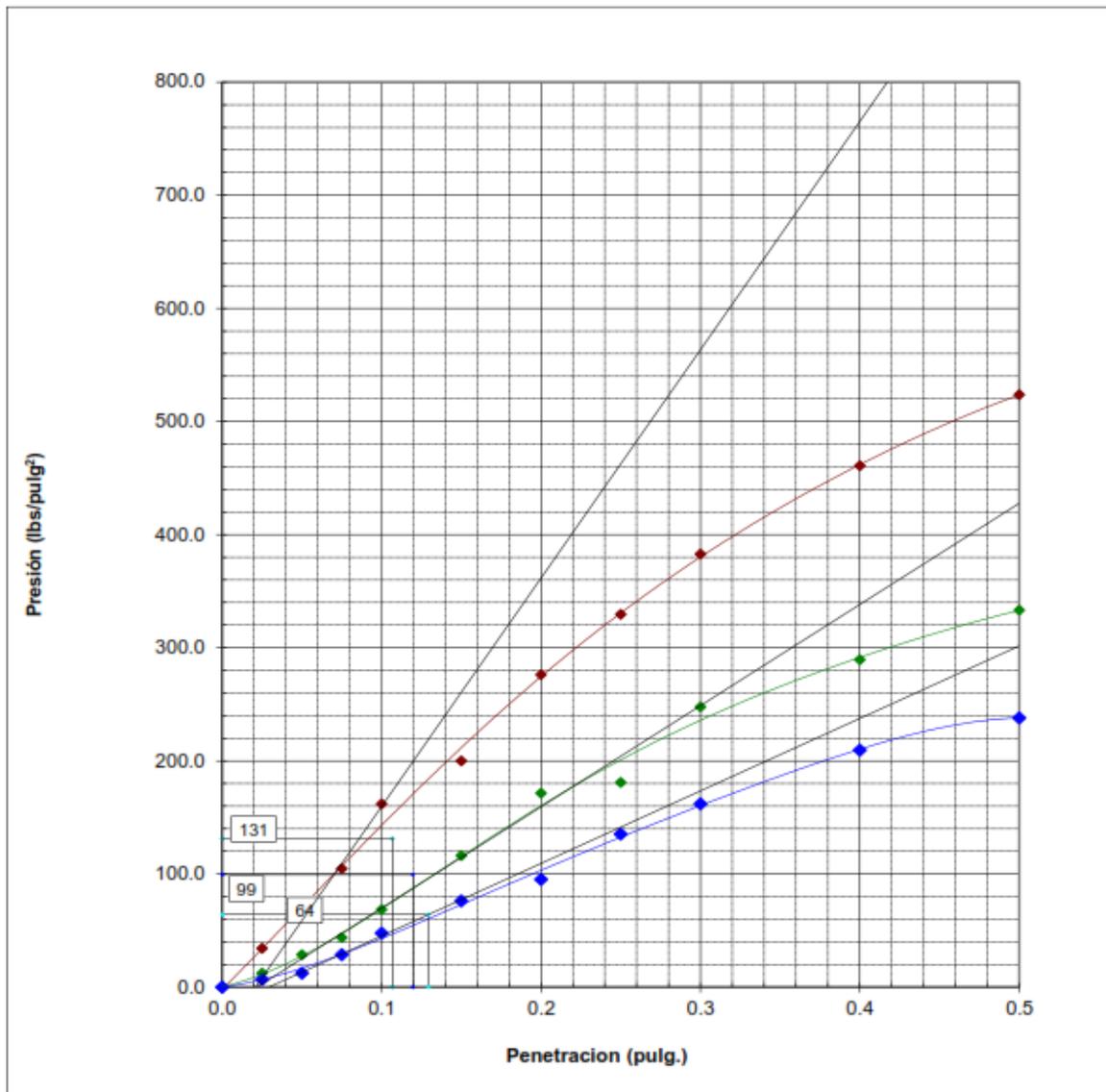




**UNIVERSIDAD :** CESAR VALLEJO  
**PROYECTO :** INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA :** CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA :** DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material :** TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra :** M-02





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : **INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022**  
**TESISTA** : **CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES**  
**FECHA** : **DICIEMBRE 2022**

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )

**Material** : **TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-03**

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

###### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr/cm}^3$ ) : 1.996  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.8

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr/cm}^3$ )	1.996	1.830	1.697
Contenido de Humedad	8.8	8.9	8.9

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb/pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb/pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	130	1000	13.0
II	0.1	91	1000	9.1
III	0.1	62	1000	6.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 13.0 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 10.6 %

d).- Expansión(%) : 1.2

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

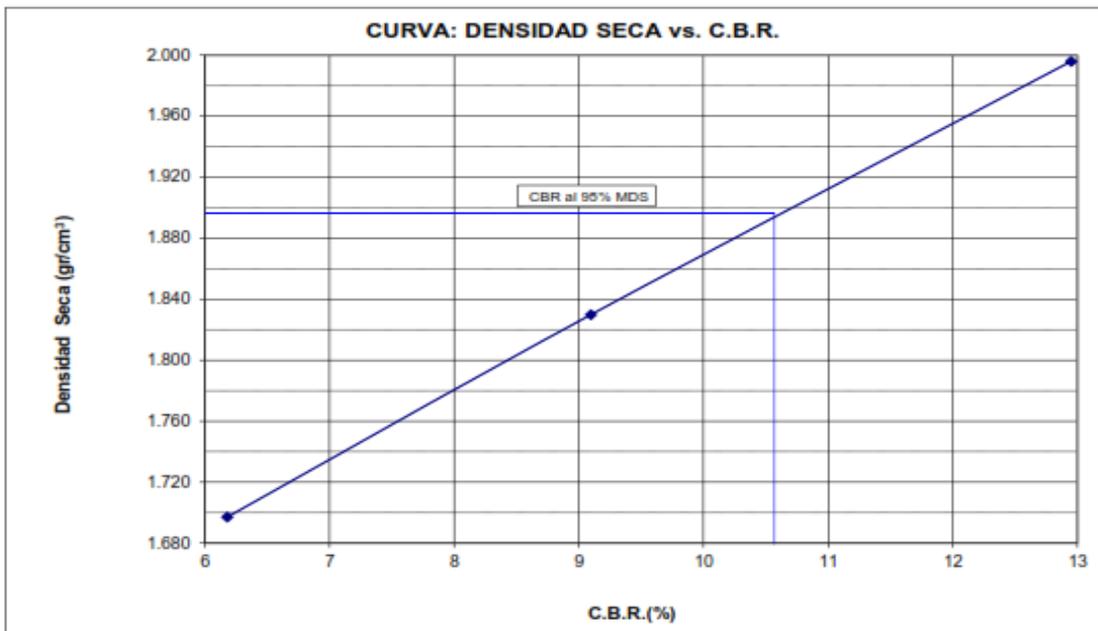
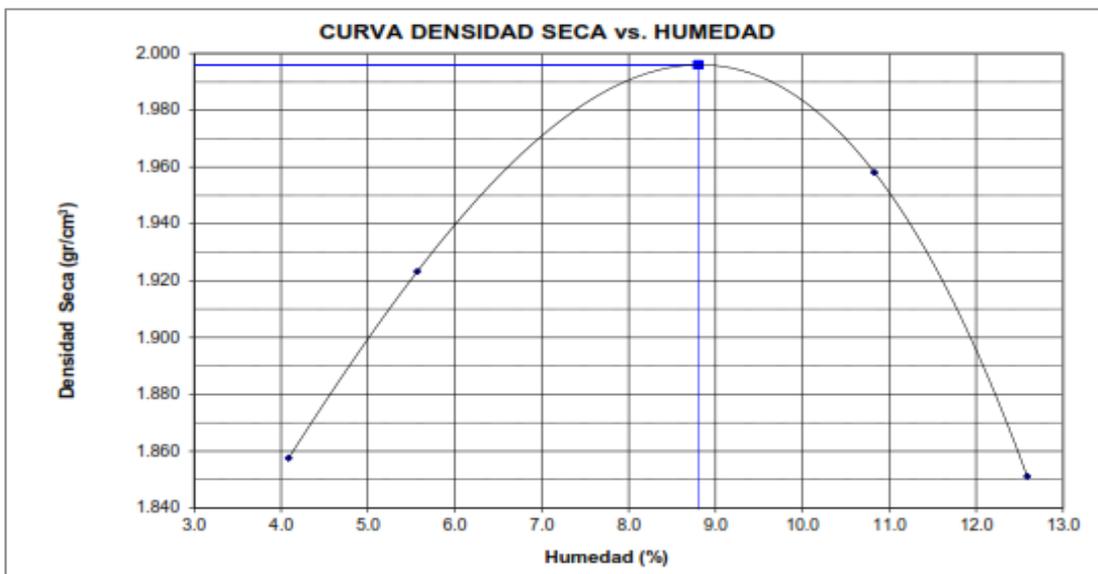


UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
TESISTA : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
FECHA : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.996  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.8  
CBR al 100% de la MDS (%) : 13.0  
CBR al 95% de la MDS (%) : 10.6

Material : TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO  
RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO  
Muestra : M-03



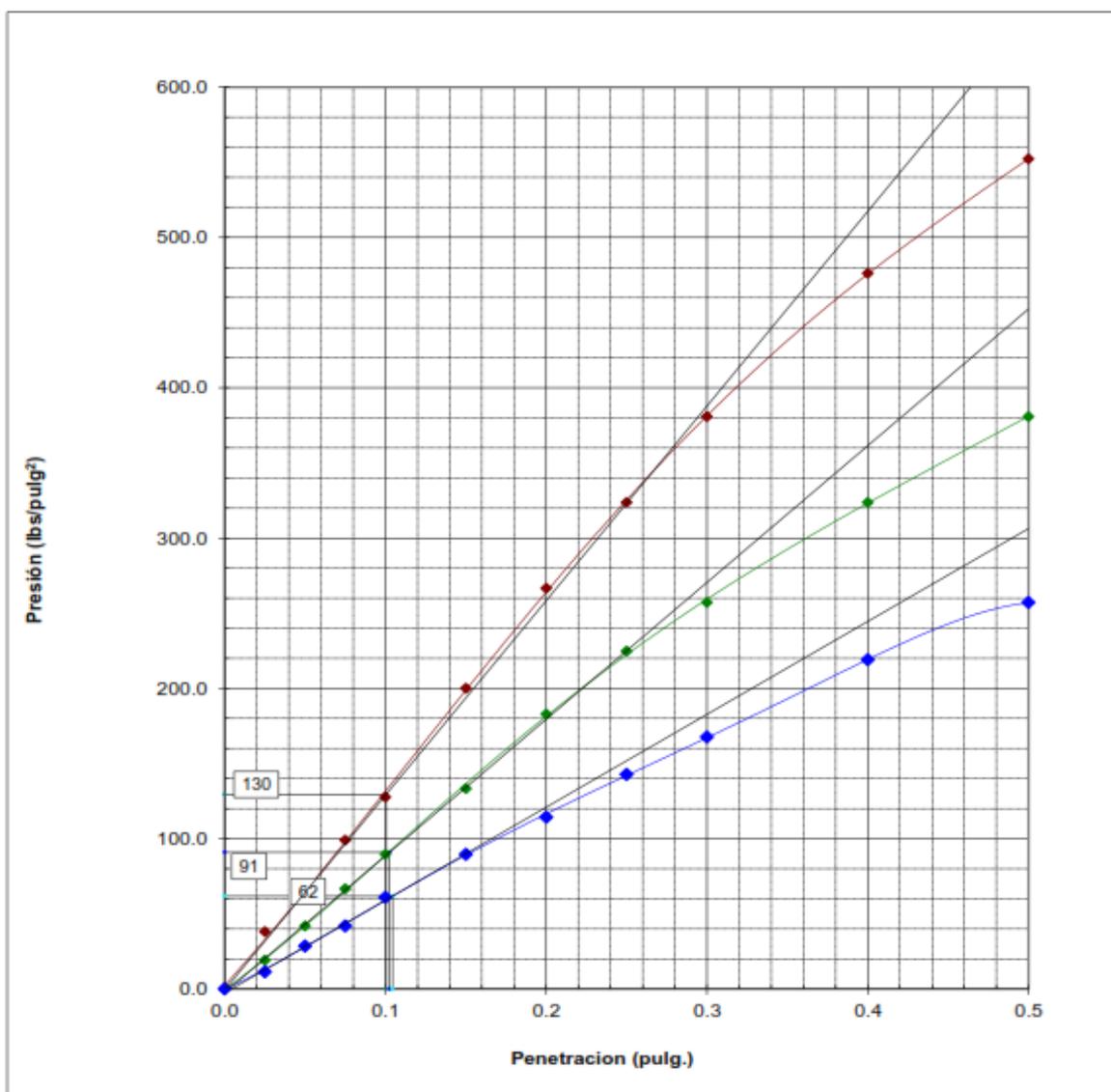


**UNIVERSIDAD :** CESAR VALLEJO  
**PROYECTO :** INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA :** CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA :** DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material :** TERRENO NATURAL + 14% CONCRETO  
RECICLADO + 6% VIDRIO MOLIDO

**Muestra :** M-03





**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : TERENO NATURAL  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-1

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	
3/8"	9.525	-	-	
1/4"	6.350	-	-	
Nº4	4.760	-	-	100.0
Nº10	2.000	3.0	3.0	97.0
Nº20	0.840	1.6	4.5	95.5
Nº30	0.590	1.7	6.2	93.8
Nº40	0.426	1.9	8.1	91.9
Nº60	0.250	2.2	10.4	89.6
Nº100	0.149	3.0	13.4	86.6
Nº200	0.074	3.1	16.5	83.5
FONDO		83.5		

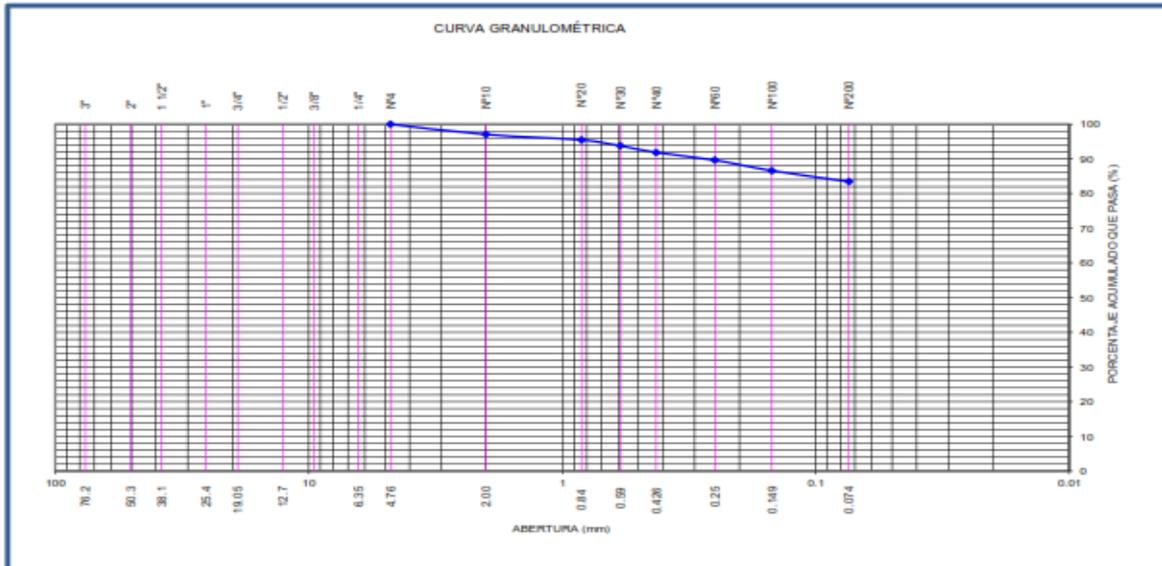
% Grava	: ---
% Arena	: 16.5
% Finos	: 83.5

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	:	43.0
Límite Plástico (%)	:	23.2
Índice Plástico (%)	:	19.8

Clasificación SUCS ASTM D2487 : CL

Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-7-6(7)

Contenido de Humedad (%) : 14.8



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : TERENO NATURAL  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-2

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	-
1 1/2"	38.100	-	-	-
1"	25.400	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	-
1/2"	12.700	-	-	-
3/8"	9.525	-	-	-
1/4"	6.350	-	-	-
Nº4	4.760	-	-	100.0
Nº10	2.000	2.8	2.8	97.2
Nº20	0.840	2.0	4.8	95.2
Nº30	0.590	2.3	7.1	92.9
Nº40	0.426	2.2	9.3	90.7
Nº60	0.250	2.9	12.1	87.9
Nº100	0.149	3.0	15.2	84.8
Nº200	0.074	3.3	18.5	81.5
FONDO		81.5		

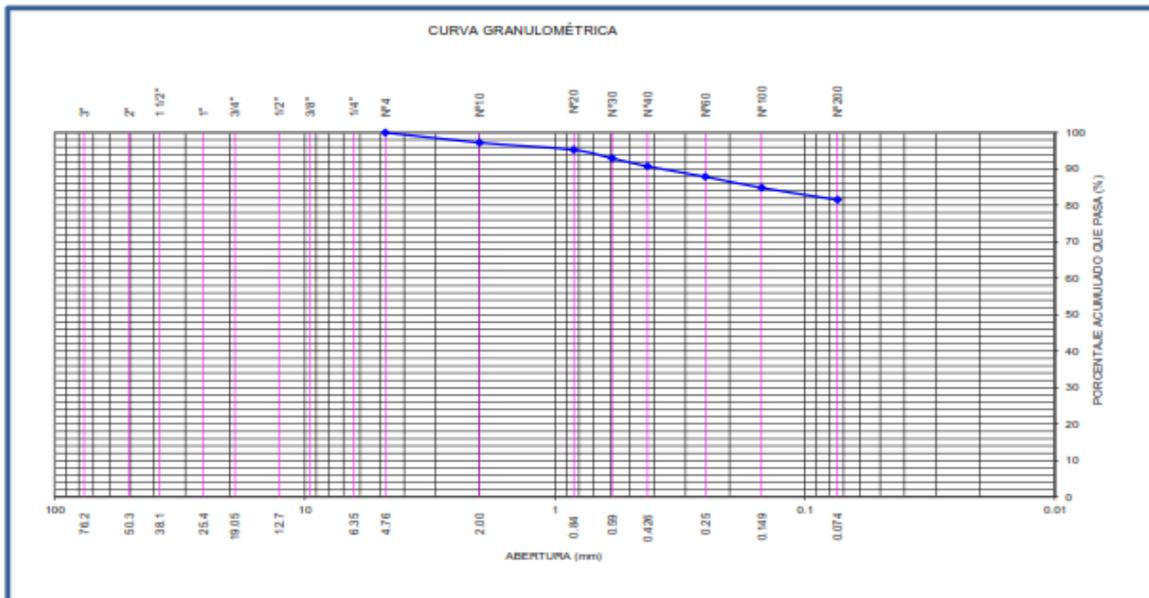
% Grava	: ---
% Arena	: 18.5
% Finos	: 81.5

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	:	43.4
Límite Plástico (%)	:	20.3
Índice Plástico (%)	:	23.1

Clasificación SUCS ASTM D2487 : CL

Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-7-6(9)

Contenido de Humedad (%) : 16.7



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : TERENO NATURAL  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-3

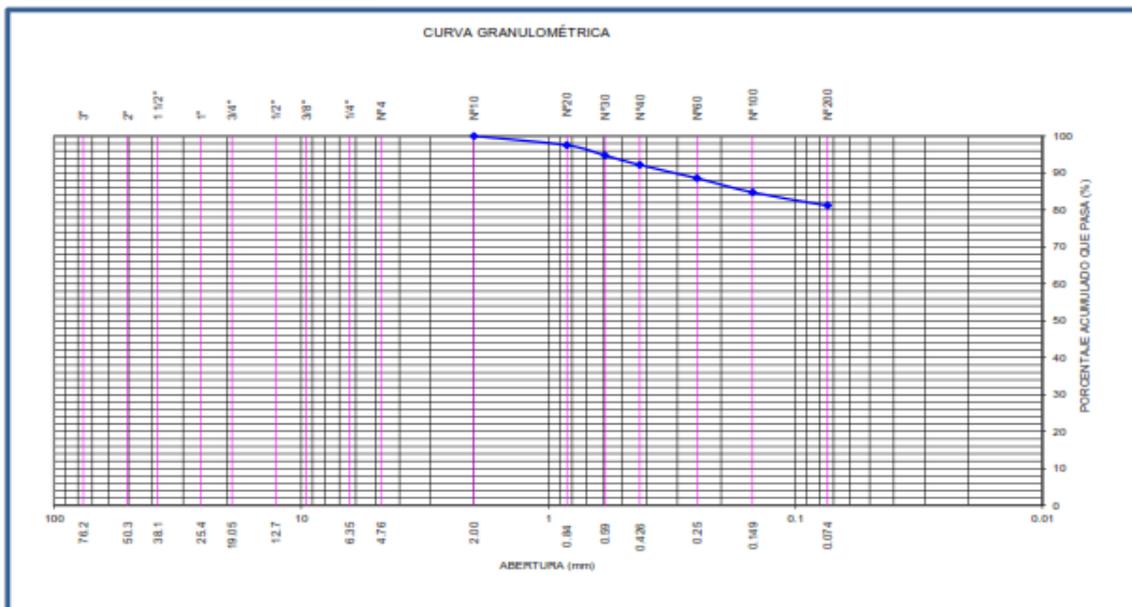
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	
3/8"	9.525	-	-	
1/4"	6.350	-	-	
Nº4	4.760	-	-	
Nº10	2.000	-	-	100.0
Nº20	0.840	2.5	2.5	97.5
Nº30	0.590	2.7	5.2	94.8
Nº40	0.426	2.6	7.8	92.2
Nº60	0.250	3.6	11.4	88.6
Nº100	0.149	3.8	15.2	84.8
Nº200	0.074	3.6	18.8	81.2
FONDO		81.2		

% Grava	: ---
% Arena	: 18.8
% Finos	: 81.2

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 44.7
Límite Plástico (%)	: 26.1
Índice Plástico (%)	: 18.6

Clasificación SUCS ASTM D2487 : CL  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-7-6(6)  
 Contenido de Humedad (%) : 16.1



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 18% + VIDRIO MOLIDO 2%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-1

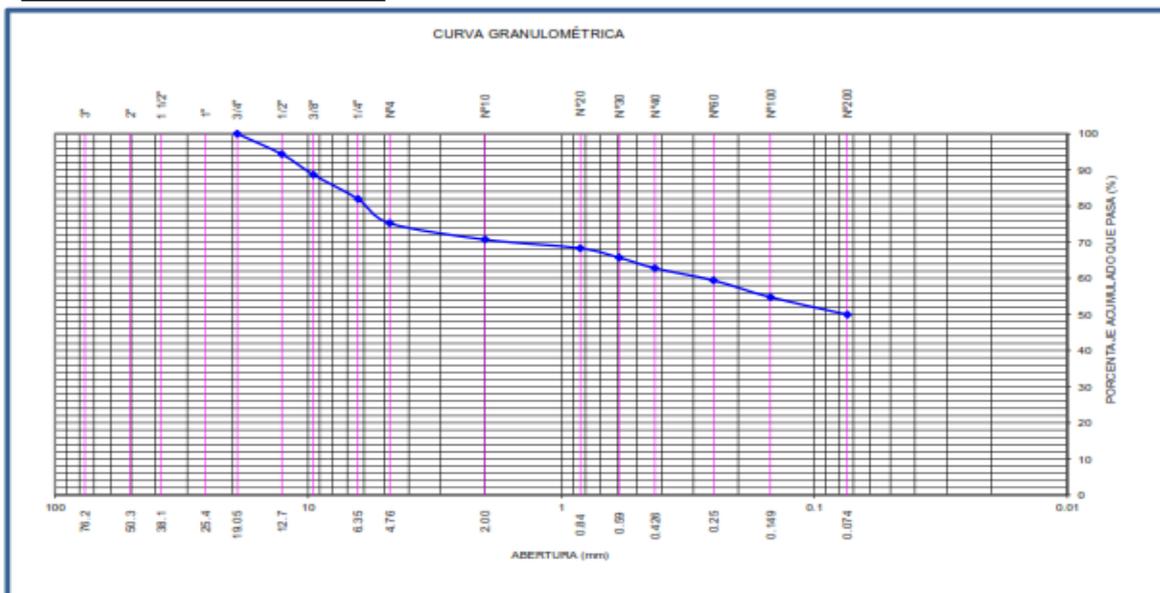
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	5.7	5.7	94.3
3/8"	9.525	5.7	11.3	88.7
1/4"	6.350	6.7	18.1	81.9
Nº4	4.760	6.7	24.8	75.2
Nº10	2.000	4.5	29.3	70.7
Nº20	0.840	2.4	31.7	68.3
Nº30	0.590	2.6	34.3	65.7
Nº40	0.426	2.9	37.2	62.8
Nº60	0.250	3.4	40.6	59.4
Nº100	0.149	4.6	45.2	54.8
Nº200	0.074	4.8	50.0	50.0
FONDO		50.0		

% Grava	: 24.8
% Arena	: 25.3
% Finos	: 50.0

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 37.0
Límite Plástico (%)	: 25.5
Índice Plástico (%)	: 11.4

Clasificación SUCS ASTM D2487 : **SM**  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : **A-6(3)**  
 Contenido de Humedad (%) : **14.8**



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 18% + VIDRIO MOLIDO 2%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-2

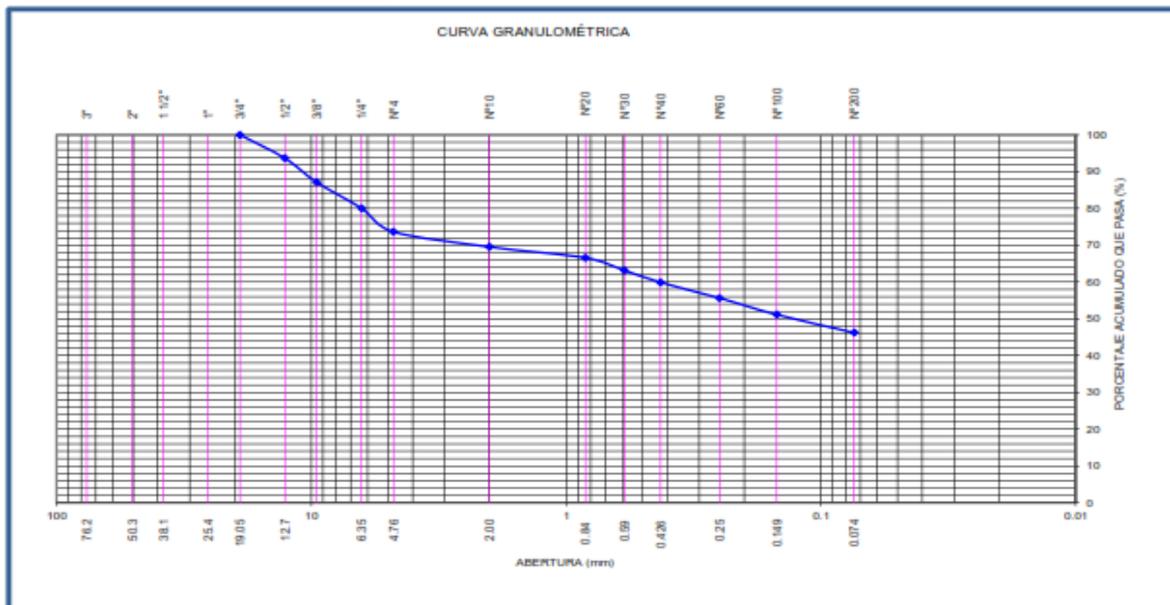
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	6.3	6.3	93.7
3/8"	9.525	6.5	12.9	87.1
1/4"	6.350	7.1	20.0	80.0
Nº4	4.760	6.4	26.3	73.7
Nº10	2.000	4.1	30.4	69.6
Nº20	0.840	3.0	33.4	66.6
Nº30	0.590	3.4	36.8	63.2
Nº40	0.426	3.3	40.1	59.9
Nº60	0.250	4.3	44.4	55.6
Nº100	0.149	4.5	48.9	51.1
Nº200	0.074	4.9	53.8	46.2
FONDO		46.2		

% Grava	: 26.3
% Arena	: 27.4
% Finos	: 46.2

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	:	35.8
Límite Plástico (%)	:	26.1
Índice Plástico (%)	:	9.7

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SM  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-4(2)  
 Contenido de Humedad (%) : 16.3



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 18% + VIDRIO MOLIDO 2%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-3

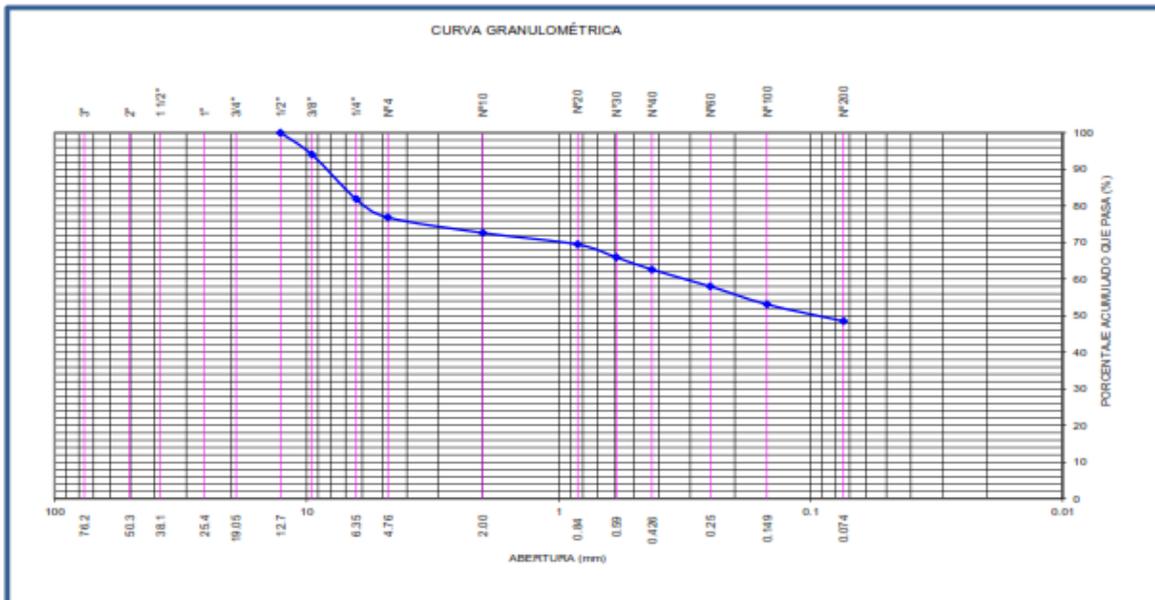
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	6.0	6.0	94.0
1/4"	6.350	12.2	18.2	81.8
Nº4	4.760	5.0	23.1	76.9
Nº10	2.000	4.2	27.4	72.6
Nº20	0.840	3.2	30.5	69.5
Nº30	0.590	3.5	34.0	66.0
Nº40	0.426	3.3	37.4	62.6
Nº60	0.250	4.6	42.0	58.0
Nº100	0.149	4.9	46.9	53.1
Nº200	0.074	4.6	51.5	48.5
FONDO		48.5		

% Grava	: 23.1
% Arena	: 28.4
% Finos	: 48.5

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 39.5
Límite Plástico (%)	: 26.1
Índice Plástico (%)	: 13.4

Clasificación SUCS ASTM D2487 : **SM**  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : **A-6(4)**  
 Contenido de Humedad (%) : **15.8**



*Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante*



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : TIERRA ROJA 80% + CONCRETO RECICLADO 16% + VIDRIO MOLIDO 4%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-1

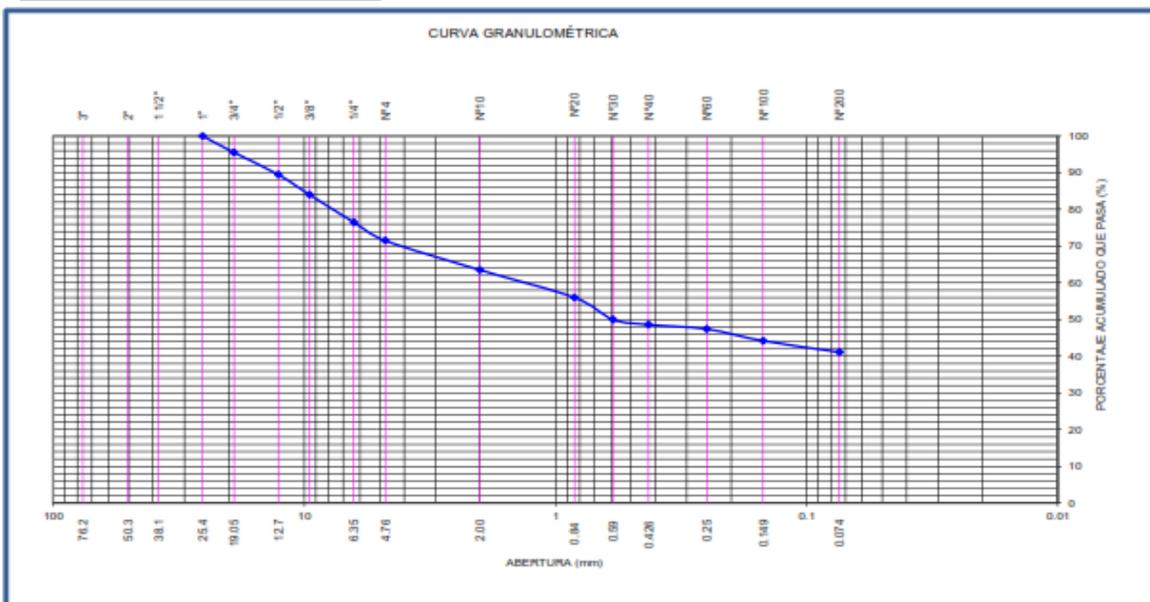
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	4.5	4.5	95.5
1/2"	12.700	6.0	10.5	89.5
3/8"	9.525	5.5	16.0	84.0
1/4"	6.350	7.5	23.5	76.5
Nº4	4.760	5.0	28.5	71.5
Nº10	2.000	8.0	36.5	63.5
Nº20	0.840	7.5	44.0	56.0
Nº30	0.590	6.0	50.0	50.0
Nº40	0.426	1.4	51.4	48.6
Nº60	0.250	1.2	52.6	47.4
Nº100	0.149	3.2	55.8	44.2
Nº200	0.074	3.1	58.9	41.1
FONDO		41.1		

% Grava	: 28.5
% Arena	: 30.4
% Finos	: 41.1

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	:	37.1
Límite Plástico (%)	:	25.7
Índice Plástico (%)	:	11.5

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SM  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-6(2)  
 Contenido de Humedad (%) : 17.1



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 16% + VIDRIO MOLIDO 4%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-2

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	9.8	9.8	90.2
1/4"	6.350	7.0	16.8	83.2
Nº4	4.760	8.7	25.5	74.5
Nº10	2.000	6.4	31.9	68.1
Nº20	0.840	3.4	35.3	64.7
Nº30	0.590	3.8	39.2	60.8
Nº40	0.426	3.0	42.2	57.8
Nº60	0.250	3.0	45.1	54.9
Nº100	0.149	2.7	47.8	52.2
Nº200	0.074	4.0	51.8	48.2
FONDO		48.2		

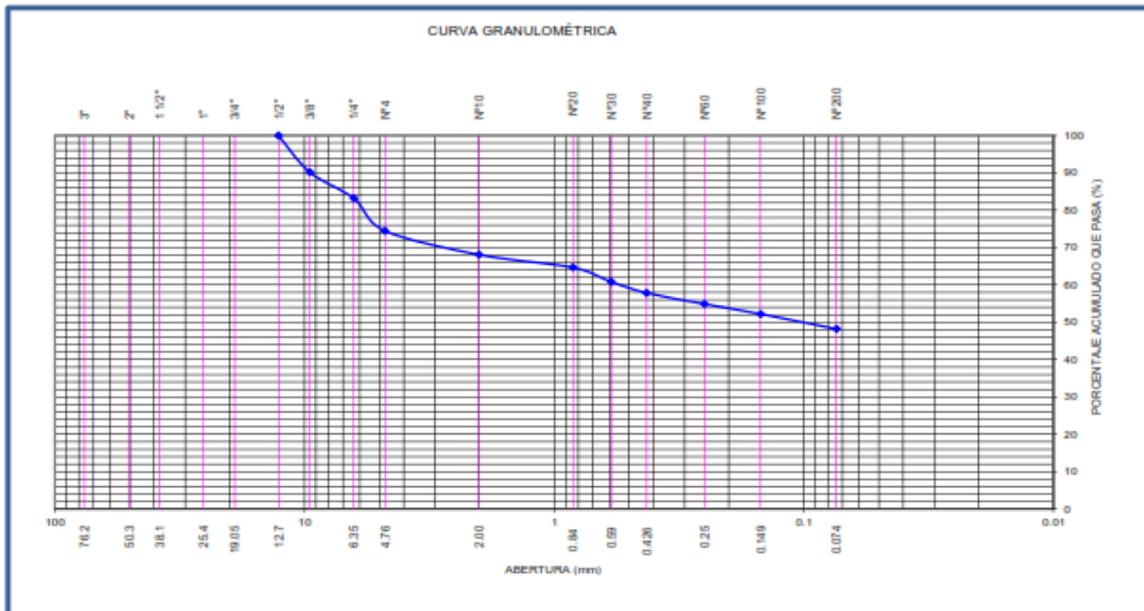
% Grava	: 25.5
% Arena	: 26.3
% Finos	: 48.2

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 37.3
Límite Plástico (%)	: 25.4
Índice Plástico (%)	: 11.9

Clasificación SUCS ASTM D2487 : **SM**

Clasificación AASHTO ASTM D3282 : **A-6(3)**

Contenido de Humedad (%) : **16.5**



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 16% + VIDRIO MOLIDO 4%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-3

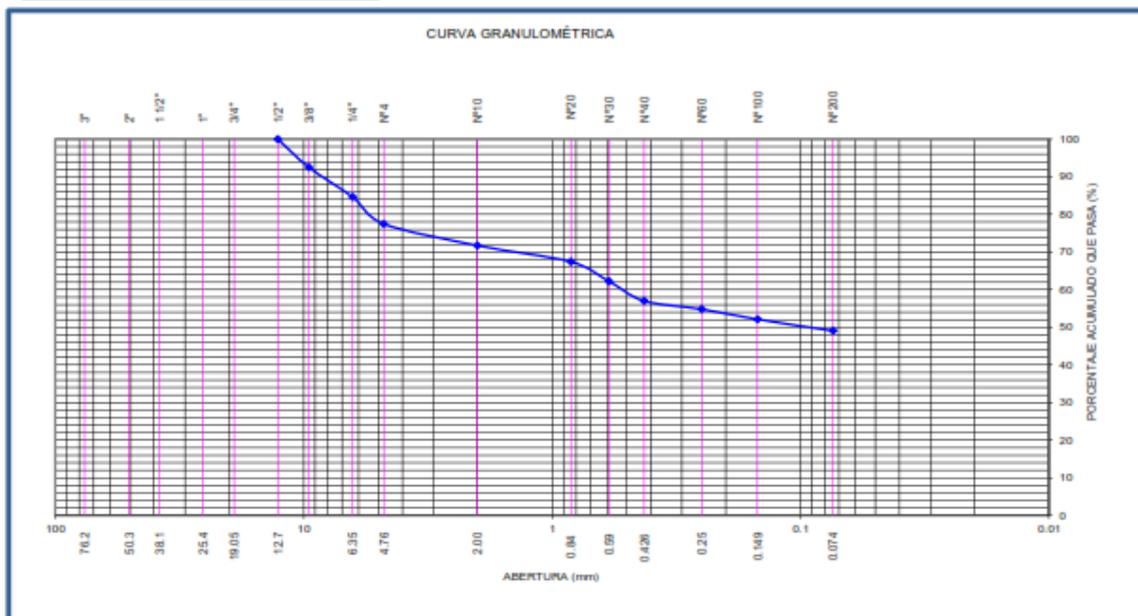
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	7.5	7.5	92.5
1/4"	6.350	7.9	15.4	84.6
Nº4	4.760	7.1	22.5	77.5
Nº10	2.000	5.8	28.3	71.7
Nº20	0.840	4.3	32.6	67.4
Nº30	0.590	5.2	37.8	62.2
Nº40	0.426	5.2	43.0	57.0
Nº60	0.250	2.2	45.2	54.8
Nº100	0.149	2.7	47.9	52.1
Nº200	0.074	3.1	51.0	49.0
FONDO		49.0		

% Grava	: 22.5
% Arena	: 28.4
% Finos	: 49.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 34.5
Límite Plástico (%)	: 25.2
Índice Plástico (%)	: 9.3

Clasificación SUCS ASTM D2487 : **SM**  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : **A-4(2)**  
 Contenido de Humedad (%) : **16.4**



*Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante*



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 14% + VIDRIO MOLIDO 6%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-1

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	5.2	5.2	94.8
1/2"	12.700	6.2	11.4	88.6
3/8"	9.525	5.3	16.7	83.3
1/4"	6.350	5.0	21.8	78.2
Nº4	4.760	4.5	26.3	73.7
Nº10	2.000	8.5	34.7	65.3
Nº20	0.840	6.4	41.1	58.9
Nº30	0.590	3.0	44.1	55.9
Nº40	0.426	2.6	46.7	53.3
Nº60	0.250	2.8	49.5	50.5
Nº100	0.149	3.9	53.4	46.6
Nº200	0.074	3.5	56.9	43.1
FONDO		43.1		

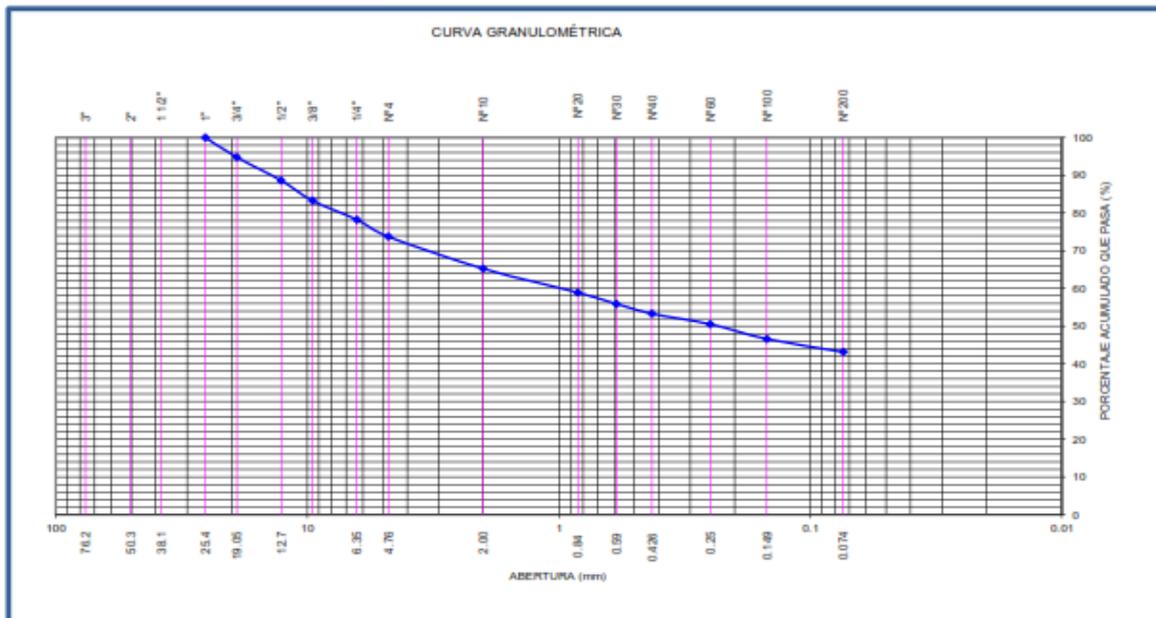
% Grava	: 26.3
% Arena	: 30.6
% Finos	: 43.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 33.2
Límite Plástico (%)	: 23.8
Índice Plástico (%)	: 9.4

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SM

Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-4(1)

Contenido de Humedad (%) : 13.6



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 14% + VIDRIO MOLIDO 6%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-2

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	-
1 1/2"	38.100	-	-	-
1"	25.400	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	5.7	5.7	94.3
3/8"	9.525	5.4	11.1	88.9
1/4"	6.350	6.2	17.3	82.7
Nº4	4.760	5.3	22.6	77.4
Nº10	2.000	4.4	27.1	72.9
Nº20	0.840	5.1	32.2	67.8
Nº30	0.590	6.4	38.6	61.4
Nº40	0.426	5.1	43.7	56.3
Nº60	0.250	4.7	48.4	51.6
Nº100	0.149	1.8	50.3	49.7
Nº200	0.074	1.8	52.1	47.9
FONDO		47.9		

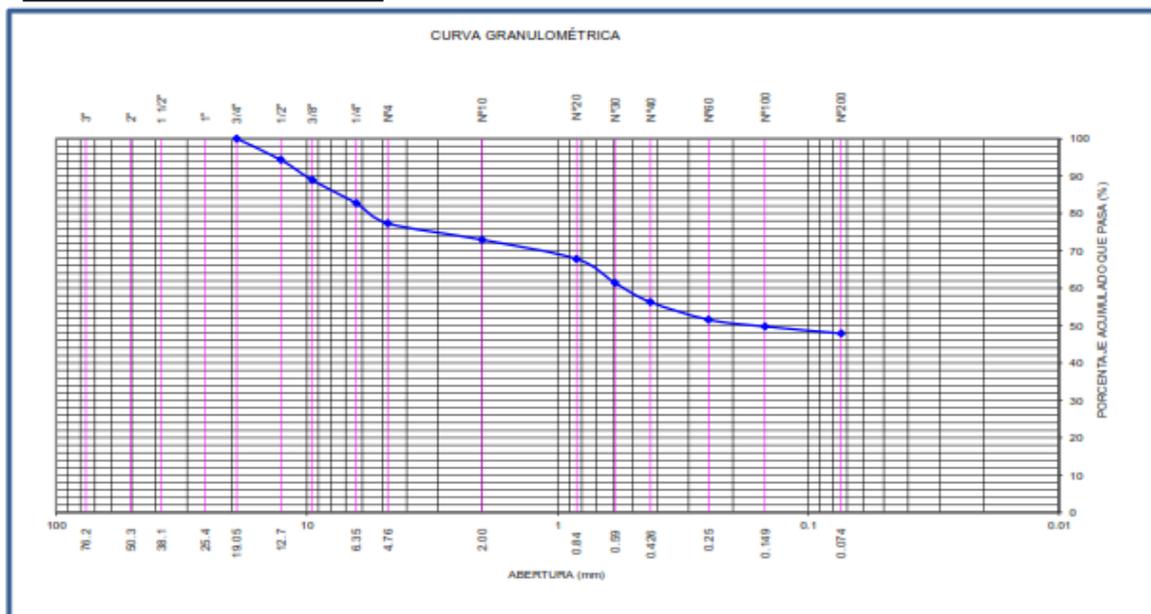
% Grava	: 22.6
% Arena	: 29.4
% Finos	: 47.9

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 33.4
Límite Plástico (%)	: 23.8
Índice Plástico (%)	: 9.6

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SM

Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-4(2)

Contenido de Humedad (%) : 14.6



*Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante*



**ENTIDAD** : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**SOLICITANTE** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**UBICACIÓN** : CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**MATERIAL** : ARCILLA 80% + CONCRETO RECICLADO 14% + VIDRIO MOLIDO 6%  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Muestra : M-3

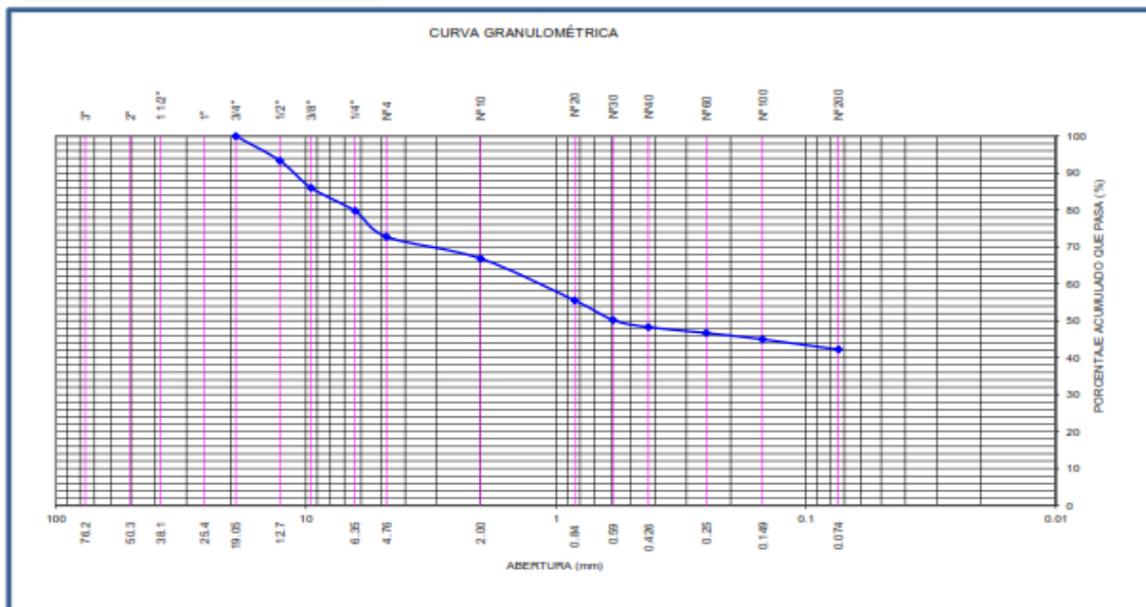
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	6.6	6.6	93.4
3/8"	9.525	7.4	14.0	86.0
1/4"	6.350	6.3	20.3	79.7
Nº4	4.760	7.0	27.2	72.8
Nº10	2.000	5.9	33.1	66.9
Nº20	0.840	11.4	44.5	55.5
Nº30	0.590	5.3	49.8	50.2
Nº40	0.426	1.9	51.7	48.3
Nº60	0.250	1.6	53.3	46.7
Nº100	0.149	1.7	55.0	45.0
Nº200	0.074	2.8	57.8	42.2
FONDO		42.2		

% Grava	: 27.2
% Arena	: 30.5
% Finos	: 42.2

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	:	32.9
Límite Plástico (%)	:	24.4
Índice Plástico (%)	:	8.5

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SM  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-4(1)  
 Contenido de Humedad (%) : 12.2



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

**Material** : **TERRENO NATURAL**  
**Muestra** : **M-01**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**  
Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.780  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.780	1.645	1.479
Contenido de Humedad	14.7	17.0	17.1

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	40	1000	4.0
II	0.1	28	1000	2.8
III	0.1	15	1000	1.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 4.0 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 3.2 %

**d).- Expansión(%) :** 1.3

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

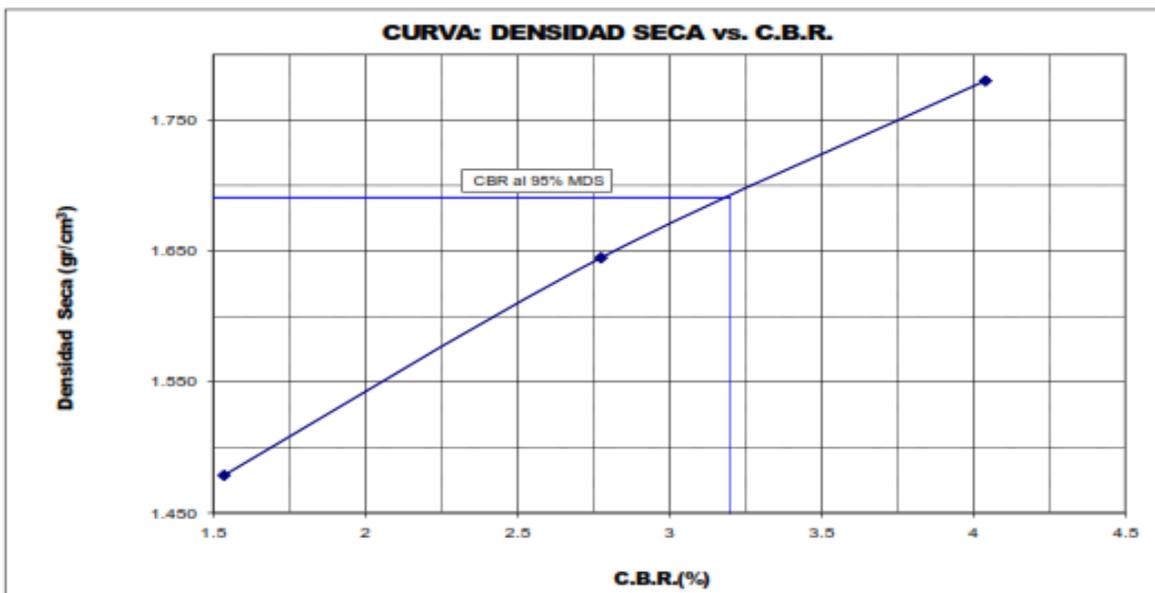
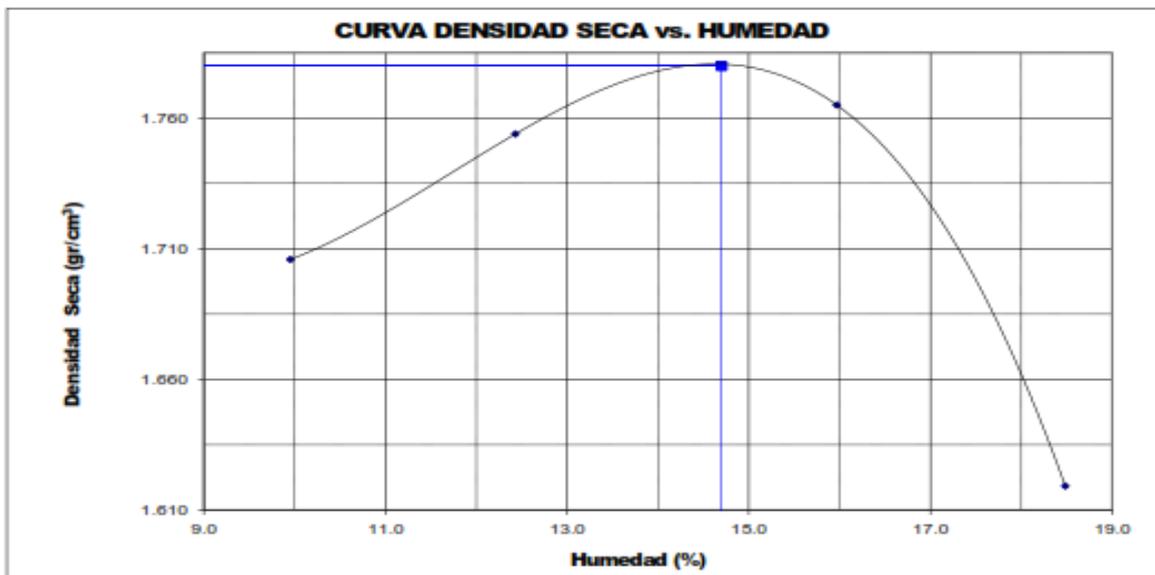


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.780  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7  
CBR al 100% de la MDS (%) : 4.0  
CBR al 95% de la MDS (%) : 3.2

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-01

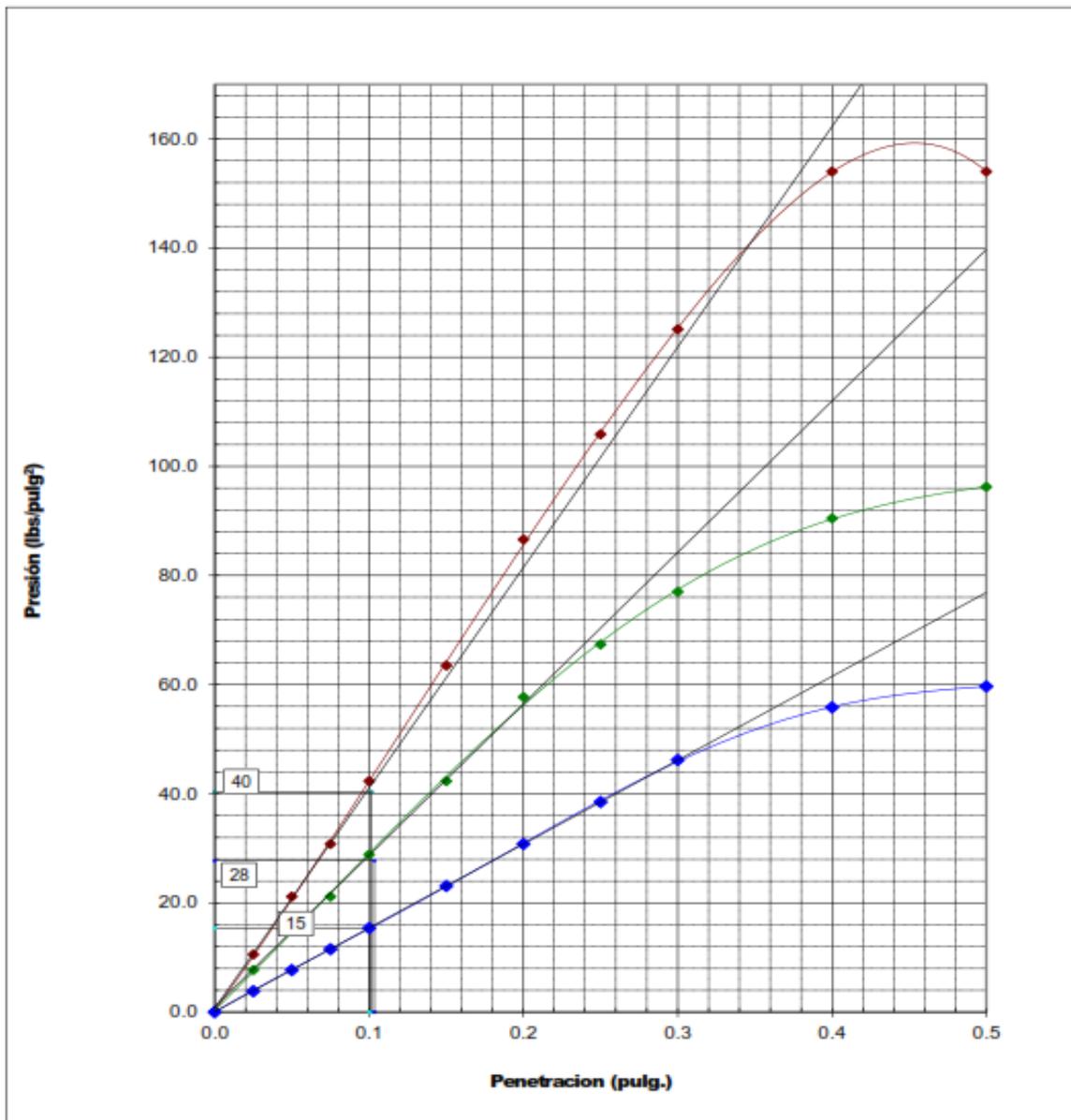




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL**  
**Muestra** : **M-01**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A**

Material : TERRENO NATURAL  
Muestra : M-02

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.780  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.780	1.662	1.576
Contenido de Humedad	14.7	14.7	14.7

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	54	1000	5.4
II	0.1	36	1000	3.6
III	0.1	23	1000	2.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 5.4 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 4.1 %

**d).- Expansión(%) :** 1.10

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

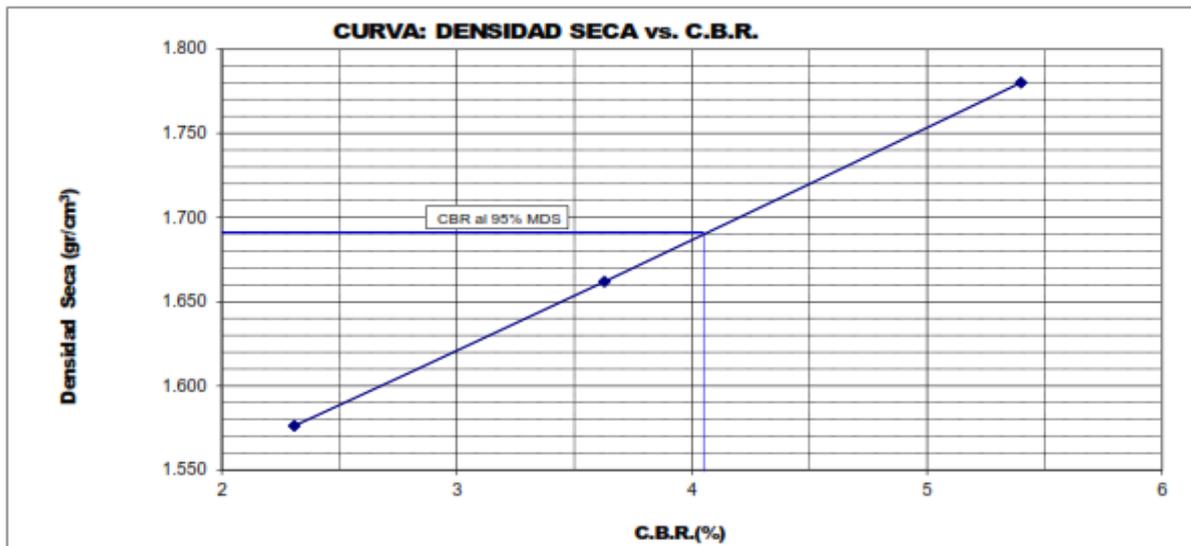
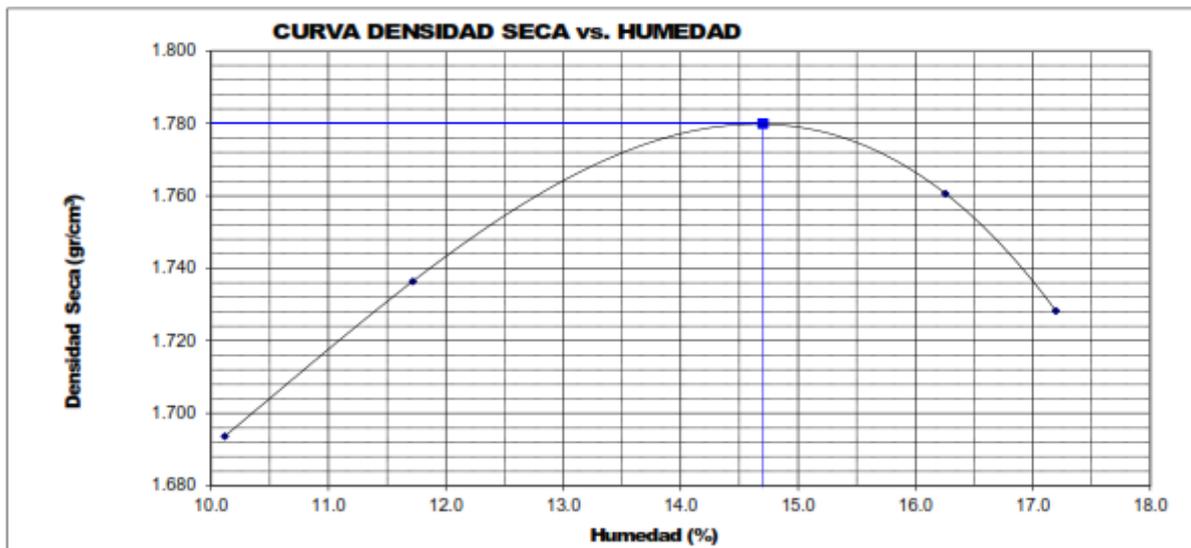


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.780  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.7  
CBR al 100% de la MDS (%) : 5.4  
CBR al 95% de la MDS (%) : 4.1

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-02

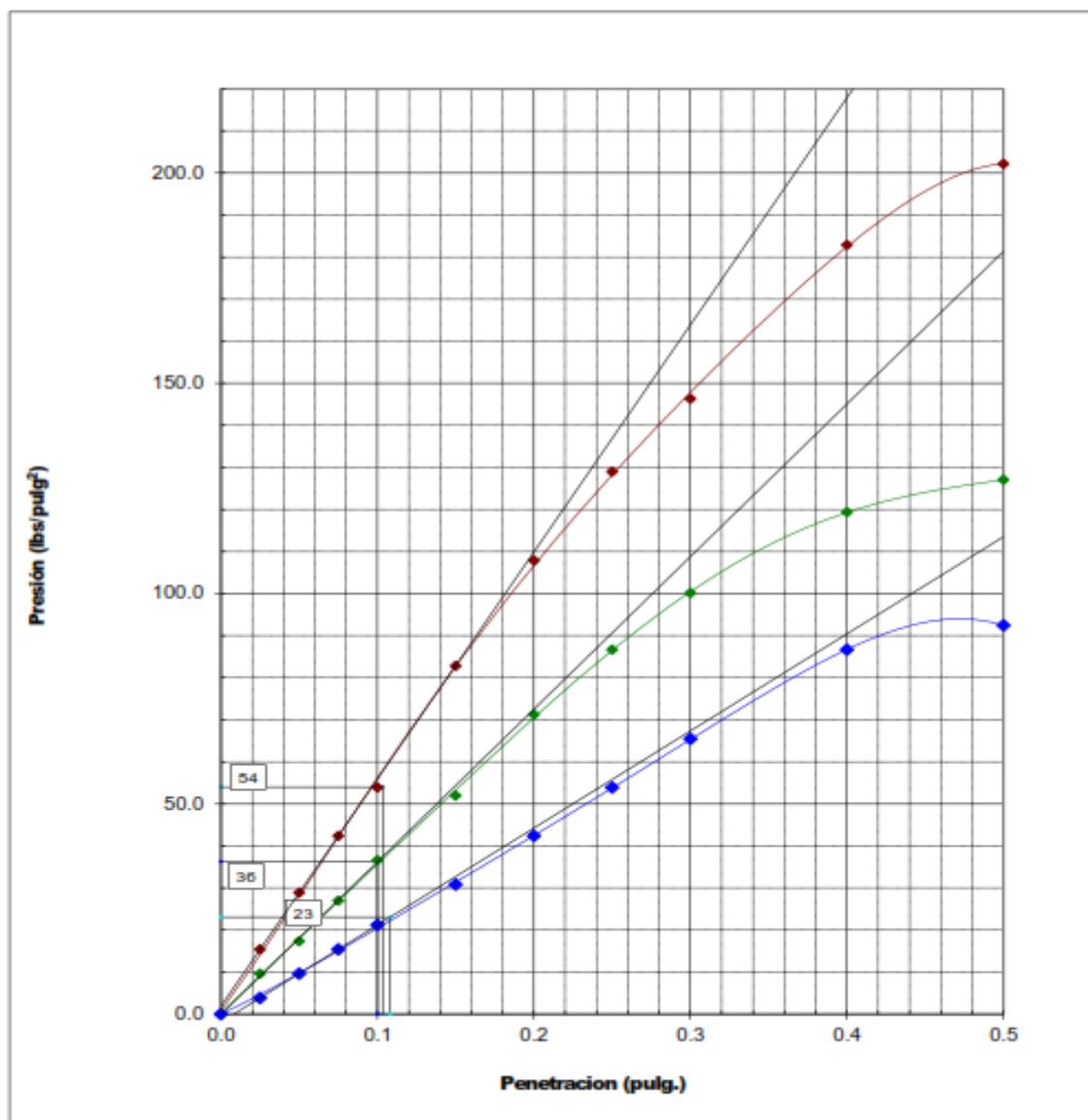




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-02





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A**

Material : TERRENO NATURAL  
Muestra : M-03

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.781  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.6

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.781	1.672	1.588
Contenido de Humedad	14.6	14.6	14.6

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	65	1000	6.5
II	0.1	39	1000	3.9
III	0.1	23	1000	2.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 6.5 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 4.3 %

**d).- Expansión(%) :** 1.10

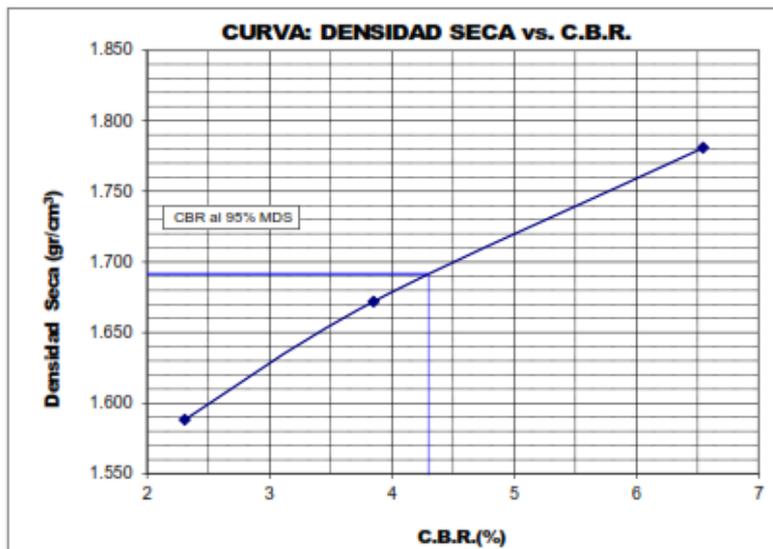
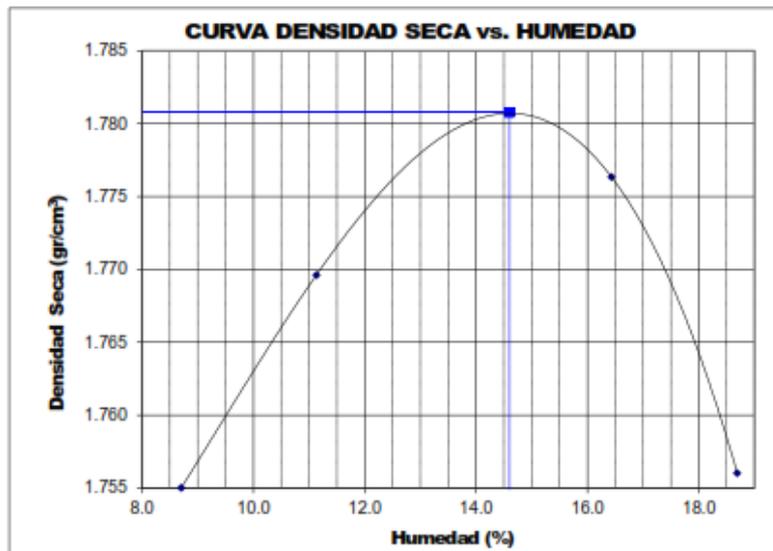
Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.781  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 14.6  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 6.5  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 4.3

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-03

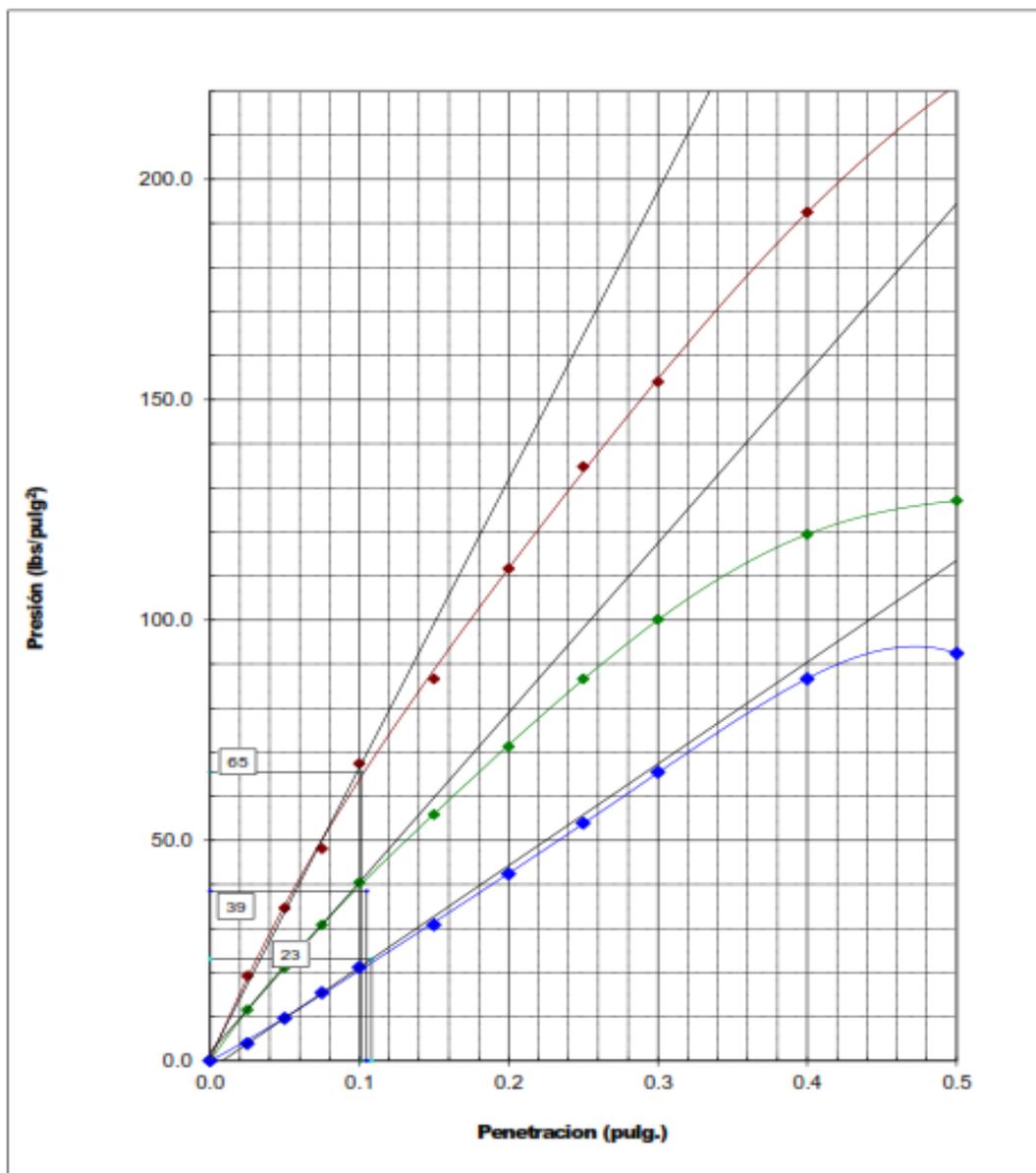




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

*Material* : TERRENO NATURAL  
*Muestra* : M-03



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

**Material** : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-01

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.018  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 8.8

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.018	1.803	1.678
Contenido de Humedad	8.8	8.8	8.9

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	160	1000	16.0
II	0.1	105	1000	10.5
III	0.1	74	1000	7.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 16.0 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.4 %

**d).- Expansión(%) :** 0.5

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

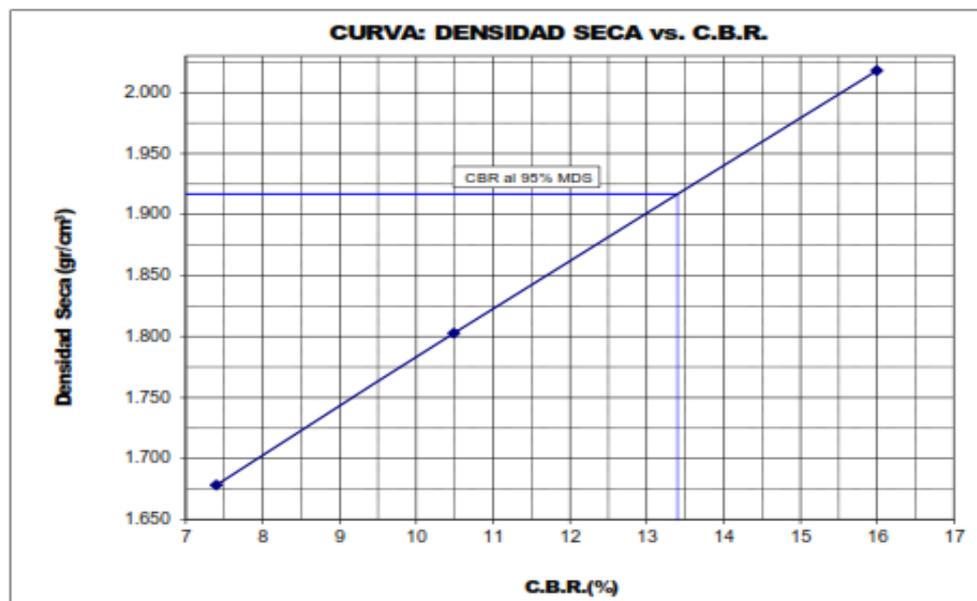
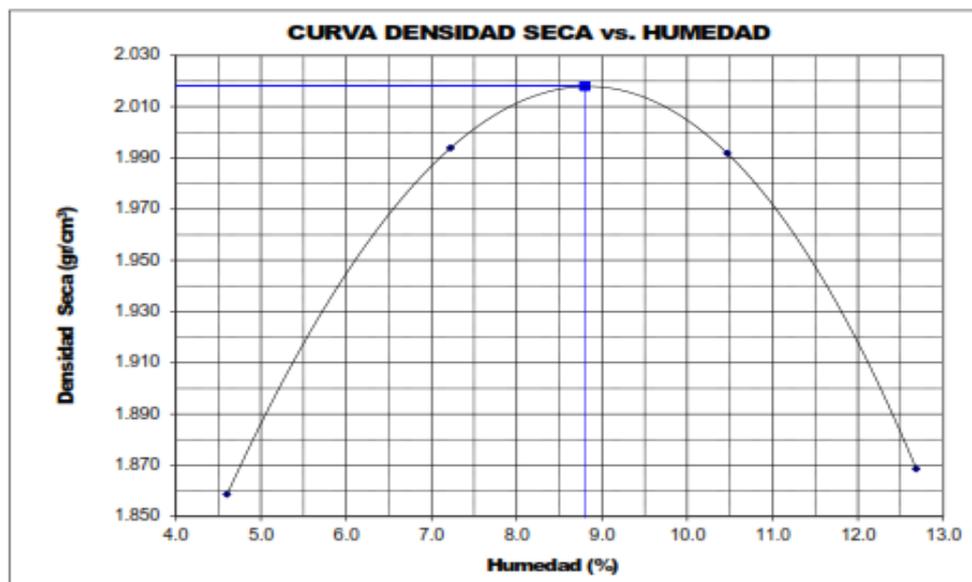


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.018  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.8  
CBR al 100% de la MDS (%) : 16.0  
CBR al 95% de la MDS (%) : 13.4

**Material** : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO  
RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-01





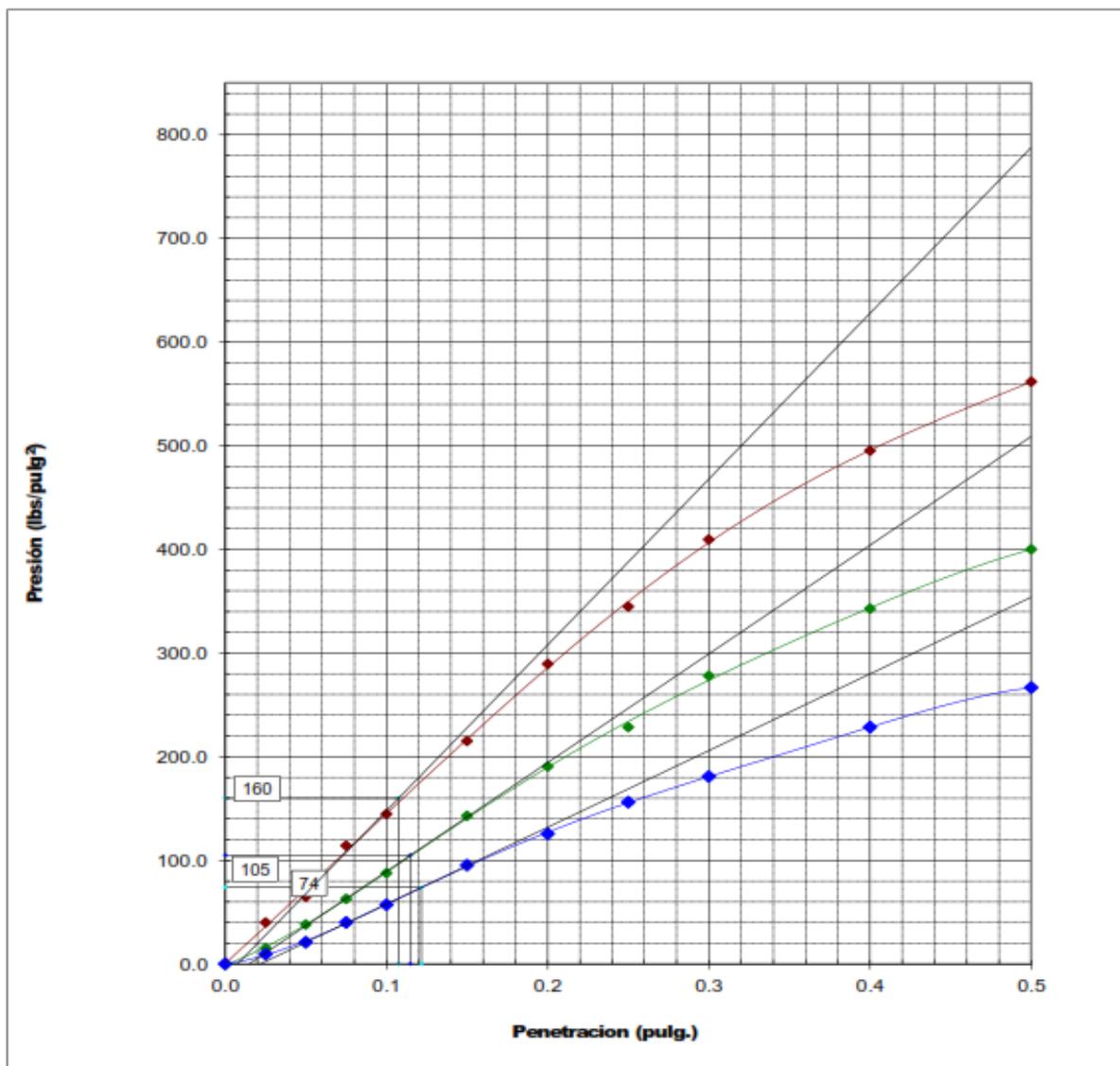
---

**UNIVERSIDAD :** CESAR VALLEJO  
**PROYECTO :** INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA :** CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA :** DICIEMBRE 2022

---

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material :** TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO  
RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra :** M-01





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Material** : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-02

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.000  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.0

**b).- Compactación de moldes**

<b>MOLDE N°</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.000	1.836	1.726
Contenido de Humedad	9.0	9.0	9.0

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

<b>MOLDE N°</b>	<b>Penetración ( pulg )</b>	<b>Presión Aplicada (<math>\text{Lb}/\text{pulg}^2</math>)</b>	<b>Presión Patrón (<math>\text{Lb}/\text{pulg}^2</math>)</b>	<b>C.B.R. (%)</b>
I	0.1	192	1000	19.2
II	0.1	107	1000	10.7
III	0.1	62	1000	6.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 19.2 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.9 %

**d).- Expansión(%) :** : 0.80 %

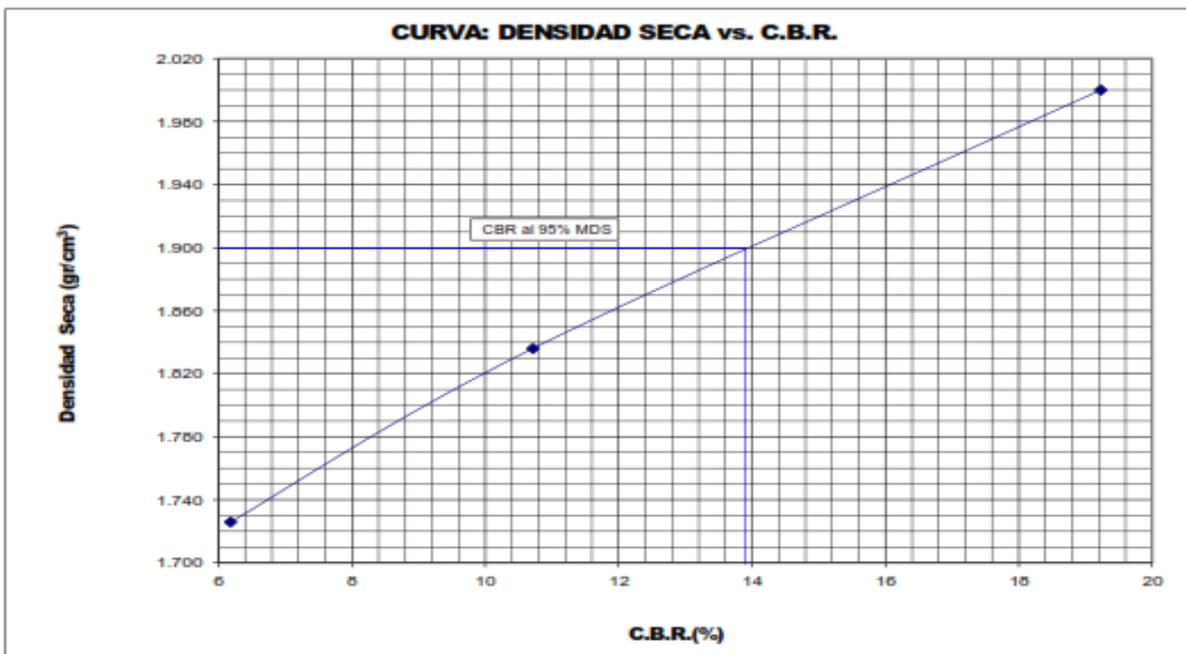
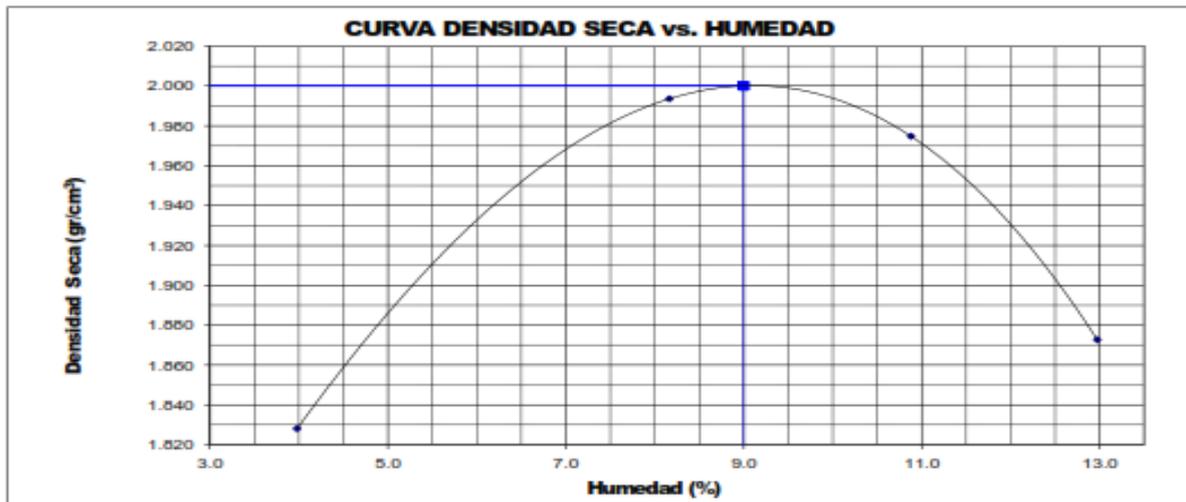
*- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante*

**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A )**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.000  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.0  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 19.2  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 13.9

Material : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO  
 RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
 Muestra : M-02

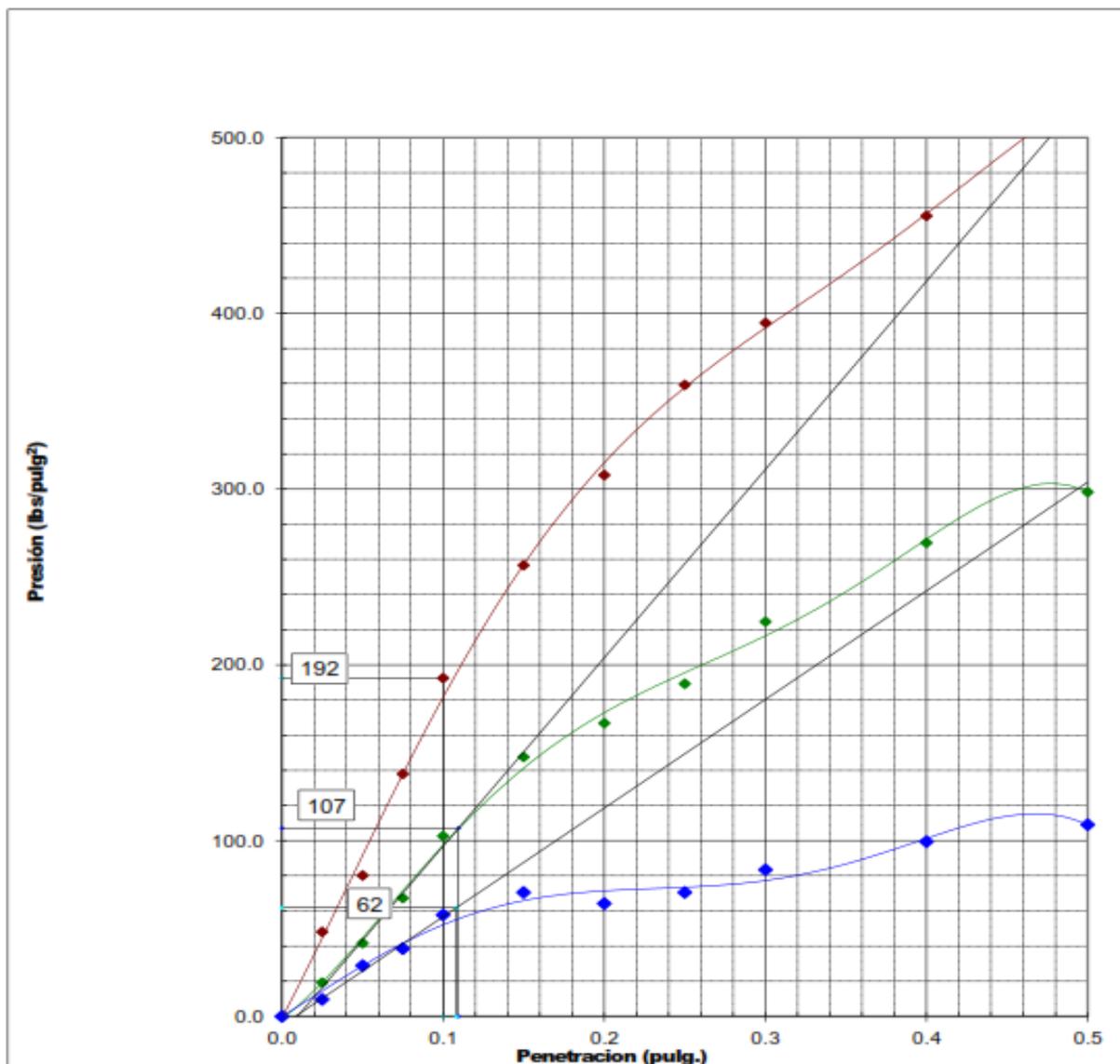




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A )**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-02**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

*Material* : **TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO**  
*Muestra* : **M-03**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.005  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.3

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.005	1.801	1.671
Contenido de Humedad	9.3	9.2	9.3

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	171	1000	17.1
II	0.1	104	1000	10.4
III	0.1	67	1000	6.7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 17.1 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.8 %

**d).- Expansión(%) :** 0.8

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

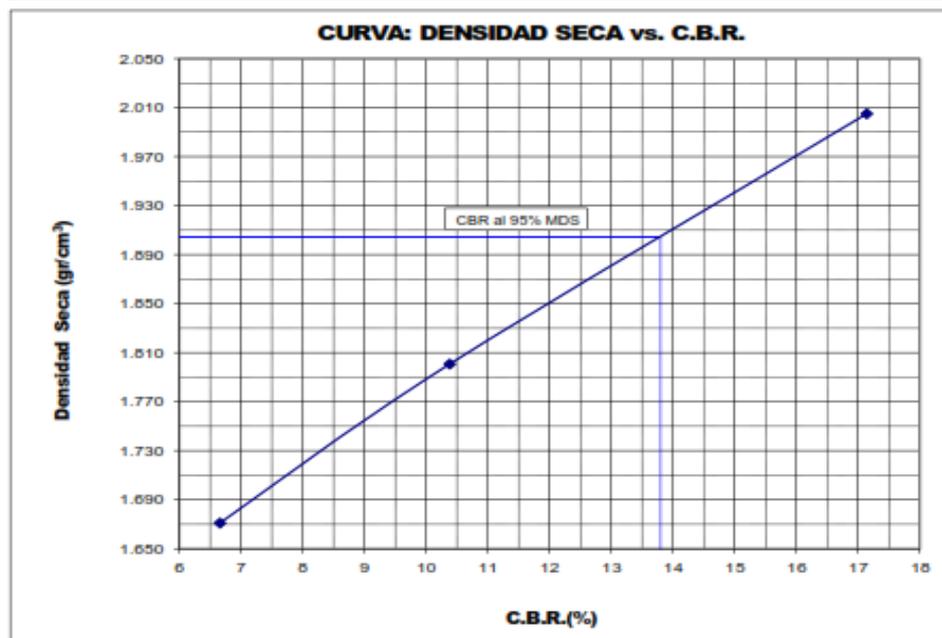
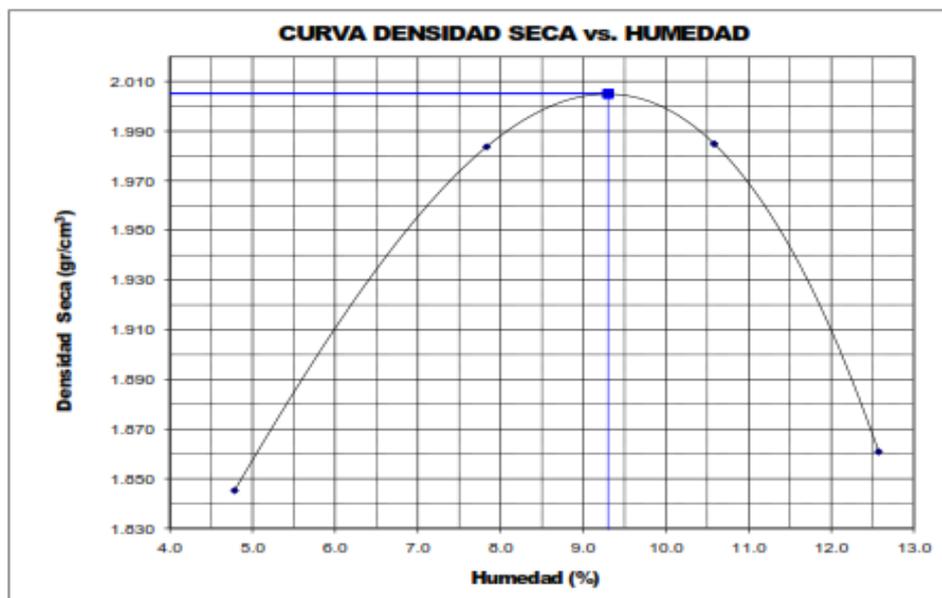


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.005  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.3  
CBR al 100% de la MDS (%) : 17.1  
CBR al 95% de la MDS (%) : 13.8

**Material** : TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO  
RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-03

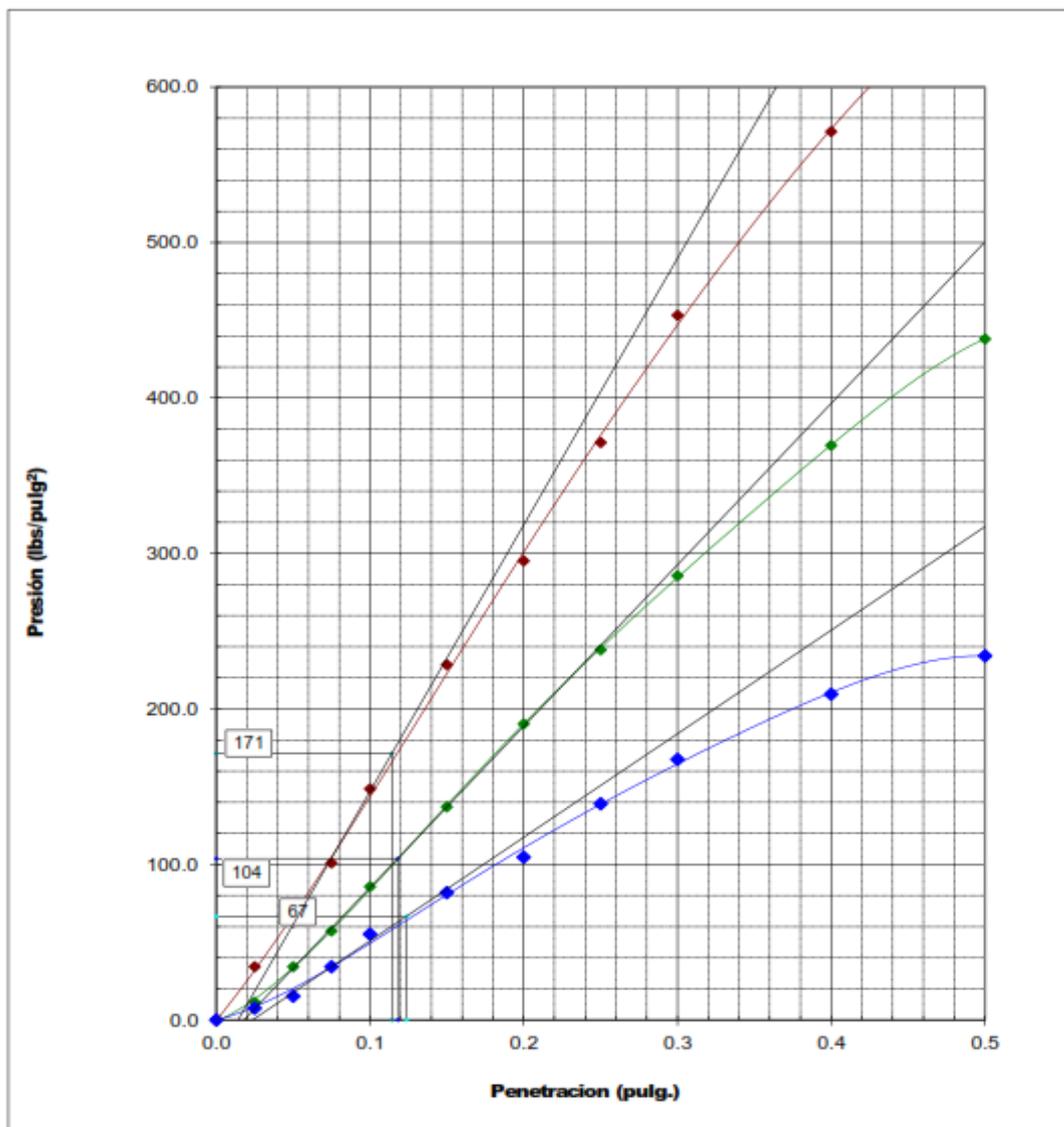




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 18% CONCRETO  
RECICLADO + 2% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-03**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-01**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr/cm}^3$ ) : 2.020  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 8.7

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.020	1.808	1.680
Contenido de Humedad	8.7	8.7	8.7

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb/pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb/pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	145	1000	14.5
II	0.1	91	1000	9.1
III	0.1	60	1000	6.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 14.5 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.9 %

**d).- Expansión(%) :** 0.6

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

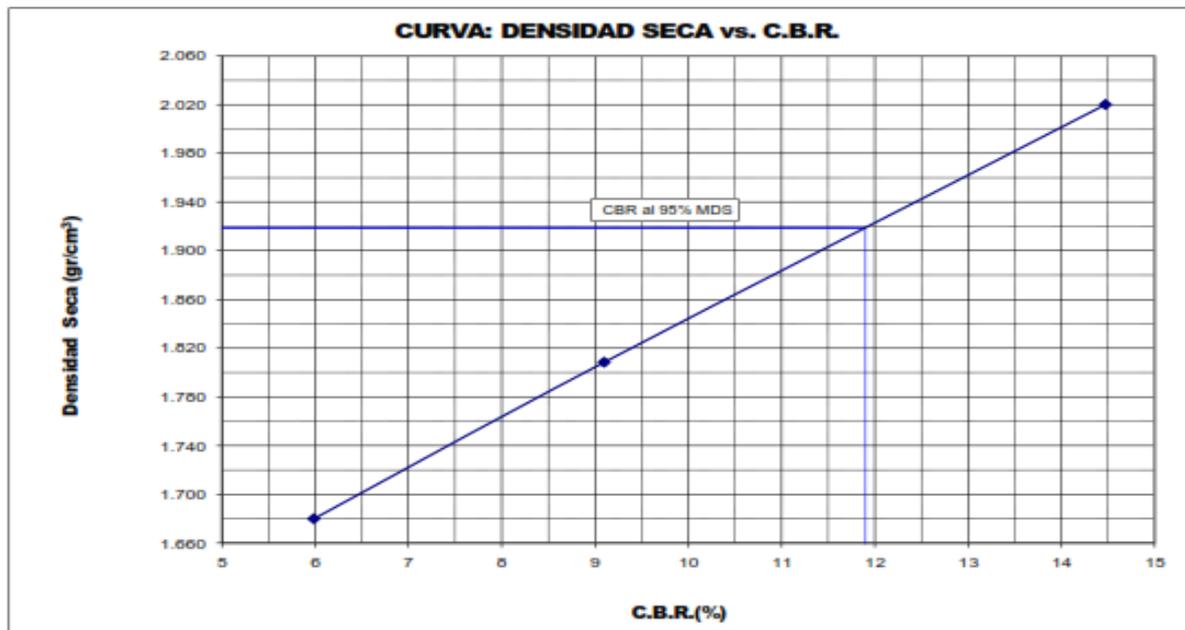
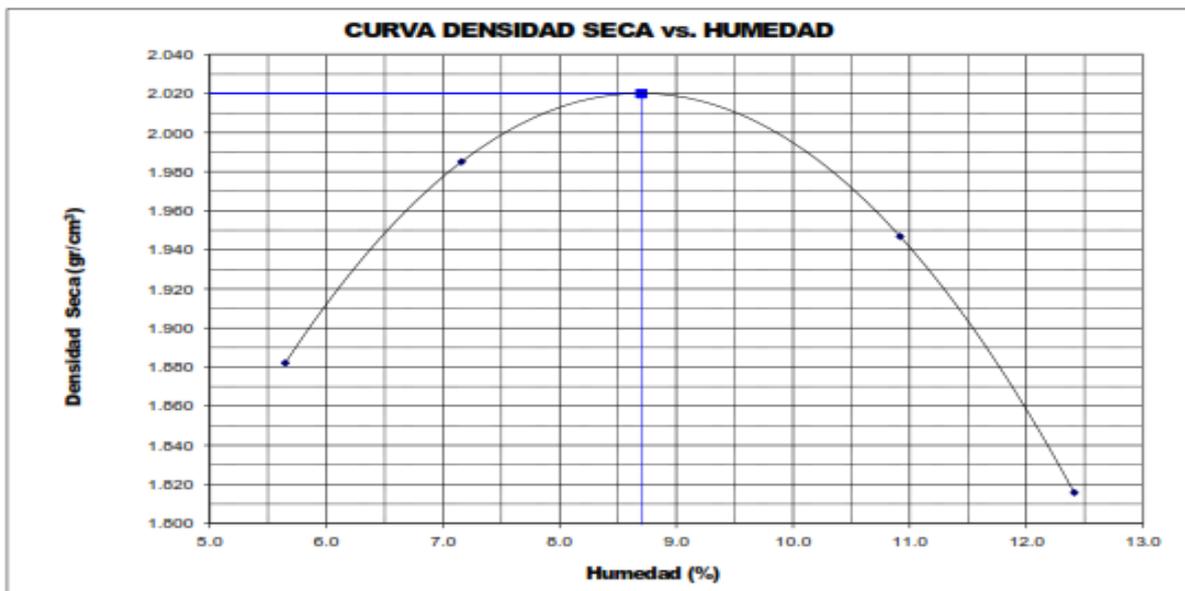


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.020  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.7  
CBR al 100% de la MDS (%) : 14.5  
CBR al 95% de la MDS (%) : 11.9

**Material** : TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-01

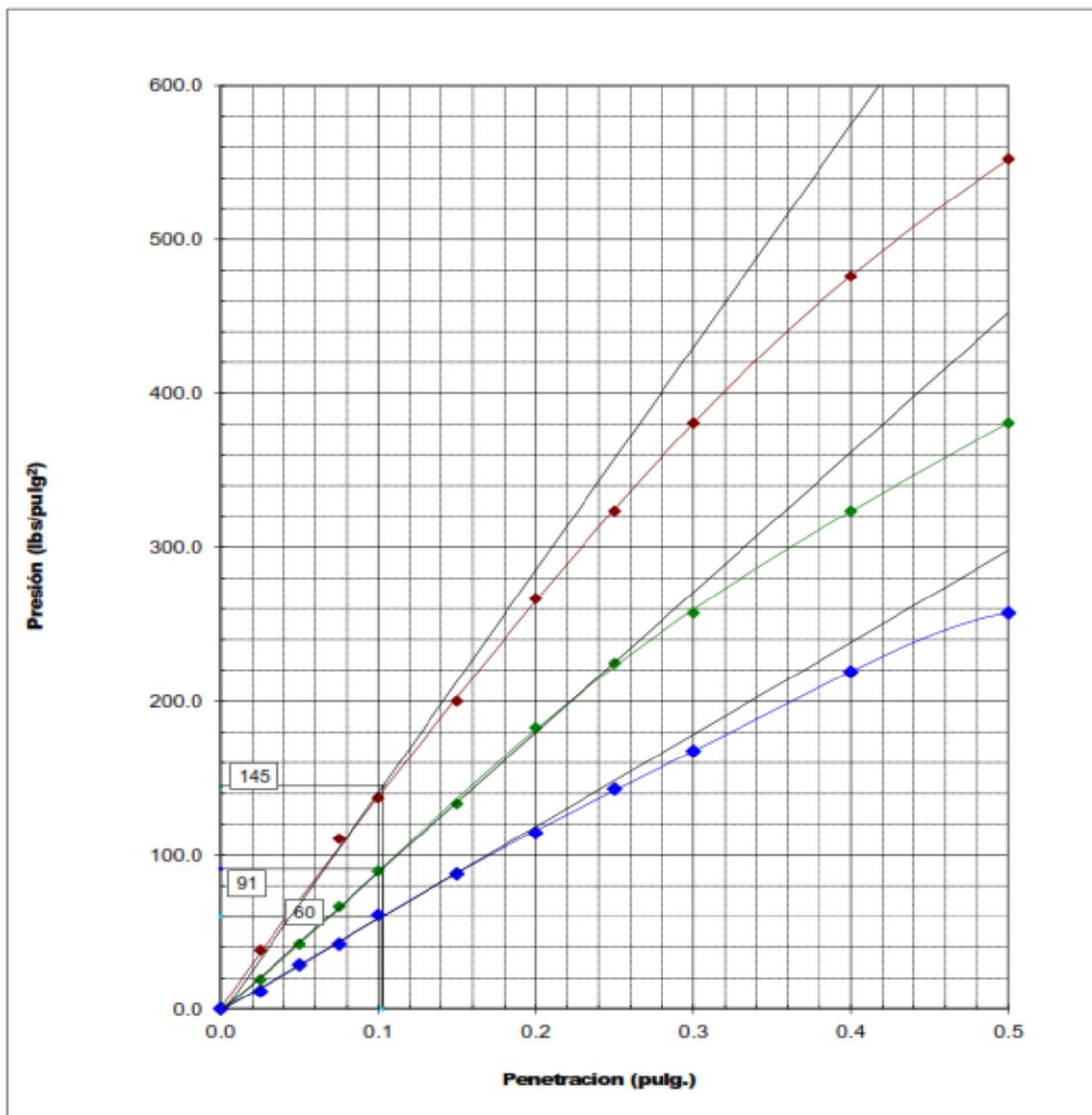




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-01**



**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

*Material* : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
*Muestra* : **M-02**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.020  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 8.9

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.020	1.776	1.636
Contenido de Humedad	8.9	8.9	8.8

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	137	1000	13.7
II	0.1	82	1000	8.2
III	0.1	52	1000	5.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 13.7 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.4 %

**d).- Expansión(%) :** 1.0

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

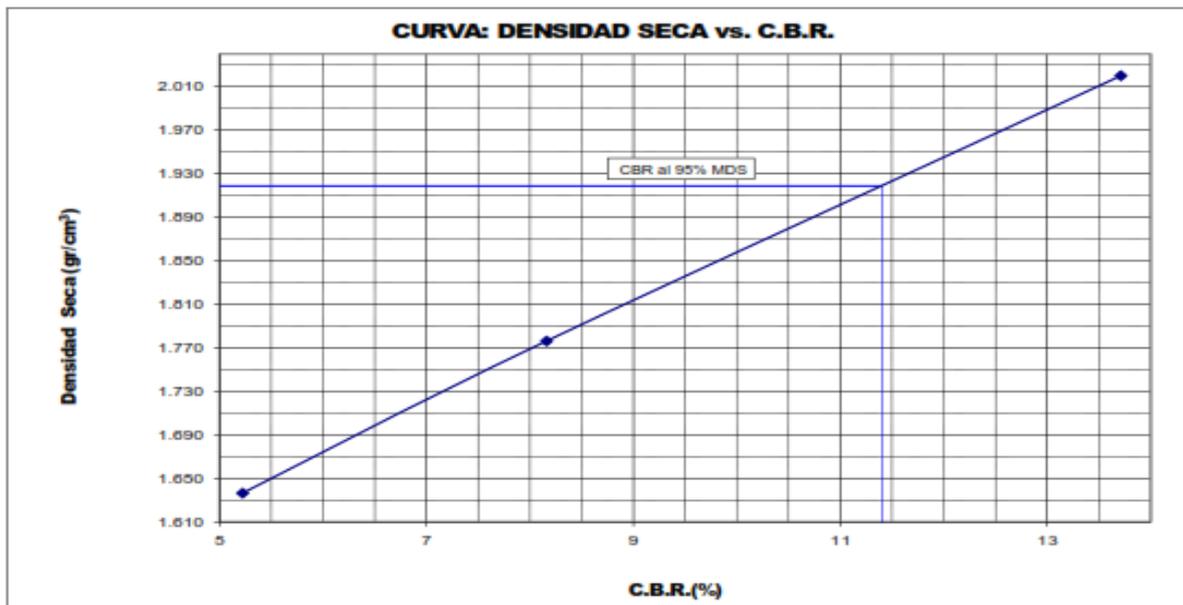
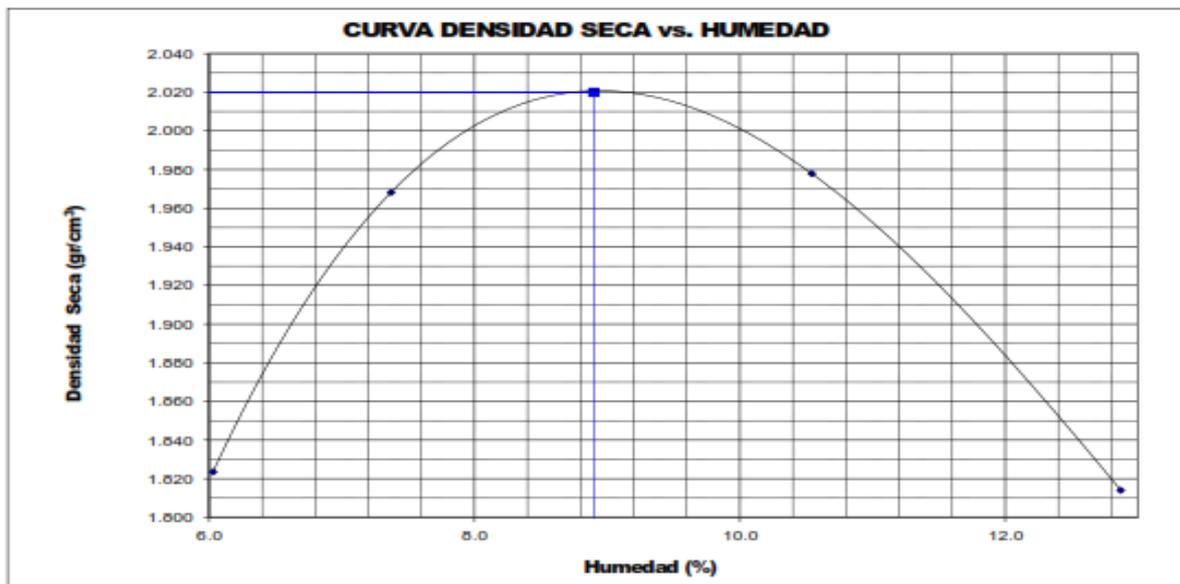


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.020  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.9  
CBR al 100% de la MDS (%) : 13.7  
CBR al 95% de la MDS (%) : 11.4

**Material** : TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-02

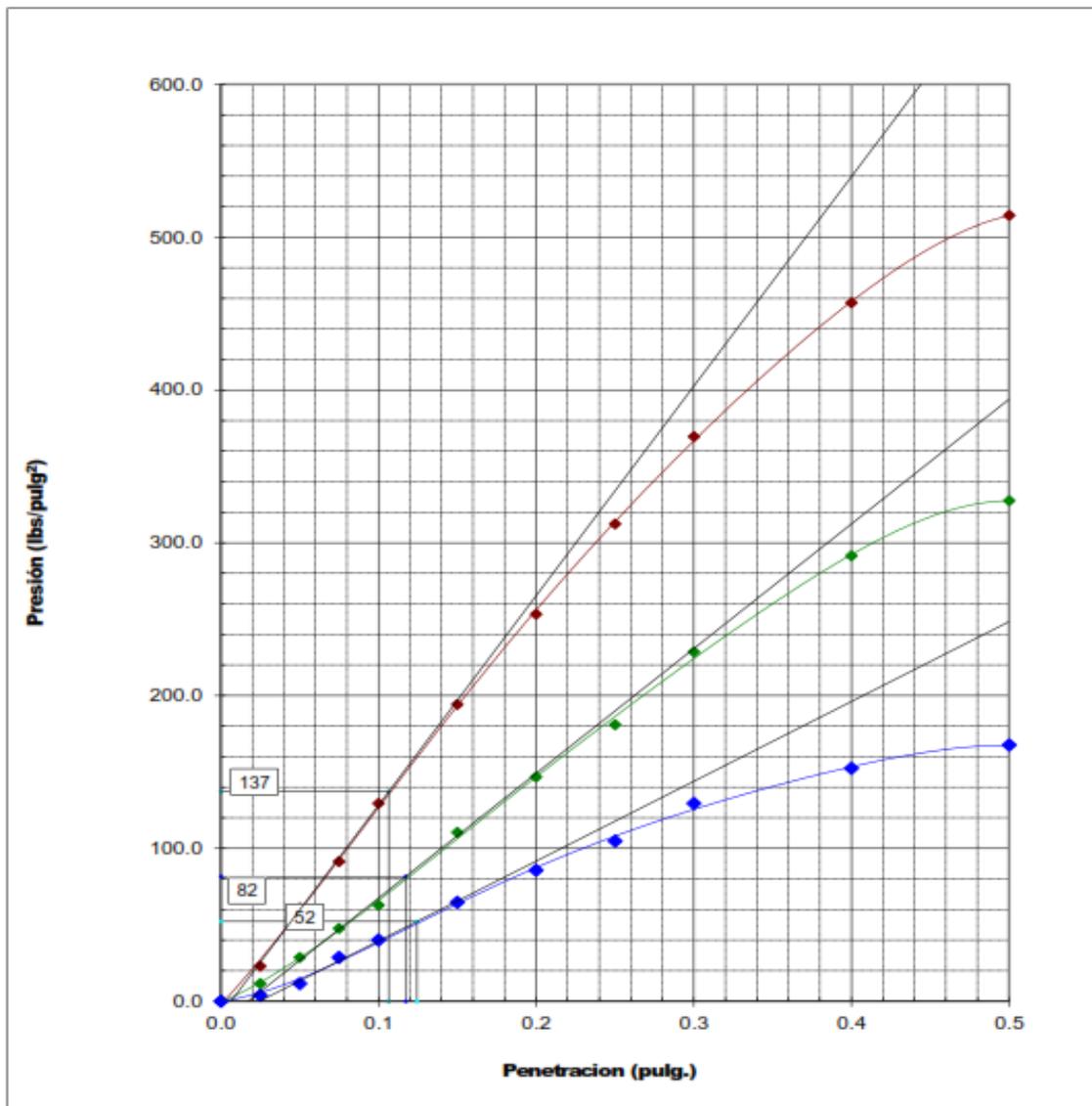




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-02**





**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-91 ( A )**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-03**

**a).- Ensayo Preliminar de Compactación**

**Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 ( A )-91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.994  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.0

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.994	1.781	1.640
Contenido de Humedad	9.0	9.0	9.0

**c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración**

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	141	1000	14.1
II	0.1	94	1000	9.4
III	0.1	64	1000	6.4

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 14.1 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 11.9 %

**d).- Expansión(%) :** 0.7

**Nota:** La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

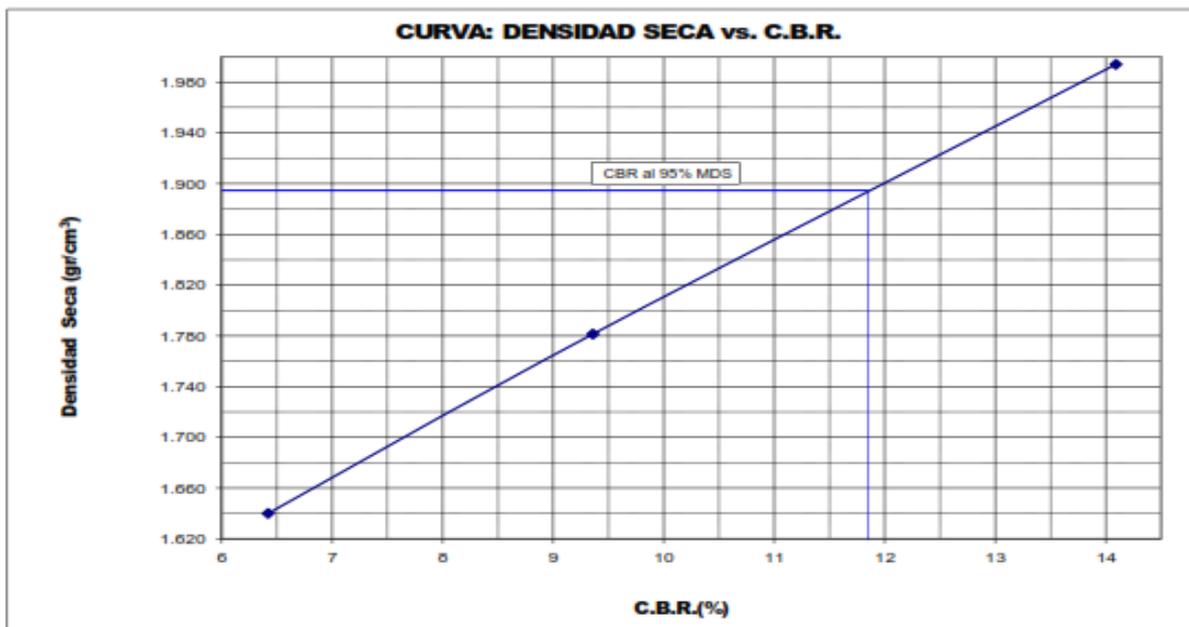
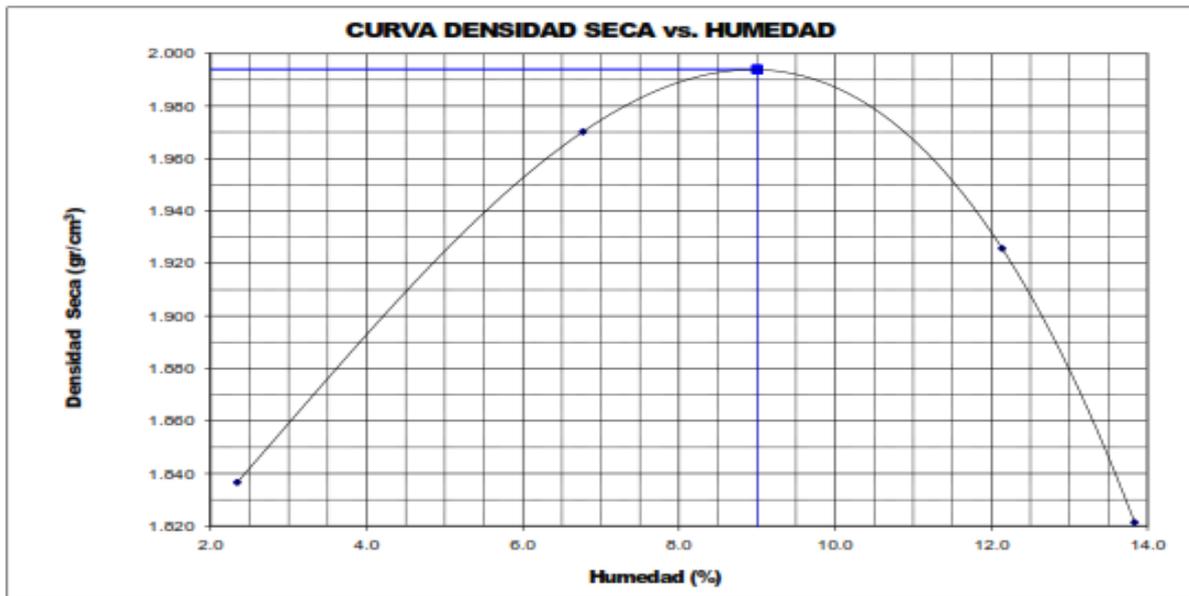


**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( A ) - 91**

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.994  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.0  
CBR al 100% de la MDS (%) : 14.1  
CBR al 95% de la MDS (%) : 11.9

**Material** : TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO  
RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO  
**Muestra** : M-03

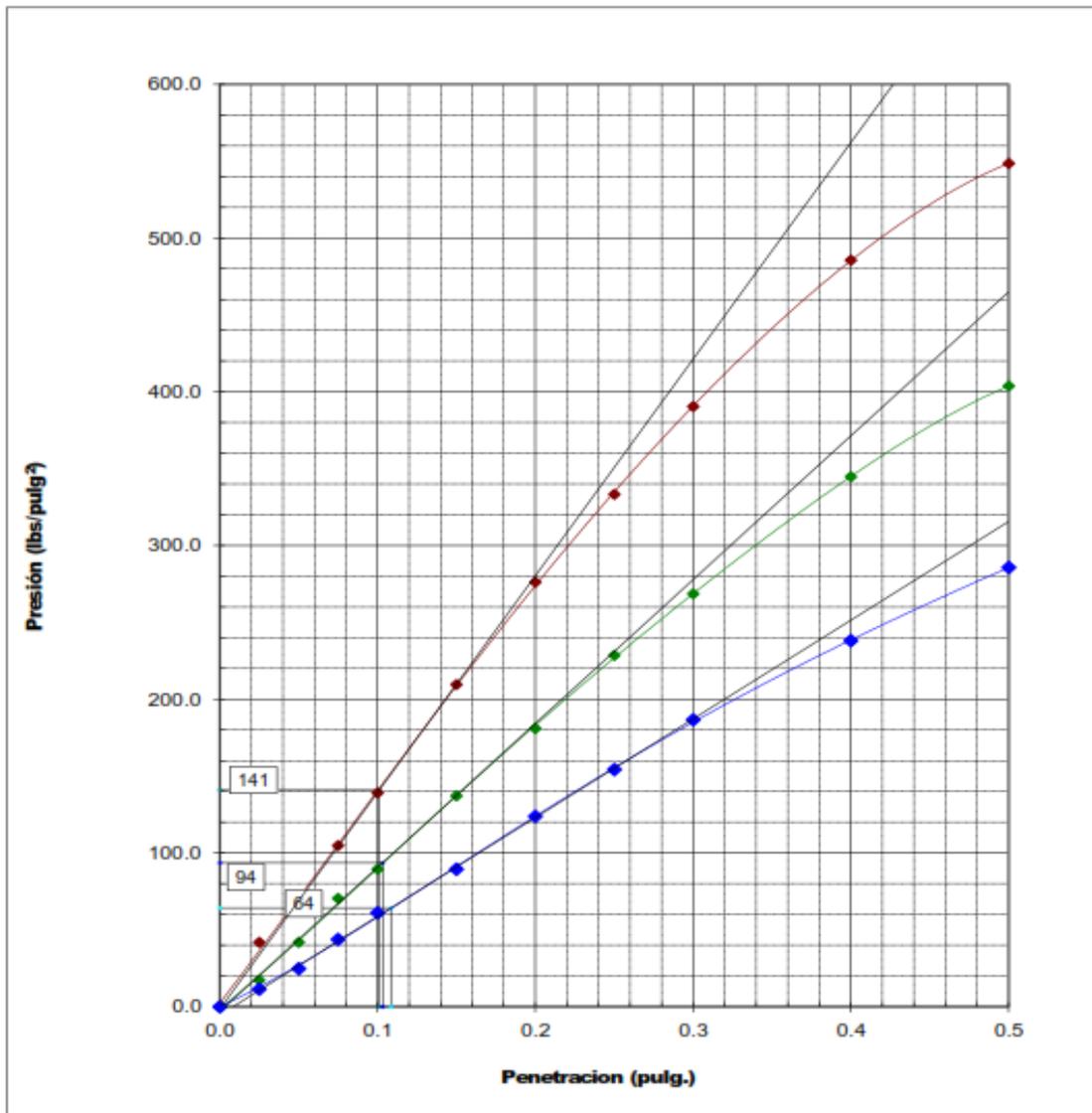




**UNIVERSIDAD** : **CESAR VALLEJO**  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO Y VIDRIO RECICLADO EN LA ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD AL AGUA DE SUELOS EXPANSIVOS, 2022  
**TESISTA** : CARLOS AUGUSTO DÁVILA GONZALES  
**FECHA** : DICIEMBRE 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( A ) - 91**

**Material** : **TERRENO NATURAL + 16% CONCRETO RECICLADO + 4% VIDRIO MOLIDO**  
**Muestra** : **M-03**



Anexo 3. Certificados de calibración de equipos de laboratorio de suelos



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 122 - 2022**

Página : 1 de 2

Expediente : T 070-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-11

1. Solicitante : GEOTEC JSB E.I.R.L.

Dirección : JR. APURIMAC NRO. 488 A.H. NUEVO PARAISO -  
CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : METROTEST  
Modelo de Prensa : MS-9  
Serie de Prensa : 475

Marca de Celda : KELI  
Modelo de Celda : A-FED  
Serie de Celda : AGB8506  
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : NO INDICA  
Modelo de Indicador : NO INDICA  
Serie de Indicador : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
AV. LA UNION NRO. 754 - PUCALLPA - UCAYALI  
09 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,0	31,3
Humedad %	55	55

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 627 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 070-2022  
Fecha de emisión : 2022-02-11

1. Solicitante : GEOTEC JSB E.I.R.L.

Dirección : JR. APURIMAC NRO. 488 A.H. NUEVO PARAISO - CALLERIA -  
CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : PERUTEST  
Modelo de Copa : PT-CC  
Serie de Copa : 039

Contómetro : ANALÓGICO  
Marca de Contómetro : UPGREEN  
Modelo de Contómetro : BSIIIS09001  
Serie de Contómetro : EM40047

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
AV. LA UNION NRO. 754 - PUCALLPA - UCAYALI  
09 - FEBRERO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

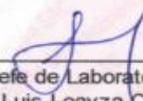
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31.3	31.2
Humedad %	58	59

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 627 - 2022

Página : 2 de 2

### Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	55,23	2,38	26,10	46,31	52,02	150,13	125,30	10,07	2,23	13,39
	55,45	2,29	26,25	46,52	52,05	150,21	125,41	10,10	2,20	13,28
	55,12	2,35	26,31	46,30	52,12	150,14	125,28	10,05	2,25	13,41
	55,20	2,37	26,15	46,35	52,20	150,12	125,32	10,07	2,19	13,38
	54,99	2,31	26,41	46,41	52,07	150,18	125,30	10,01	2,21	13,40
PROMEDIO	55,16	2,35	26,24	46,38	52,09	150,16	125,32	10,07	2,22	13,37
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	1,16	0,35	-0,76	-0,62	2,09	0,16	0,32	0,06	0,22	-0,13

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	84 %

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-070-2022**

Página: 1 de 3

**Expediente** : T 070-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-11

**1. Solicitante** : GEOTEC JSB E.I.R.L.

**Dirección** : JR. APURIMAC NRO. 488 A.H. NUEVO PARAISO -  
CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**

**Modelo** : **TRAVELER TA302**

**Número de Serie** : **B634921445**

**Alcance de Indicación** : **300 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **0,01 g**

**División de Escala Real (d)** : **0,01 g**

**Procedencia** : **CHINA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO**

**Fecha de Calibración** : **2022-02-09**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

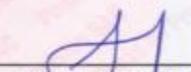
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GEOTEC JSB E.I.R.L.  
AV. LA UNION NRO. 754 - PUCALLPA - UCAYALI



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-070-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	31,0	31,1
Humedad Relativa	59,7	61,6

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 300,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 298,93 g para una carga de 300,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	31,0			31,0		
	Carga L1= 150,000 g			Carga L2= 300,001 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	150,00	0,006	-0,001	299,99	0,008	-0,014
2	150,01	0,008	0,007	300,00	0,007	-0,003
3	150,00	0,007	-0,002	300,00	0,006	-0,002
4	150,00	0,006	-0,001	300,00	0,008	-0,004
5	150,00	0,008	-0,003	300,00	0,007	-0,003
6	150,00	0,007	-0,002	300,01	0,006	0,008
7	149,99	0,006	-0,011	299,99	0,008	-0,014
8	150,00	0,008	-0,003	299,99	0,007	-0,013
9	150,01	0,007	0,008	300,00	0,006	-0,002
10	150,00	0,006	-0,001	300,00	0,008	-0,004
Diferencia Máxima				0,019		
Error máximo permitido	± 0,02 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

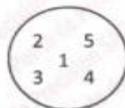
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-070-2022  
 Página: 3 de 3



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	31,0	31,0

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,100	0,10	0,008	-0,003	100,00	100,00	0,007	-0,002	0,001
2		0,10	0,007	-0,002		100,00	0,006	-0,001	0,001
3		0,10	0,006	-0,001		100,00	0,008	-0,003	-0,002
4		0,10	0,008	-0,003		100,00	0,007	-0,002	0,001
5		0,10	0,007	-0,002		99,99	0,006	-0,011	-0,009
					Error máximo permitido : ± 0,02 g				

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	31,0	31,1

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,006	-0,003						
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,002	0,20	0,008	-0,003	0,000	0,01
1,000	1,00	0,008	-0,003	0,000	0,99	0,007	-0,012	-0,009	0,01
5,000	5,00	0,007	-0,002	0,001	4,99	0,006	-0,011	-0,008	0,01
20,000	20,00	0,006	-0,001	0,002	19,99	0,007	-0,012	-0,009	0,01
50,000	50,00	0,008	-0,003	0,000	49,99	0,007	-0,012	-0,009	0,01
100,000	99,99	0,007	-0,012	-0,009	99,99	0,006	-0,011	-0,008	0,02
150,000	149,99	0,006	-0,011	-0,008	149,99	0,006	-0,011	-0,008	0,02
200,000	199,99	0,002	-0,007	-0,004	199,97	0,003	-0,028	-0,025	0,02
250,001	249,98	0,009	-0,025	-0,021	249,97	0,006	-0,032	-0,028	0,03

e.m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 6,29 \times 10^{-9} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{1,00 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 1,62 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL : Carga incrementada    E : Error encontrado    E<sub>o</sub> : Error en cero    E<sub>c</sub> : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com    E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**Anexo 4. Evidencia gráfica del trabajo en laboratorio.**



Imagen N°01: Proceso de trituración del concreto.



Imagen N°02: Muestra de terreno natural, concreto y vidrio.



Imagen N°03: Muestras de los materiales triturados.



Imagen N°04: Presentación de los materiales triturados para los ensayos.



Imagen N°05: Colocación de muestra para ensayo proctor.



Imagen N°06: Golpes a la muestra para el ensayo proctor.



Imagen N°07: Colocación de materiales para las muestras del ensayo proctor modificado.



Imagen N°08: Muestra de resultados del ensayo proctor.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis Completa titulada: "Influencia del concreto y vidrio reciclado en la estabilidad volumétrica, resistencia y susceptibilidad al agua de suelos expansivos, 2022", cuyo autor es DAVILA GONZALEZ CARLOS AUGUSTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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 Completa 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, 23 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ASCOY FLORES KEVIN ARTURO <b>DNI:</b> 46781063 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 23-01- 2023 00:29:48

Código documento Trilce: TRI - 0526511