



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Larico García, Royer (ORCID:0000-0002-2088-2237)

ASESOR:

Mg. Aybar Arriola Gustavo Adolfo (ORCID:0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Callao — Perú

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios padre todo poderoso, quién me guió por el buen camino, brindándonos fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándonos a superar las adversidades, ni desfallecer en el intento, por cuidarnos siempre y guiarnos a lo largo de nuestras vidas y por darnos la oportunidad de llegar hasta esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A nuestros padres por sus apoyos, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por la disponibilidad con los recursos necesarios para estudiar. Nos han brindado nuestros valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir nuestros objetivos, haciendo que todo esto fuera más fácil y poder cumplir con nuestras metas.

A nuestros catedráticos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo -Callao, que con su aporte académico pudimos alimentarnos de más conocimientos y ser profesionales competitivos en este mundo tan globalizado.

Finalmente, a nuestros compañeros que son un gran grupo humano y nos apoyamos mutuamente, compartiendo conocimientos y contribuyendo con la investigación.

El Autor

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la sabiduría y llenarme de fortaleza en todo momento.

A mis padres y hermanos por brindarme su apoyo durante todo el camino recorrido, que con mucho esfuerzo y cariño han hecho de mí, una persona de bien; regalándome la mejor herencia, el estudio.

Al Ing. Pablo Valderrama, asesor externo de este trabajo de investigación, por su gran disponibilidad, paciencia, enseñanza y esmero para atender a todas nuestras consultas.

Al Doctor Gustavo Aybar Arriola, asesor temático de este trabajo de investigación, por su gran disponibilidad, paciencia, enseñanza y esmero para atender a todas nuestras consultas.

A la Ing. Marcia Martos Hernández, que cimentó las bases del conocimiento, compartió su experiencia e incentivo a superarme profesionalmente.

Una especial gratitud a nuestros amigos y compañeros de clase de la Universidad Cesar Vallejo de la carrera de Ingeniería Civil, por aquellos buenos momentos que pasamos compartiendo conocimientos, experiencias, oportunidades de capacitación y desarrollo permanente; contribuyendo ampliamente en la innovación y fortalecimiento de conocimientos en nuestra formación profesional, finalmente a todas las personas que de alguna u otra manera formaron parte de esta investigación.

El Autor

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	i
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas	iv
Índice de gráficos y figuras.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO.....	3
III.METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de Investigación	11
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos Éticos.....	21
IV.RESULTADOS.....	22
V.DISCUSIÓN	24
VI.CONCLUSIONES	27
VII.RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS E IMÁGENES

Figura N°1. <i>Inspección visual de pavimentos rígidos.</i>	1
Figura N°2 y 3. <i>Inspección visual de pavimentos rígidos.</i>	2
Figura N°4. <i>Horno para los ensayos (contenido de humedad)</i>	8
Figura N°5. <i>Malla especial de lavado de muestras de Suelos.</i>	8
Figura N°6. <i>Detalles del procedimiento de Ensayo de Limite Liquido, y otros.</i>	9
Figura N°7. <i>Carta de Plasticidad, adaptado de Hind.</i>	10
Figura N°8. <i>Grupo de control, elaboración propia</i>	12
Tabla N°1. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	16
Tabla N°2. <i>Resumen de los ensayos realizados del suelo con Vidrio Soluble</i>	16
Tabla N°3. <i>Resultados de la dosificación de materiales de cantera</i>	16
Tabla N°4. <i>Resultados de la dosificación de muestras con y sin aditivo (vidrio soluble)</i>	16
Tabla N°5. <i>Resultados de los CBR con aditivo y sin aditivo (Vidrio soluble)</i>	16
<i>Imagen 1. Muestra de Material Ligante.</i>	23
<i>Imagen 2. Muestra de Material Hormigón.</i>	23
<i>Imagen 3. Pesado de Muestra sin clasificar.</i>	24
<i>Imagen 4 y 5. Secado de material y clasificación.</i>	24
<i>Imagen 6 . Pesado de muestra clasificada.</i>	25
<i>Imagen 7. Dosificación de Materiales.</i>	25
<i>Imagen 8. Aplicación de fuerza en muestra dosificada.</i>	26
<i>Imagen 9. Ensayo de CBR de muestra sin aditivo.</i>	26
<i>Imagen 10. Preparación de la muestra en condiciones desfavorables.</i>	27
<i>Imagen 11. Resultados de las muestras sometidas al ensayo de CBR.</i>	27
<i>Imagen 12 y 13. Elaboración y prueba del ensayo de Proctor.</i>	28
<i>Imagen 14. Estructura para el ensayo del CBR.</i>	28
<i>Imagen 15. Preparación de muestra con aditivo en condiciones desfavorables.</i> ..	29
<i>Imagen 16. Ensayo de CBR para muestra con Aditivo.</i>	29
<i>Imagen 17. Resultados de ensayo de CBR a la muestra con adición.</i>	30

Resumen

En la presente investigación titulada “Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021”, se citan teorías relacionadas al tema tales como la definición del suelo, la compactación, clasificación de suelos, definición de estabilización y mejoramiento y así mismo la definición de los ensayos que se usó en esta investigación como el límite líquido, límite plástico, análisis granulométrico, Proctor modificado y CBR, cuyos ensayos formarán parte del objetivo que fue el de mejorar la estabilidad del suelo con vidrio soluble para fines de uso como sub base, en el Distrito de Callería,– Ucayali. El tipo de metodología científica que se usó, fue de enfoque cuantitativo, nivel aplicado, diseño cuasi experimental. La población y la muestra es infinita ya que la cantera se pueden extraer una gran cantidad de muestras para la sub base mejorada. En cuanto al tamaño de la muestra será intencional constituida por 3 muestras a las que se le ha aplicado el mejoramiento con el vidrio soluble. Los instrumentos que se usaron para la recolección de datos para esta investigación que fueron de manera directa y confiable con las fichas técnicas de las normas estandarizadas de los siguientes ensayos: MTC E 107-2000 (granulometría), MTC E 108- 2000 (Contenido de humedad), MTC E 110-2000 (límite líquido y límite plástico) ASTM 1557, (CBR) ASTM D 4318, (Proctor modificado), este ensayo se realizó en el laboratorio de suelos. Después de realizar los ensayos correspondientes se obtuvo resultados favorables en la combinación de vidrio soluble con el material de cantera clasificado determinándose resultados óptimos y favorables para el material de cantera tradicional.

PALABRAS CLAVE: Mejoramiento, Valor Soporte, suelo, vidrio soluble.

Abstract

In the present investigation entitled "Improvement of quarry material for sub-base by increasing the CBR by adding water glass, Callería district, Ucayali 2021", theories related to the subject are cited such as the definition of the soil, compaction, soil classification, definition of stabilization and improvement and also the definition of the tests that was used in this research such as the liquid limit, plastic limit, granulometric analysis, modified Proctor and CBR, whose tests will be part of the objective that was to improve the stability of the soil with water glass for purposes of use as a sub base, in the District of Callería, - Ucayali. The type of scientific methodology that was used was quantitative approach, applied level, quasi-experimental design. The population and sample is infinite since the quarry can extract a large number of samples for the improved subbase. Regarding the size of the sample, it will be intentionally constituted by 3 samples to which the improvement with water glass has been applied. The instruments that were used to collect data for this research that were directly and reliably with the technical sheets of the standardized norms of the following tests: MTC E 107-2000 (granulometry), MTC E 108-2000 (Content of moisture), MTC E 110-2000 / (liquid limit and plastic limit) ASTM 1557, (CBR) ASTM D 4318, (Modified Proctor), this test was carried out in the soil laboratory. After carrying out the corresponding tests, favorable results were obtained in the combination of water glass with the classified quarry material, determining optimal and favorable results for the traditional quarry material.

Keywords: Improvement, support value, soil, water glass

I. INTRODUCCIÓN

REALIDAD PROBLEMÁTICA

El estudio de investigación tiene como enfoque el poder analizar la problemática relacionada con el mejoramiento de material de cantera para ser utilizado como sub base, adicionando vidrio soluble en el Distrito de Callería, Ucayali. Se ha podido observar que existe una normalización de procedimiento de clasificación y dosificación para el mejoramiento de material de cantera para sub base, en dichos procedimientos no se ha considerado que los materiales de cantera no son completamente puros es por ello que se induce a un error al momento de realizar una diseño de proporción de materiales tales como 70% - 30% Hormigón – Ligante entre otros, el no considerar estos parámetros o porcentajes significantes afectan directamente a los proyectos relacionados con la sub base o sub rasante.

La manera de lograr estabilizar o mejorar la sub base y subrasante de material de cantera para incrementar el valor soporte, también conocido como capacidad de carga que a lo largo de los años se relacionan con los proyectos de construcción, se realizan a través de diferentes métodos siendo los más populares las estabilizaciones químicas y mecánicas.

La mayoría de suelos tienden a perder humedad y sufren cambios volumétricos en sus propiedades físicas y mecánicas, que pueden lograr ocasionar problemas significativos además de costos económicos en cualquier infraestructura de pavimentos, edificación y otro tipo de edificación relacionado con la dosificación de material de cantera para ser utilizado como sub base.



Figura. 1 Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos (2006)



Figura. 2 y 3 Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos (2006)

Con el diseño y técnicas de mejoramiento y estabilización adecuadas, que consisten en dosificaciones óptimas de materiales estabilizantes para la construcción de estructuras principalmente viales se pueden reducir resultados no deseados en los suelos arcillosos, utilizados en subrasante, bases o sub bases, con el fin de poder evitar los colapsos o volcamientos de cualquier tipo de estructura principalmente estructuras viales.

Ante lo evidenciado podemos destacar, que el Problema general de la presente investigación es conocer **¿De qué manera podemos mejorar el material de cantera clasificado para utilizar como sub base e incrementar el valor soporte por adición de vidrio soluble en el distrito de Callería, Ucayali 2021?** y como problemas específicos también se conocerá **¿En qué medida podemos obtener una dosificación optima del material de cantera clasificado (Hormigón + Ligante) para ser utilizado como sub base en el distrito de Callería, Ucayali 2021?**, y de igual forma también comprender **¿De qué manera podríamos mezclar el material de cantera con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base?** y por ultimo también determinar **¿De qué manera se analiza el comportamiento físico- mecánico de material de cantera clasificado, adicionando vidrio soluble, en el distrito de Callería, Ucayali 2021?**

Para estos problemas nos planteamos como objetivo general el **Mejorar el material de cantera para utilizar como sub base con la finalidad de incrementar el valor soporte por adición de vidrio soluble, en el distrito de Callería, Ucayali 2021**, teniendo en cuenta que como objetivos específicos

debemos, **Determinar la dosificación óptima de material de cantera clasificado (Hormigón +Ligante) para ser utilizado como sub base en el distrito de Callería, Ucayali 2021**, además de **Dosificar de manera adecuada el material de cantera obtenido con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base en el distrito de Callería Ucayali,2021**, y como consecuencia se logrará **Analizar el comportamiento físico y mecánico de material de cantera clasificado, adicionado con vidrio soluble, en el distrito de Callería Ucayali, 2021**.

Teniendo en cuenta los problemas mencionados se plantea como hipótesis general que al aplicar procedimientos de estabilización, **Se logra mejorar material de cantera clasificada para sub base incrementando la capacidad soporte utilizando vidrio soluble en el distrito de Callería Ucayali 2021**. Además de tener como primera hipótesis que **La determinación óptima de material de cantera clasificado (hormigón + Ligante) se utiliza como sub base en el distrito de Callería Ucayali 2021**, como segunda hipótesis se resolverá que **La dosificación adecuada que se obtiene de la mezcla del suelo de cantera con vidrio soluble da como resultado materiales para sub base en el distrito de Callería Ucayali 2021** y como última hipótesis se tiene que **El análisis del comportamiento físico y mecánico de material de cantera con adición de vidrio soluble tiene parámetros para utilizarse como sub base en el distrito de Callería Ucayali 2021**.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se mencionarán determinados antecedentes de ciertos autores que realizaron indagaciones, investigaciones y aportes y que influyeron en el presente proyecto de investigación, mismos que ayudaron a poder comprender el descubrimiento y la exploración.

Como base teórica Crespo (2004), indica que en cuanto a la terminología del suelo se define como una delgada capa de un material sobre la corteza de la tierra, este material es proveniente de la desintegración meteorización, sedimentación y otros procesos morfológicos de las Rocas, además de la

alteración química y física. Durante estos procesos de formación también se deben considerar los residuos de las actividades de seres vivos y la desintegración de los mismos que integran, son parte o colaboran en el proceso de formación.

Asimismo, Peck et al. (1983) diferencia la semántica de los terminos de roca o suelo, esto debido a que una roca es considerada como un agregado natural cuya característica es poseer granos minerales y estos a su vez presentan una alta cohesividad fuerza que es muy grande y permanente. En cuanto al suelo también se afirma que es un agregador natural de granos minerales, pero este podría incluir dentro de su composición componentes orgánicos, estos componentes que pueden ser determinantes en procesos de construcción puede ser separados o segregados por métodos normalizados de clasificación los cuales pueden incluir fuerza mecánica.

A nivel nacional según el Manual de Carreteras (1996), se manifiesta que los suelos comprenden todo tipo de materiales terrosos, estos materiales pueden conformar capas en algunos casos delgadas sobre la corteza terrestre, también considerarse que los suelos pueden ser parte de un relleno de desperdicio, o podrían comprender otro tipo de rocas desde el punto de vista geológico tales como las lutitas, las areniscas, entre otros, pero quedaran excluidas de la terminología aquellas rocas consideradas sanas, ígneas o metamórficas, también las rocas sedimentarias consolidadas o cementadas, es decir que se excluyen del concepto aquellos materiales que pueden sufrir ablandamiento o desintegración por agentes externos, o intemperismo.

También se puede indicar que LOPEZ Y ORTIZ (2018), en su tesis denominada "Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay" mencionan que mejoramiento que se aplica a suelos se considera como un tipo de estabilización, en el cual se logran mejorar las propiedades generales del suelo tales como propiedades físicas o mecánicas, se trata entonces de la incorporación de algún tipo de material estabilizante que pueda mejorar estas propiedades, pueden considerarse para este proceso materiales naturales o artificiales. El

mejoramiento del suelo normalmente se realiza para un tipo de suelo cuyas propiedades son considerados como pobres, inadecuados o inaceptable, para el mejoramiento de estos tipos de suelos pueden aplicarse técnicas de estabilización mecánica con la adición de materiales como el cemento o la cal, también se puede considerar el suelo asfalto o hacer una mezcla de ellos para poder optimizar resultados. También es importante mencionar que cuando se realiza la estabilización para las sub bases o bases granulares se debe acuñar la terminología de “estabilizada”, es decir la nueva denominación deberá renombrarse como sub base estabilizada. Se indica también que muchas veces en los proyectos durante su ejecución se pueden visualizar diferentes escenarios tales como suelos inadecuados, pero deben considerar el mejoramiento antes de poder trabajar con estos materiales oriundos, ello podría conllevar a que el profesional tome decisiones difíciles que puedan afectar a los tiempos de ejecución, calidad y presupuesto ya que como se menciona se tiene que aceptar trabajar con los materiales tal como se encuentran en su estado natural. Durante el proceso de elaboración de diseño las limitaciones o consideraciones estarán basadas principalmente y/o prioritariamente por la calidad. Si a pesar los estudios realizados y los procesos de mejoramiento no han sido efectivos, se debe eliminar el material que no cumple con los parámetros y de lo contrario se debe evitar usar el material, es ahí donde se genera la sustitución de material por el llamado “material de préstamo”, el cual posee características adecuadas y que pueden llegar a modificar las propiedades de los materiales existentes vinculantes, logrando que este último pueda cumplir con las características adecuadas para su uso dependiendo del tipo de proyecto a donde será destinado.

A nivel internacional, AVELLANEDA Y GALINDO (2016), en su investigación en el trabajo de investigación titulada “ANÁLISIS TÉCNICO DEL USO DE SILICATO DE SODIO PARA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELOS.” Se tuvieron conclusiones que indican que los aditivos químicos para este estudio el vidrio soluble, no supone algunas mejoras en cuanto a las propiedades de plasticidad del suelo, según sus estudios comprueba que el vidrio soluble puede llegar a ser considerado como un agente cementante que puede afectar los

valores de soporte, y este trabajará dependiendo del contenido de arcilla o arena, según el proyecto se intentó realizar una precisión sobre los suelos arcillosos pero se encuentra que la tendencia del material es de no generar mejoramientos adicional a la función que realiza.

Asimismo, de todos los datos recolectados y haciendo referencia en el porcentaje del CBR que se ha obtenido durante los ensayos normalizados se ha encontrado hallazgos que afirman que la estabilización con silicato de sodio es posible de realizar, todo esto debido a que en los resultados aplicados a los diseños de pavimentos se observa y comprueba que se ha logrado estabilizar o mejorar la capa de subrasante, indica también que debido a estos resultados es posible considerar el remplazar la capa de sub base granular, el mismo que se desarrollara con el mismo material analizado y alusivo a este estudio, del cual se observa que fue mejorado o estabilizado químicamente con vidrio soluble.

Si bien es cierto los resultados fueron positivos, se afirma que no fueron esperados completamente debido a que se han realizado comparaciones con otros métodos de estabilización de suelos existentes, donde se han considerado todas las características como estabilizador a diferentes materiales y los porcentajes de mejoramiento para este estudio son similares. Es por eso que en este estudio se ha determinado que el uso del vidrio soluble con estabilizados es positivo, pero no adecuado para los suelos de alta plasticidad, ya que pueden llegar a presentar algunas dificultades al momento de combinar los materiales con el aditivo. También es importante acortar que se recomienda un estudio mas exhaustivo puesto que es un material aun en una fase de estudio, se podrían hacer comparaciones con otros resultados talvez para suelos arenosos.

También a nivel internacional, Caballero (2017), en su investigación titulada “Estabilización química con silicato de sodio del material de préstamo de la vía La Primavera – Bonanza – La Venturosa en el departamento del Vichada” se concluyó que cuando se realizo la mezcla de un tipo de suelo considerado como natural con silicato de sodio, se observa un notable mejoramiento de valores de soporte de dicho suelo, y que logra aumentar a valores muy cerca de los 12kg/cm², además de esos valores se observa que existe un incremento de valores de desleimiento donde se arrojan porcentajes superiores al 70%, para

este ensayo se tomo en cuenta concentraciones de alrededor del 50% de silicato de sodio en el agua, y se considera que el porcentaje en peso de la muestra es de aproximadamente 3%. El material extraído durante las exploraciones en el lugar donde se desarrollaron las gestiones de estudio, hacen referencia a un tipo de material limo arcilloso de color rojizo, el mismo que logra presentar límites de consistencia considerablemente bajos donde el LL varía entre 31% y 37% además el IP varía entre 13% y 19%, de acuerdo con estos resultados se afirma que existe una homogeneidad en el material considerado como litológica, en todo el ambiente de estudio, de acuerdo con la clasificación de suelos se afirma que es coincidente con las normas o sistemas de clasificación, donde todos los materiales se clasifican (AASHTO Y SUCS), en el presente estudio se trata de un arcilla de baja plasticidad según AASHTO (A6).

La normativa peruana describe los procedimientos de ensayos necesarios para la presente investigación, a continuación, se detalla las normas utilizadas:

Norma CE.010 Pavimentos Urbanos

La normativa CE.010 (2017) para pavimentos urbanos contempla que uno de los ensayos que se puede desarrollar para la determinación de la capacidad de soporte de la subrasante es la técnica de investigación ASTM D 1883 sobre el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

En cuanto a la humedad de los suelos, se contempla el Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Denominación NTP 339.127:1998 (revisada el 2014).

La NTP 339.127 (2014) Es una norma que presenta el ensayo que permite obtener los porcentajes de humedad de las muestras de suelo en el laboratorio, ello mediante un secado en un horno controlado digitalmente y que permite sostener temperaturas constantes entre los $105 \pm 5^{\circ} \text{C}$. Para ello se tomará en cuenta el registro de los pesos de las muestras antes de colocarlas en el horno y luego de 24 horas de secado, a temperatura constante, se vuelve a pesar. La diferencia de ambos pesos determinara el porcentaje de humedad natural.



Figura. 4. Horno para los ensayos (contenido de humedad).

SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N μ 200 (75 μ m). Denominación NTP 339.132:1999 (revisada el 2014).

Este procedimiento permite determinar el porcentaje de material mayor a 0.075 mm mediante lavado de muestras de suelos en una malla especial diseñada para lavado.



Figura. 5. Malla especial de lavado de muestras de Suelos.

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. Denominación NTP 339.129:1999 (revisada el 2014).

La norma de 2014 establece el procedimiento de ensayo para determinar el valor de límite líquido, límite plástico, y por tanto calcular el índice de plasticidad de una muestra de suelo.

Límite Líquido

El ensayo de Límite Líquido se realiza mediante el dispositivo de Casagrande, el cual tiene forma de cuchara. Para la realización del ensayo se requiere

muestra seca y tamizada por lamalla ASTM N° 40. La muestra se humedece gradualmente hasta conseguir una muestra pastosa. Después se dispone el material de tal manera de que queda con un centímetro de altura en la cuchara del dispositivo. Se procede a pasar un ranurador (con especificaciones de diseño) que divide la porción de muestra en dos a una distancia de 2 mm.

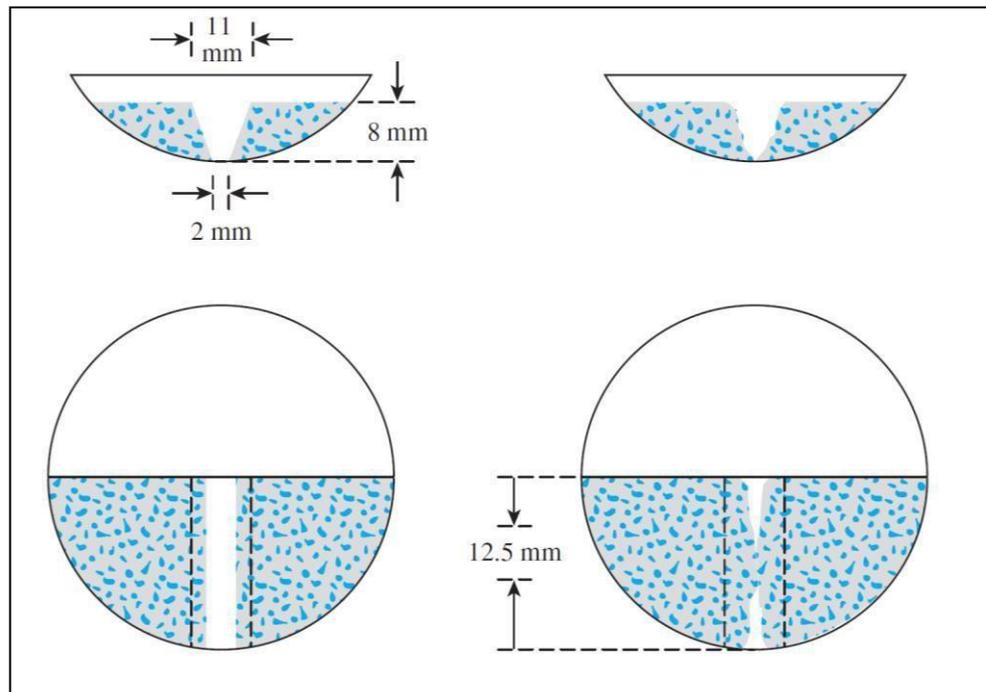


Figura. 6. Detalles del procedimiento de Ensayo de Límite Líquido, Das y otros (2014)

Al efectuar los golpes de la cuchara en la superficie rígida del dispositivo las dos porciones se aproximarán a tal punto de que tendrán contacto de aproximadamente 13 mm. Es cuando se extrae la porción que servirá para determinar el contenido de humedad. Este proceder se repetirá al menos 4 veces teniendo en consideración estar en un rango de que van desde 15 a 35 golpes.

Finalmente se graficará los puntos, Número de golpes versus Contenido de Humedad, se trazará una recta que pase o tenga aproximación con los puntos y se determinará el límite líquido a 25 golpes.

Naeini y otros (2017) en su investigación presentaron resultados del análisis de sensibilidad que mostró que el K_s del suelo arcilloso se vio significativamente afectado por la variación en el valor Límite Líquido (LL). Por

lo tanto, la determinación de LL requirió más precisión que otros dos parámetros N60 y el Índice Plástico (IP).

Límite Plástico

El ensayo de Límite Plástico se realiza en una superficie lisa. Para iniciar con el ensayo, se necesita una cantidad de muestra seca y cierra por la malla ASTM N° 40. Se humedecerá gradualmente la muestra puesta en un bowl hasta poder formar rollos de 3 mm de espesor y empiecen a agrietarse. Es cuando a estos rollitos se pesan y llevan a horno para determinar su contenido de humedad. Los resultados se promedian.

Índice de Plasticidad

El Índice de Plasticidad se cuantifica mediante la resta del Límite Líquido y el Límite Plástico. Este valor nos servirá junto con el límite Líquido, determinar el tipo de material fino en la carta de Plasticidad.

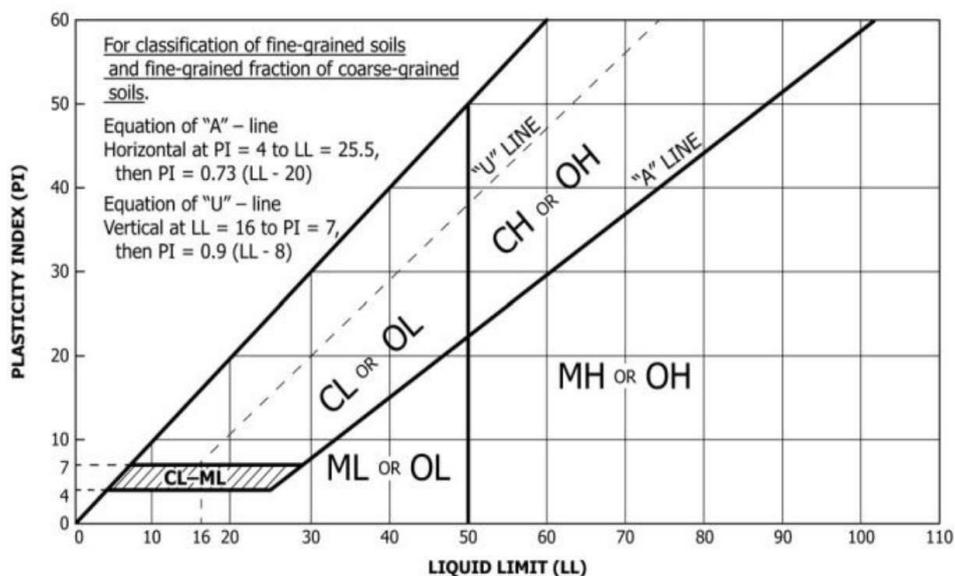


Figura. 7. Carta de Plasticidad, adaptado de Hind (2017)

SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). Designación NTP 339.134:1999 (revisada el 2014).

NTP 339.134 (2014) en esta norma se describen los sistemas relacionados a la clasificación de suelos en su estado orgánico, con fines de ingeniería, el

proceso se realiza a través de la determinación en laboratorio de todas las características del suelo tales como: granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. La utilización de este procedimiento corresponderá a un ensayo de clasificación precisa. El primer símbolo deberá ser el principal basado en esta norma, por ejemplo, CL/CH, GM/SM, SC/CL. Los símbolos de línea de borde son particularmente útiles cuando el valor del límite líquido de suelos arcillosos está cercano a 50 por ciento. Teniendo en cuenta que estos suelos pueden llegar a poseer características expansivas, para este caso la utilización del símbolo de línea de borde es ideal para representarlo (CL/CH, CH/CL). Permitirá al usuario conocer la clasificación asignada sobre el potencial de expansividad que este tiene. La porción del símbolo de grupo de este sistema está basada en ensayos de laboratorio realizados en la porción de una muestra de suelo que pasa la malla de 3 pulgadas (75 mm).

SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. Designación NTP 339.135:1999 (revisada el 2014).

Esta norma detalla el procedimiento de clasificación de suelos, incluido suelos orgánicos, en siete grupos, basado en la determinación en laboratorio de la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el índice plástico. Se utiliza cuando se pretende una clasificación precisa de ingeniería, especialmente para propósito de construcción de carreteras. La evaluación de los suelos dentro de cada grupo se realiza por medio de un Índice de Grupo, el cual es un valor calculado usando una fórmula empírica.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación: El tipo de investigación es de carácter cuantitativo, que indaga la asociación o relación entre variables cuantificadas. Pretende determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Fernández y otros (2002).

Emplea la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica, porcentual y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías

De acuerdo con Carrasco (2019), indica que los tipos de investigaciones considerados como básicos pueden considerar una amplificación en conocimientos teóricos o semánticos, donde no es determinante considerar las aplicaciones directamente

En este caso particular, se trata de un procedimiento para un tipo investigación, debido a que de alguna forma nos permite realizar una manipulación de las bases del conocimiento y utilizarlos para poder solucionar problemas existentes aplicadas en un contexto real (incrementar el valor soporte de la sub base.)

Diseño de investigación: Según Hernández (2014), los diseños cuasiexperimentales se llegan a utilizar cuando el científico desea comprobar sus hipótesis y lograr objetivos donde se establecen las posibles causas y consecuencias y el efecto de las manipulaciones de materiales.

Para este caso, se habla de una investigación cuasiexperimental porque se manipuló la variable independiente en cuanto a los porcentajes de dosificación de vidrio soluble que se va a adicionar a las muestras de suelo arcilloso, Región Ucayali.

Por consiguiente, el diseño de esta investigación es cuasiexperimental porque se trabajó con grupo control donde los objetos de estudios son diferentes (suelo mejorado sin aditivo, y suelo mejorado con aditivo).

Grupo Control

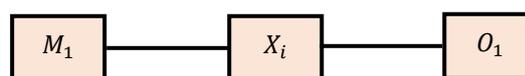


Figura. 8. Grupo de control, elaboración propia

M_1 : Representa a la muestra de material de cantera sin aditivo, en la región de Ucayali.

x_i : Representa a la variable dependiente, Incrementar el valor soporte.

o_1 : Representa la cantidad de aditivo que se tuvo que utilizar para el mejoramiento de material de cantera clasificado, en la región de Ucayali.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable dependiente cuantitativa: Incremento del valor de soporte del material de cantera.

Definición Conceptual:

En esta variable, el MTC en el Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos, E 132 (2014) define el término de incrementar el valor soporte como “determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, también conocido como CBR (California Bearing Ratio) (p.252). Asimismo, el MTC E 132 (2014), describe que el valor soporte es una evaluación de la resistencia potencial de la sub base, sub rasante y material base incluyendo materiales reciclados” (p. 252).

Definición Operacional

Determinar el valor soporte de suelos arcillosos que posee un sector de la región. Para ello, se recogerá la muestra In situ desde las canteras de la región, posterior a ello será llevado al laboratorio; cuyos resultados se plasmarán en formatos normalizados, debiéndose tomar en cuenta la norma ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory - Compacted Soils

Dimensiones e Indicadores

La variable contó con tres dimensiones, las cuales a su vez poseyeron indicadores; como fue el caso del valor soporte del suelo, cuyos indicadores fueron la determinación de los límites de consistencia y

Granulometría del suelo. Asimismo, se tuvo como dimensión a la eficiencia de la adición de vidrio soluble, donde su indicador se determinó según el anexo adjunto (ver anexo 1.)

Por último, se tuvo en cuenta los ensayos de permeabilidad, y porosidad.

Escala de Medición

Por haber sido una variable continua, su escala de medición fue: razón.

3.2.2. Variable independiente cuantitativa: Mejoramiento de material de cantera para sub base con adición de vidrio soluble

Definición Conceptual

Para esta variable, el MTC. en el Manual de Carreteras y Pavimentos (2014) definen al mejoramiento como “el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos” (p. 92).

Definición Operacional

Mejorar un material de cantera como sub base con adición de vidrio soluble es un proceso en el cual se considera el diseño tradicional, que puede ser utilizado para estructuras que estarán en contacto con el agua, se hace un análisis al respecto y se decide que debe someterse a condiciones de carga reales, es por ello que se procedió a sumergir las tres muestras por el lapso de 4 días (96 horas). Luego de este procedimiento se analizan los resultados.

Dimensiones e Indicadores

Al igual que la variable dependiente, ésta también cuenta con tres dimensiones y sus respectivos indicadores. Este es el caso del valor de soporte (CBR) del suelo, donde el indicador se determinó por los resultados adjuntos al presente trabajo de investigación (ver anexo 1.)

De la misma forma, se tuvo como dimensión los ensayos de Proctor modificado a 56 golpes. Finalmente, se tuvo a las características del grado de compactación de la muestra.

Escala de Medición

De igual manera que la variable dependiente, está por haber sido una variable continua, su escala de medición fue: razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según (Hernández, 2014 p. 174) la población es el conjunto al cual se le realizara los estudios y sobre el cual pretendemos explicar o generalizar resultados.

La población es infinita ya que en la cantera se pueden extraer una gran cantidad de muestras para la sub base mejorada.

3.3.2. Muestra

De acuerdo con (Hernández, 2014 p. 175) una muestra es la unidad o una parte de un conjunto que pertenece al conjunto, el cual hace referencia a la población definida por sus características.

El tamaño de la muestra será intencional constituida por 3 muestras a las que se le ha aplicado el mejoramiento con el vidrio soluble.

3.3.3. Muestreo

Según (Hernández, 2014 p. 189) la muestra no probabilística, también conocido como muestras dirigidas, son un conjunto de procedimientos de selección, el mismo que deberá ser ponderado prioritariamente de acuerdo a las características del estudio y posteriormente el criterio estadístico. Se utilizan en diversos estudios cuantitativos y cualitativos.

Se plasmó un muestreo no probabilístico por conveniencia, Por esa razón, como *criterio de inclusión* se tomó 3 muestras, los cuales estuvieron relacionados y vinculados en cuanto a ensayos y resultados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos que se utilizarán para la presente investigación serán los siguientes: Fichas técnicas y Formatos técnicos, estipulados bajo las normas peruanas y extranjeras.

RESULTADOS DE LABORATORIO Y VALIDACION DE RESULTADOS.

Tabla N°1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

OBJETOS ESPECÍFICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Determinar la dosificación optima de material de cantera clasificado (Hormigón +Ligante) para ser utilizado como sub base en el distrito de Callería, Ucayali 2021.	Relación de Volúmenes	Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos del MTC
Dosificar de manera adecuada el material de cantera obtenido con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base en el distrito de Callería, Ucayali 2021	Relación de densidades	Norma ASTM D-1557
Analizar el comportamiento físico y mecánico de material de cantera clasificado, adicionado con vidrio soluble, en el distrito de Callería Ucayali, 2021	CBR con adición de vidrio soluble	Norma ASTM D-1883

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Validez

En la presente investigación se utilizaron protocolos, los cuales no requirieron de validación porque fueron instrumentos normalizados que se encuentran avalados por especialistas competentes, certificados y acreditados por las entidades pertinentes, es por ello que no se consideran necesarios el juicio de un especialista o evaluación de confiabilidad.

Confiabilidad

En cuanto a la confiabilidad de los formatos técnicos y fichas se debe mencionar que son respaldados por los Estándares de Calidad de Materiales (ASTM) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), donde se establecen diversos procedimientos, ensayos y logran normalizar todo el proceso desde la recolección de datos de cantera, transporte, procedimiento normalizado, análisis de resultados e interpretación.

3.5. Procedimiento.

3.5.1. Recolección y traslado de material de cantera e insumo.

La recolección de los materiales de cantera, se realizó de forma manual, con equipos y herramientas manuales livianos. Posterior a este procedimiento de recolección se realizó su traslado y almacenamiento.

Para el caso del hormigón, se identificó una cantera muy cerca al río Aguaytía en el Distrito de Nueva Requena, Departamento de Ucayali.

Para el caso del Material Ligante, de igual manera se identificó la cantera también dentro del Distrito de Nueva Requena.

Ambos materiales fueron trasladados al laboratorio geotécnico VARINCO SAC para proceder con los ensayos correspondientes, si bien es cierto las muestras obtenidas son alteradas, cumplen con lo establecido en la NTP 339.151 (ASTM D4220), mismas normas que fueron consideradas para el desarrollo de los objetivos de este trabajo de investigación.

Respecto al vidrio soluble se ha adquirido 1 galón de material a través de la empresa **Lubricantes Industriales Perú**, se ha solicitado la ficha técnica donde se pueden verificar sus características, dicha muestra se trasladó hacia el laboratorio **VARINCO SAC**, para la realización de los ensayos correspondientes.

3.5.2. Caracterización de materiales de Cantera.

Para este procedimiento, luego de haberse trasladado las muestras al laboratorio geotécnico **VARINCO SAC**, se ha procedido con la caracterización geotécnica de ambas muestras.

Para el material de cantera Hormigón se procedió a clasificarlo mediante el Método de ensayo por análisis granulométrico contemplado en la NTP 339.128, en dicho procedimiento se clasifico al material pasante a partir de la malla $\frac{3}{4}$ ", luego se separó una muestra clasificada de 6.0 kg para su posterior dosificación.

Para la caracterización del material ligante se procedió con el ensayo de granulometría por lavado contemplado en la NTP 339.132 – MTC-E137, esta caracterización se complementó con el ensayo de consistencia según la NTP 339.129 lo cual se clasifico como una arcilla de baja plasticidad.

3.5.3. Diseño de la dosificación óptima de material de cantera. (ligante + hormigón)

Siguiendo con los parámetros normativos que deben cumplirse como requisitos mínimos establecidos en la sección 402 del manual de carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, se estableció una gradación mínima del material dosificado para sub base granular. Esta dosificación se analizó para las gradaciones A,B,C y D, siendo este material dentro del rango de la gradación D.

Dentro del proceso de dosificación de ambos materiales se estableció proceder con una compensación en los porcentajes de los materiales

conformantes del ligante: Arcilla y Arena, dado que el material cohesivo no era completamente arcilloso y contenía porcentajes de arena en un 16.70% del total de su peso, ello afectaba los resultados de una correcta dosificación.

Al realizar la compensación correspondiente se concluyó que la proporción y/o dosificación ideal para las características de nuestra muestra dosificada para material de sub base era del 65% Hormigón y 35% Material Ligante.

3.5.4. Ensayo de Proctor Modificado del material Clasificado para sub base con adición y sin adición de vidrio soluble.

Como primer procedimiento se realizó el ensayo de Proctor modificado a la muestra sin aditivo, en las proporciones dosificadas de 65% hormigón y 35% Material ligante.

Posterior a este procedimiento y siguiendo los parámetros de la Norma MTC 115-200 se realizó del ensayo considerando el contenido de humedad óptima para una máxima densidad seca. Se ha colocado la muestra en los moldes normalizados, para la colocación de la muestra dosificada se consideró 5 capas. Estas muestras han sido sometidas a cargas axiales (compactación) a 56 golpes con un pisón manual de 10 libras a una altura de caída de 45.7 centímetros, la fuerza con la que se desarrolla el procedimiento es de alrededor 56000pie-lbf/p3 o de 2700kN-m /m3.

Luego se determinó el peso unitario seco resultante de la muestra, este procedimiento se repitió con las otras muestras (en total 3), para poder establecer una relación entre el peso unitario seco y el contenido del agua del suelo.

Para el caso de la muestra con adición del vidrio soluble, se consideró una dosificación de 320 ml de silicato de sodio; esta se añadió a nuestro

material dosificado (65%-35%) para poder proceder con la realización del ensayo de Proctor modificado.

Finalmente, con los datos de la relación entre el peso unitario y el contenido de agua, se representan gráficamente en la curva de compactación, esta curva nos muestra el valor de la máxima densidad seca (MDS) con el óptimo contenido de humedad (OCH) de la dosificación establecida para el material clasificado.

3.5.5. Determinación de la capacidad de soporte del material clasificado para sub base con adición y sin adición de vidrio soluble.

Para este procedimiento se dosifico en base a los resultados obtenidos en el ensayo de Proctor modificado, en concordancia con la norma NTP 339.145 para realizar el ensayo de CBR de material clasificado para sub base. Esta muestra posee las dosificaciones óptimas obtenidas en nuestro ensayo de dosificación.

Se consideró que nuestro diseño puede ser utilizado para estructuras que estarán en contacto con el agua y haciendo un análisis al respecto se decidió que debe someterse a condiciones de carga reales, es por ello que se procedió a sumergir las tres muestras por el lapso de 4 días (96 horas). Posterior a esta inmersión se procedió con el ensayo de Penetración.

Pasado los 4 días se realizó el ensayo de CBR que arrojó un resultado de 53% para la muestra sin aditivo. Para la muestra de material con aditivo se ha seguido los mismos parámetros de la muestra sin aditivo en cuanto a las dosificaciones y ensayos.

Culminado el proceso de CBR de ambas muestras se identificaron la variación de Valor de Soporte (108%), con lo cual se ha establecido una relación entre los materiales, insumos y procedimientos realizados para

su posterior comparación. Luego estos valores se plasmaron en fichas normalizadas y se analizaron los resultados.

3.6. Método de análisis de datos

Para el presente estudio se tuvo en cuenta que se trata de una variable cuantitativa que puede ser considerada también continua y paramétrica; para este tipo de variables se tiene en consideración que el las escalas de medición apropiadas son el de Razón, debido a que en los procedimiento y resultados se utiliza un análisis comparativo y descriptivo que con apoyo de la estadística se pueden obtener promedios y porcentajes de valores , los mismos que son reflejados en nuestros cuadros apoyados por diagramas o figuras que muestran curvas lineales, oblicuas o spline, para un mejor entendimiento

3.7. Aspectos Éticos

En cuanto al aspecto ético, Se rigió por el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220, misma ley que fue emitida por la resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV, en la fecha de 23 de mayo del 2017, en el se pudieron contemplar todos los principios morales y éticos, además de considerar el bienestar y la autonomía de los investigadores. Se ha considerado el derecho de autor, exteriorizando como propia esta investigación, asumiendo consigo la citación adecuada y correcta de las normas ISO 690. Es por ello respeto completamente la veracidad y autenticidad de todos los resultados según lo contemplado en la norma Técnica ASTM

De acuerdo a ello, uno de los aspectos éticos que se asumió como principal es el de tener en cuenta el respeto por *la autonomía*, de acuerdo con el autor del presente trabajo de investigación, mismo que se encontró comprometido y entregado durante el desarrollo y elaboración de la misma, por ende, el objetivo final es el de lograr solucionar interrogantes y problemas planteados en el proyecto.

Asimismo, se considera *la beneficencia*, ya que el involucrado en el presente proyecto tendrán una alternativa de diseño diferente a la tradicional, brindando otra alternativa de procedimientos a los que se conocen hasta el momento.

IV. RESULTADOS

Como resultado de los objetivos planteados presento lo siguiente:

Para resultado del OG: Mejorar el material de cantera para utilizar como sub base con la finalidad de incrementar el valor soporte por adición de vidrio soluble, en el distrito de Callería, Ucayali 2021. De acuerdo a los resultados adquiridos en los ensayos con la mezcla de aditivo estabilizante químico Vidrio Soluble, se pudo comprobar que la capacidad de Valor Soporte también conocido como CBR y la máxima densidad Seca se incrementan en valores porcentuales. De la misma forma se pudo mantener el índice de plasticidad de las muestras en análisis de esta forma se cumple con los requisitos que debe tener en CBR para materiales a utilizarse como SUB-BASE, para mayor información se puede revisar la tabla N° 02 Donde se muestran los valores de la mejora del CBR, ensayo de Proctor modificado y límites de atterberg del suelo, con vidrio soluble

Tabla N° 02. Resumen de los ensayos realizados del suelo con Vidrio Soluble

MUESTRA DE CANTERA PARA SUB BASE				COMPACTACIÓN		VIDRIO SOLUBLE	Expansión, %	Índice de Penetración, CBR (0.1") al 100% del MDS
Dosificación en peso	Proporción en volumen	Clasificación SUCS/ASSHTO	Índice Plástico, %	M.D.S, gr/cm ³	O.C.H, %	% de adición		
70% Hormigón + 30% Arcilla	65% H: 35% L	SC / A2-7	18.81	2.19	6.38	0	0.35	53%
70% Hormigón + 30% Arcilla	65% H : 35% L	SC / A2-7	18.81	2.19	6.38%	4.65%	0.35	108%

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al resultado del objetivo OE1: Determinar la dosificación optima de material de cantera clasificado (Hormigón +Ligante) para ser utilizado como sub base en el distrito de Callería, Ucayali 2021. Se ha logrado realizar una

dosificación óptima considerado el porcentaje de arena que contiene las muestras de material ligante y corrigiendo su influencia. Para este objetivo los resultados que se obtuvieron correspondientes a la dosificación óptima del material (Hormigón + Ligante) a continuación se presenta la siguiente tabla.

Tabla N° 03. Resultados de la dosificación de materiales de cantera.

DOSIFICACION	Proporción	Porcentaje de hormigón	Porcentaje de Ligante
Dosificación ideal	70: 30	70%	30%
Dosificación compensada	65: 35	65%	35%

Fuente: propia

En tanto el resultado del OE2: Dosificar de manera adecuada el material de cantera obtenido con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base en el distrito de Callería, Ucayali 2021. Se ha realizado la dosificación adecuada de adición de vidrio soluble a las muestras de cantera clasificado

Tabla N° 04. Resultados de la dosificación de muestras con y sin aditivo (vidrio soluble)

MUESTRAS	PORCENTAJE
Muestra sin aditivo	0 %
Muestra con aditivo	4.65%

Fuente: propia

Se presenta a continuación el resultado del OE3: Analizar el comportamiento físico y mecánico de material de cantera clasificado, adicionado con vidrio soluble, en el distrito de Callería Ucayali, 2021 Se ha mejorado el material de cantera clasificado y los resultados han arrojado un CBR con un 45% con la adición del aditivo en el cual se puede

evidenciar un incremento porcentual vs la muestra dosificada sin adición de aditivo.

Tabla N° 05. Resultados de los CBR con aditivo y sin aditivo (Vidrio soluble)

CBR (%)	PENETRACIÓN	CBR al 100%	CBR al 95%
Resultado de CBR sin aditivo	2.54 mm (0.1") inch.	53%	36%
Resultado de CBR con aditivo	2.54 mm (0.1") inch.	108%	46%

Fuente: propia

V. DISCUSIÓN

En relación al OG sobre aplicar vidrio soluble para mejorar el valor soporte de material de cantera para utilizarse como sub base en el distrito de Callería, Ucayali – 2021, se puede indicar que correspondiente a los resultados de la investigación, al adicionar vidrio soluble a una proporción ideal de material para ser utilizado como sub base, la estabilización del suelo de tipo granulado arcilloso o barroso, con presencia de arenas y gravas con un alto índice de plasticidad., presentes en las muestras ha ido en aumento, ya que los resultados del CBR al aplicarle 320 ml, (4.65%) de vidrio soluble, aumentaron de 53% a 108%, se constata con AVELLANEDA Y GALINDO (2016) en su tesis “Análisis técnico del uso de silicato de sodio para estabilización química de suelos”. que en sus datos obtenidos en el CBR en el laboratorio se concluyó que la estabilización de material de cantera es posible con la utilización del vidrio soluble, esto debido a que en los diseños de pavimentos se comprueba una mejora en la subrasante, inclusive se logra remplazar la capa de subbase granular utilizando el material del suelo de la subrasante mejorado químicamente con vidrio soluble, también conocido como silicato de sodio. Con resultados similares se pudo afirmar que al aplicarle 320 ml de vidrio soluble o silicato de sodio al material de cantera clasificado y dosificado para

ser utilizado como sub base el valor de soporte aumento en un 52% versus las muestras donde no se utilizo el vidrio soluble como estabilizante químico, de esta forma se estaría validando la hipótesis general con respecto a **mejorar material de cantera clasificada para sub base incrementando la capacidad soporte utilizando vidrio soluble**. Obteniendo una favorable resistencia a la compresión de carga, respaldado por el ensayo de CBR (ASTM D 1883). Sin embargo, se ha observado que no se ha considerado si las muestras han sido sometidas a condiciones desfavorables también es importante mencionar que los resultados obtenidos de AVELLANEDA Y GALINDO (2016) en su tesis “Análisis técnico del uso de silicato de sodio para estabilización química de suelos” esta enfocado a un suelo arcilloso de alta plasticidad.

Para el OE1 sobre Determinar la dosificación optima de material de cantera clasificado (Hormigón +Ligante) para ser utilizado como sub base en el distrito de Callería. Según OROZCO Y NIETO (2018) en su tesis “Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad” concluye que los resultados obtenidos en su investigación no se presenta una relación con lo establecido en los manuales, dado que existen diferencias entre las normas establecidas sobre todo en la interpretación relacionados a terminología, clasificación y dosificación. El MTC en la norma 300.02 indica que los materiales deben cumplir ciertas gradaciones debido a que los materiales del país son heterogéneos y serán determinados por el especialista en el laboratorio, el parámetro de referencia es de 70% hormigón – 30 % Ligante. De acuerdo con esa conclusión podemos evidenciar que las dosificaciones para realizar los ensayos en laboratorio no es comparable con el desarrollo de las labores en los proyectos de ejecución de obras, sobre todo en la utilización del material ligante que inicialmente se asume que la totalidad del peso es Arcilla, pero al momento de realizar la clasificación se visualiza que existe un gran porcentaje de arena, el mismo que es considerable, puede afectar a nuestras dosificaciones y son vinculantes con los ensayos posteriores. con ello se estaría validando la hipótesis donde se afirma que **La determinación optima**

de material de cantera clasificado (hormigón + Ligante) se utiliza como sub base en el distrito de Callería Ucayali 2021. También podemos es importante mencionar que OROZCO Y NIETO (2018) en su tesis “Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad” maneja un método de ensayos de suelos diferentes tomando en consideración el método AASHTO, sudafricano, australiano.

En cuanto al OE2, Dosificar de manera adecuada el material de cantera obtenido con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base en el distrito de Callería. De acuerdo con AVELLANEDA Y GALINDO (2016) en su tesis “Análisis técnico del uso de silicato de sodio para estabilización química de suelos”, se consideraron 7 muestras de suelo, los mismo que fueron estabilizados químicamente con vidrio soluble y que posteriormente se sometieron a ensayos de CBR para determinar el valor soporte, además de otros ensayos como Proctor modificado y resistencia a la compresión, de acuerdo con los ensayos se logró establecer que el porcentaje necesario de silicato de sodio o vidrio soluble es del 6,4% aproximadamente, siendo este el porcentaje optimo que mejora las características y propiedades geo-mecánicas del suelo. De acuerdo con esa conclusión podemos comparar la similitud con nuestro resultado, el cual indica que la utilización de 320 ml (4.65%) de vidrio soluble es la cantidad optima para poder mejorar una muestra de suelo clasificada y dosificada, para ser utilizado como sub base, con ello se estaría validando la hipótesis donde se afirma que **la dosificación adecuada que se obtiene de la mezcla del suelo de cantera con vidrio soluble da como resultados materiales para sub base.**

En lo que concierne al OE3, Analizar el comportamiento físico y mecánico de material de cantera clasificado, adicionado con vidrio soluble, en el distrito de Callería. AVELLANEDA Y GALINDO (2016) en su tesis “Análisis técnico del uso de silicato de sodio para estabilización química de suelos.”, indica que la estabilización química de material realizado con vidrio soluble en un tipo de suelo arcilloso de partículas finas y alta plasticidad, no supone una mejora significativa en cuanto al valor soporte o propiedad mecánica para ese tipo de

suelo, esto debido a la poca variación de la densidad y a la resistencia a la compresión el cual es similar a los estabilizantes tradicionales como el cemento portland y la cal. De acuerdo con esa conclusión podemos comprobar que existe una relación con nuestro resultados obtenido, en el que se puede corroborar el incremento del valor soporte de una muestra de cantera clasificada y dosificada adicionado con vidrio soluble, y verificando los valores obtenidos en los ensayos de penetración o CBR se puede afirmar que se valida la HE3 que indica que **el análisis del comportamiento físico y mecánico de material de cantera con adición de vidrio soluble tiene parámetros para utilizarse como sub base**, por otro lado de acuerdo con la afirmación de AVELLANEDA Y GALINDO (2016), en el que indica que la estabilización de suelo con vidrio soluble no supone una mejora significativa en cuanto al valor soporte o propiedad mecánica, esta relacionado a un tipo de suelo, es importante mencionar que existen diferentes casuísticas al momento de hacer los ensayos, ya que de acuerdo a los tipos de suelo podremos obtener resultados favorables o desfavorables, en nuestro caso puedo afirmar y a mi punto de vista que la utilización del vidrio soluble como material estabilizante si supone una mejora significativa, siempre y cuando este se trabaje para un tipo de suelo compatible con este tipo de estabilización.

VI. CONCLUSIONES

1. Como conclusión para el objetivo general, Mejorar el material de cantera para utilizar como sub base con la finalidad de incrementar el valor soporte por adición de vidrio soluble, se concluyó que siguiendo los procedimientos se ha logrado mejorar e incrementar el valor soporte por adición de vidrio soluble, de la muestra de cantera clasificada en un valor del 52%
2. Para el objetivo específico OE1, Determinar la dosificación óptima de material de cantera clasificado (Hormigón +Ligante) para ser utilizado como sub base, se ha llegado a concluir que la dosificación óptima es de 65% de material de Hormigón y 35% de Material Ligante.

3. Con respecto al objetivo específico OE2, Dosificar de manera adecuada el material de cantera obtenido con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base, he concluido que la dosificación adecuada de vidrio soluble es de 320 mililitros.
4. Por otro lado para el objetivo específico OE3, Analizar el comportamiento físico y mecánico de material de cantera clasificado, adicionado con vidrio soluble, se ha concluido que existe un incremento de Valor soporte del 53 % al 108% en la muestra de suelo clasificada con la adición del vidrio soluble.
5. En conclusión, se ha desarrollado los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación, y se han arrojado resultados que han validado las hipótesis planteadas.

VII. RECOMENDACIONES

A los estudiantes y personas que deseen seguir con la investigación similar o posterior:

- Se recomienda para la conclusión del OG, Desarrollar una investigación más detallada en relación al vidrio soluble y sus propiedades, para poder usarlo como estabilizante químico en otro tipo de materiales debido que para nuestra muestra se ha logrado observar un incremento del 52% de CBR al 100% con respecto a su estado natural es decir sin aditivo.
- Se recomienda para la conclusión del OE1, Analizar adecuadamente las proporciones de los materiales involucrados en la mezcla (Hormigón + Ligante), considerar que el Ligante como material no es puro y posee dentro de su composición un alto porcentaje de arena el cual afecta directamente a la proporción.
- Para la conclusión del OE2, se recomienda comprobar y/o verificar la proporción adecuada de vidrio soluble añadido a las muestras de material de cantera clasificado y dosificado, para esta investigación se ha observado que la óptima proporción de vidrio soluble añadido es de 320 (4.65%) ml, esta proporción podría ser diferente si se utiliza algún otro tipo de material que se involucre en las muestras.

- En tanto para la conclusión del OE3, Verificar y Analizar los resultados obtenidos en los formatos normalizados en el ensayo del CBR con adición de aditivo, para ser utilizado en otro tipo de materiales usados como estabilizantes, también se podría investigar más a fondo usándolo como parte proporcional con algún otro material estabilizante, como la cal, el cemento, entre otros.

REFERENCIAS

1. CASAGRANDE, A., "Clasificación e Identificación de Suelos". Transacciones, ASCE, 1948, p. 901.
2. NORMA MTC 115 - 2000 Compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada (56000 pie - lb/pie³ / 2700kN-./m³) Basado en la norma ASTM D 1557 pag 4
3. CAÑAR Triviano, Edwin Santiago. "Análisis comparativo de las resistencias al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, 2017. 167p
4. NUÑEZ, Daniel. Elección y Dosificación del Conglomerante en Estabilización de suelos, Obregón Sonora, 2011
5. NUÑEZ, Jorge. Manejo y observación de suelos. Costa Rica: San José. 2001. 288p.
6. RICO, Aron y DEL CASTILLO, Henry. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, México: Limusa, 1978. 232p
7. HERNANDEZ Lara, Josué Arístides. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multi disciplinaria oriental de la universidad de el salvador. Tesis para optar el título de ingeniería civil. Universidad de El Salvador, 2016. 380p
8. MAMANI Barriga, Lux Eva y YATACO Quispe, Alejandro Jesús. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Tesis para optar

9. el título de ingeniero civil. Universidad San Martín de Porres de Lima – Perú, 2017.198p

10. Araya Alemgena A. (2011). Characterization of Unbound Granular Materials for Pavements. (Maestría en Ciencias en Transporte e Ingeniería de Caminos, IHE / TUDelft,). Países Bajos geboren te Mekelle - Etiopía.

11. AASHTO (1993). Guide for design of pavement structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C. Estados Unidos.

12. Asociación de Productores de Concreto. (2017). Estabilización de suelos con cemento. Recuperado de [http://blog.360gradosenconcreto.com/estabilizacion-de-sueloscon cemento/](http://blog.360gradosenconcreto.com/estabilizacion-de-sueloscon-cemento/) [Consulta: 06 de noviembre del 2017]

13. Alcaraz, M. (2016). Estabilización de suelos con cloruro de sodio. Recuperado de <http://slideplayer.es/slide/10355962/> [Consulta: 06 de noviembre del 2017]

14. Esquivel Jurado, Karen V. (2016). Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Chulite – Rayambara – la Soledad, distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco – departamento la Libertad. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar vallejo, Lima - Perú.

15. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de carreteras - Mantenimiento o conservación vial. Lima, Perú.

16. Wahr C., Vivanco J., Winkler R., (2011). Evaluación del Método Sud - Africano de Diseño y del Software de Diseño Mepads en Pavimentos V Región. Sudáfrica
17. Maron Callo Abel. (2015). Evaluación Geológica y Geotécnica de la Carretera Llache- Cala Cala - Progresivas 00+00 Al 17+640 – Pedro Vilcapaza – San Antonio de Putina. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno -Perú.
18. ALTAMIRANO NAVARRO, G. y DÍAZ SANDINO, A. Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, Municipio Potosi – Rivas [en línea]. Horacio Ulloa López, tut., Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Departamento de Construcción de Ingeniería Civil, 2015. [Consulta: 09-05-19]. Disponible en: <https://url2.cl/8WXJG>.
19. Baas Chable, Maria Irene, Barceló Méndez, Miriam Gabriela y De Fátima Herrera Garnica, Gloria Rebeca. 2012. Metodología de la Investigación. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012. 978-607-32-1202-1.
20. Ballarin Zavala, Miguel Angel. 2006. Mejoramiento de caminos no pavimentados en el departamento de Huánuco mediante la estabilización de sueos comparando el estabilizador organico Perma-Zyme 22X y el Probase TX-55. Lima: s.n., 2006.
21. Bonifacio Vergara, Werner Mainel y Sánchez Bernilla, Junior Arquímedes. 2015. Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando Cloruro de Magnesio, Cloruro de Calcio y Cemento en la Región Lambayeque. Pimentel - Perú: s.n., 2015.
22. Braja M., Das. 2001. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.

- Sacramento, California: Cengage Learning Latin Am, 2001, 2001. 9789706860613.
23. Briones Martínez, Alejandra. 2018. Influencia del Cloruro de Magnesio en comparación con el Cloruro de Calcio en la estabilización de suelos arcillosos para afirmados. Cajamarca - Perú: s.n., 2018.
24. Cedeño Plaza, David Gabriel. 2013. Investigación de la estabilización de suelos con Enzima aplicado a la Sub-rasante de la Avenida Quitumbre - Ñan, Cantón Quito. Quito - Ecuador: s.n., 2013.
25. Carrasco Días, S. 2006. Metodología de la Investigación Científica. Lima: San Marcos, 2006. 9972-34-242-5.
26. CUADROS SURICHAQUI, C. Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio [en línea]. María Mueras Gutierrez, tut., Tesis de pregrado. Universidad Peruana Los Andes, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2017. [Consulta: 15-02-19]. Disponible en: <https://url2.cl/hH3AJ>.
27. De Solminihac T., Hernán, Echeverría G., Gerardo y Thenoux Z., Guillermo. Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la Construcción de Estructuras de Pavimentos. Santiago, Chile.: s.n. Vol. Primera Versión.
28. Decky, M., Remisová, E., Hájek, M., & Pitoňák, M. (2016). In situ determination of the California Bearing Ratio of pavement subgrade.

Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM, pp 855-861.

29. DEL ÁGUILA RAMINREZ, B. Evaluación patológica del pavimento rígido de la calle Brasil cuadras 8 a 12 y técnicas de reparación – Iquitos 2017 [en línea]. Guillermo Cabanillas, tut., Tesis de pregrado. Universidad Científica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2017. [Consulta: 20-06-19]. Disponible en: <https://n9.cl/wcp9u>.
30. H. Rondón y F. Reyes, Pavimentos, materiales, construcción y diseño, Bogotá: Ecoe, 2015
31. D. Méndez y J. Camacho y O. Reyes y C. Mayorga, «Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas,» Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 16, nº 2, pp. 45-53, 2006.
32. D. Morales, Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas, Medellín, 2015.
33. Flores Flores, Jaime Saul. 2015. Estabilización de suelos con fines de conformación de la estructura de un pavimento flexible estabilizado. Juliaca: s.n., 2015
34. GUAMÁN ILER, I. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio) [en línea]. Fricson Moreira, tut., Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ingeniería Civil, 2016. [Consulta: 18-04-19]. Disponible en: <https://url2.cl/MlStd>.

35. Hidalgo Benavides, Deivys Ismael. 2016. Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con Enzimas Orgánicas y Suelo Cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante. Ambato - Ecuador: s.n., 2016.
36. H. Rondón y F. Reyes, Pavimentos, materiales, construcción y diseño, Bogotá: Ecoe, 2015
37. JARA ANYAYPOMA, R. Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso [en línea]. Rosa Llique Mondragon, tut., Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2014. [Consulta: 18-02-19]. Disponible en: <https://url2.cl/LzFhy>.
38. Leite, R., Cardoso, R., Cardoso, C., Cavalcante, E., & de Freitas, O. (2016). Lime stabilization of expansive soil from Sergipe - Brazil. E3S Web Of Conferences, Vol 9.
39. Ministerio de Transportes Comunicación. 2018. "Glosario de Términos" de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Perú: s.n., 2018.
40. NORMA TÉCNICA PERUANA, 2017. Cales, cal vida y cal hidratada para estabilización de suelos, requisitos NTP 334.125:2017. Lima: 2 a ed. INACAL.
41. Quispe Champi, Alejandro. 2015. Incidencia de la adición de aditivo Perma-Zyme 22X en suelos con alto contenido de finos para la construcción de carreteras de tipo afirmado. Juliaca: s.n., 2015.
42. Quispe Merino, Pedro Juan y Rivas Salazar, Rosmery. 2017. Mejoramiento de la vía de acceso al Santuario Nacional del Ampay utilizando Enzimas Orgánicas en el tratamiento superficial de la carretera. Abancay - Apurímac: s.n., 2017.
43. RODRIGUEZ UCHUYPOMA, Leónidas. 2017. Estabilización de Subrasante con nivel freático alto a través de drenaje subterráneo de la obra:

"Mejoramiento de las calles del distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja - Huancavelica". Huancayo: s.n., 2017.

44.W. Rivera, Correlación del valor de soporte de california (CBR) con la resistencia a la compresión incofinada y la plasticidad del suelo, Santiago de Cali, 2013.

45. Yucra Callata, Arturo y Camalla Jilapa, Edwin Iván. 2017. Análisis del uso de aditivos Perma-Zyme y Cloruro Cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada (Desvío Huancané-Chupa)-Puno. Puno: s.n., 2017.

ANEXOS

ANEXO 1.

MATRIZ DE

OPERACIONALIZACIÓN

Título: Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES*	INDICADORES*	ESCALA DE MEDICIÓN
INCREMENTAR EL VALOR SOPORTE	Se define el término de incrementar el valor soporte como “determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, también conocido como CBR (California Bearing Ratio). MTC Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos, E 132 (2014)	Se recogerá la muestra In-situ desde las canteras de la región, posterior a ello será llevado al laboratorio; cuyos resultados se plasmarán en formatos normalizados, norma ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory - Compacted Soils	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR MODIFICADO	RAZÓN
			CBR (INICIAL)	VALOR DE SOPORTE SIN ADITIVO	
			CLASIFICACION DE SUELOS	GRANULOMETRIA	
MEJORAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA PARA SUB BASE	Se define al mejoramiento como “el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos” MTC Manual de Carreteras y Pavimentos (2014) (p. 92).	Se recogerá la muestra In-situ desde las canteras de la región, posterior a ello será llevado al laboratorio; cuyos resultados se plasmarán en formatos normalizados, norma ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory - Compacted Soils	VIDRIO SOLUBLE	PORCENTAJE DE ADICIÓN	RAZÓN
			CBR (INCREMENTO)	VALOR DE SOPORTE CON ADITIVO	
			GRADO DE COMPACTACIÓN	GRADO DE COMPACTACIÓN	

ANEXO 2.
MATRIZ DE
CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021

AUTOR: Royer Larico García.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>PROBLEMA GENERAL: PG1.- ¿De qué manera se mejora el material de cantera clasificado para utilizar como subbase e incrementar el valor soporte por adición de vidrio soluble en el distrito de Callería, Ucayali 2021?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>Problema específico 1: PE1.- ¿En qué medida se obtiene una dosificación optima del material de cantera clasificado (Hormigón + ¿Ligante) para ser utilizado como subbase en el distrito de Callería, Ucayali 2021?</p> <p>Problema específico 2: PE2.- ¿De que manera podríamos mezclar el</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: OG1.-Mejorar el material de cantera para utilizar como sub base con la finalidad de incrementar el valor soporte por adición de vidrio soluble, en el distrito de Callería, Ucayali 2021.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>Objetivo específico 1: OE1.- Determinar la dosificación optima de material de cantera clasificado (Hormigón +Ligante) para ser utilizado como sub base en el distrito de Callería, Ucayali 2021.</p> <p>Objetivo específico 2: OE2.- Dosificar de manera adecuada el</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: HG. - Se logra mejorar material de cantera clasificada para sub base incrementando la capacidad soporte utilizando vidrio soluble.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</p> <p>Hipótesis específica 1: HE1.- La determinación optima de material de cantera clasificado (hormigón + Ligante) se utiliza como sub base en el distrito de Callería Ucayali 2021</p> <p>Hipótesis específica 2: HE2.-La dosificación adecuada que se obtiene de la mezcla del suelo de cantera con vidrio soluble</p>	<p>Variable independiente: Mejoramiento de material de cantera para sub base con adición de vidrio soluble.</p> <p>Variable dependiente: Incrementar el valor soporte de suelo de cantera</p>	<p>Indicador: Proctor modificado CBR (inicial) Grado de Compactación Clasificación de Suelos Porcentaje de adicción de Vidrio soluble CBR (Incremento) Mejoramiento del grado de compactación</p>	<p>Escala: Nominal. Razón Razón AASTHO % Razón Razón</p>

<p>material de cantera con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base?</p> <p>Problema específico 3:</p> <p>PE3.- ¿De qué manera se analiza el comportamiento físico- mecánico de material de cantera clasificado, adicionando vidrio soluble, en el distrito de Callería, Ucayali 2021?</p>	<p>material de cantera obtenido con el vidrio soluble para que sea utilizado como material de sub base.</p> <p>Objetivo específico 3: -</p> <p>OE3.- Analizar el comportamiento físico y mecánico de material de cantera clasificado, adicionado con vidrio soluble, en el distrito de Callería Ucayali, 2021</p>	<p>da como resultados materiales para sub base.</p> <p>Hipótesis específica 3:</p> <p>HE3.- El análisis del comportamiento físico y mecánico de material de cantera con adición de vidrio soluble tiene parámetros para utilizarse como sub base.</p>			
---	--	--	--	--	--

ANEXO 3.

**INFORME DE
RESULTADOS DE
ENSAYOS DE
LABORATORIO**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM-D422 / MTC E 107)

PROYECTO : Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021

UBICACIÓN : Calleria/Crinal Porillo/Ucayali

SOLICITA : Bach. Royer Larico Garcia

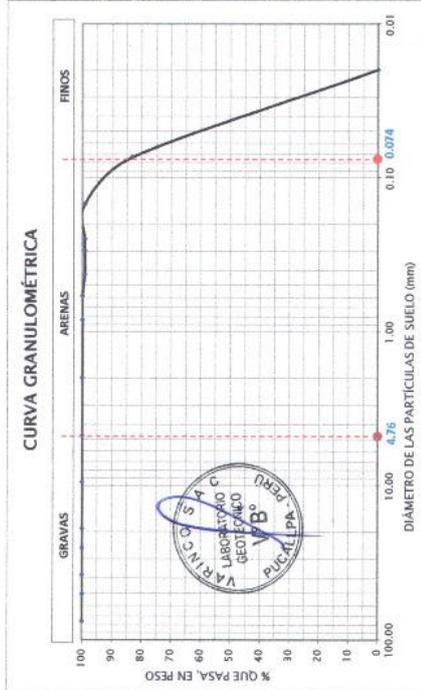
Tec° lab: Bach. Heinz Lopez

Peso Muestra (gr) : 300.000

Cantera de Ligante: Nueva Requena

FECHA: Nov-21

TAMIZ #	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
No 10	2.00	0.19	0.06	0.06	99.94
No 20	0.84	0.00	0.00	0.06	99.94
No 30	0.59	0.00	0.00	0.06	99.94
No 40	0.426	2.17	0.72	0.79	99.21
No 50	0.297	0.00	0.00	0.79	99.21
No 60	0.250	0.00	0.00	0.79	99.21
No 100	0.149	0.00	0.00	0.79	99.21
No 200	0.074	47.74	15.91	16.70	83.30
FONDO	0.020	249.90	83.30	100.00	0.00
PESO TOTAL DE LA MUESTRA =		300.00			



Resultados del Tamizado:	CLASIFICACION DEL SUELO
% GRAVAS = 0.00	SUCS ASTM M-145
% ARENAS = 16.70	ASHTO M-145
% FINOS = 83.30	CL
Clasificación: Finos	A-5 (9)
Tipo de Arena	Descripción:
Peso Total : 30.10 Kg	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR ROJIZO CON POCA ARENA
Arena Gruesa: 2.36 Kg	SUELOS ARCILLOSOS
Arena Fina: 47.74 Kg	
Clasificación: Arena Fina	

Tamaño Máximo (Tm) =	4.76 mm
Tamaño Máximo Nominal (TMN) =	2.00 mm

Observaciones:
- La muestra de cantera fueron brindadas por el solicitante.

Cu =	-
Cc =	-

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
CIP Nº 12482/RUC: 1000130297

LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Jr. Carmen Cabrita #366
Pucallpa - Peru
RUC: 20393792877
Email: varinco_sac@gmail.com

Jefe de Laboratorio

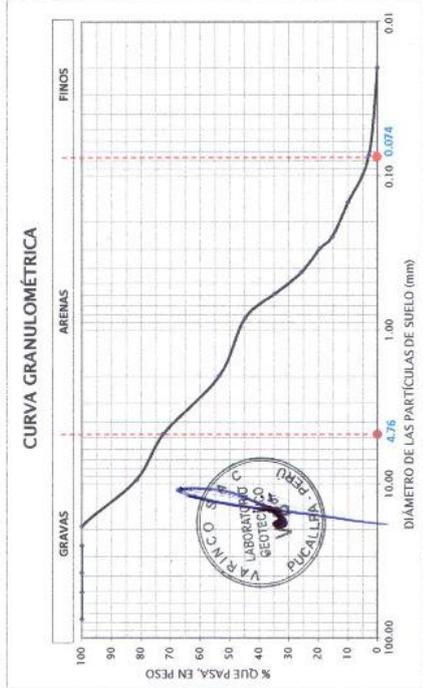
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM-D422 / MTC E 107)

Proyecto de investigación : Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callejón, Ucayali 2021
Ubicación : Callejón/Crnel Portillo/Ucayali
Solicitante : Bach, Royer Larico Garcia
Tec^o lab: Victor Vargas
FECHA: Nov-21

TAMIZ #	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	1105.00	18.42	18.42	81.58
Nº 4	4.76	550.00	9.17	27.58	72.42
No 10	2.00	1133.33	18.89	46.47	53.53
No 20	0.84	520.00	8.67	55.14	44.86
No 30	0.59	600.20	10.00	65.14	34.86
No 40	0.426	547.83	9.13	74.27	25.73
No 50	0.297	370.88	6.18	80.45	19.55
No 60	0.250	255.00	4.25	84.70	15.30
No 100	0.149	320.00	5.33	90.04	9.96
No 200	0.074	425.00	7.08	97.12	2.88
FONDO	0.020	172.80	2.88	100.00	0.00

PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 6000.04



Resultados del Tamizado:
 % GRAVAS = 27.58
 % ARENAS = 69.54
 % FINOS = 2.88
 Clasificación: Arena
Tipo de Arena
 Peso Total: 4172.24 Kg
 Arena Gruesa: 2801.36 Kg
 Arena Fina: 1370.88 Kg
 Clasificación: Arena Gruesa

CLASIFICACION DEL SUELO	ASHTO M-145
SUCS ASTM M-145	SP
Descripción:	A-1-b
ARENA MAL GRADADA, MEZCLA DE GRAVA Y ARENA CON POCO FINOS	GRAVAS Y ARENAS

Tamaño Máximo (TM) =	19.05 mm
Tamaño Máximo Nominal (TMN) =	9.53 mm

Observaciones:

- La muestra de cantera fueron brindados por el solicitante.

Pablo E. Valderama Saavedra
Pablo E. Valderama Saavedra
 Ing. Civ. Especialista en Geotecnia
 Cep N° 12423RUC: 10001302707

VARINCO
LABORATORIO GEOTECNICO
 ING. PABLO E. VALDERAMA S.
JEFE DE LABORATORIO
 Jefe de Laboratorio

Jr. Carmen Cabrejos #398
 Pucallpa - Peru
 RUC: 20393722877
 Email: varincoaac@gmail.com

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Collesio, Ucayali 2021
UBICACIÓN: Calleja/Cnel Panillo/Ucayali
Cantera: Nueva Requena
SOLICITA: Bach. Royer Lario Garcia
Muestra: Material Ligante
FECHA: Nov-21

LIMITE LIQUIDO (NTP 338.129)

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	18	30.00	25.50	15.70	4.50	9.60
2	22	29.50	25.90	15.80	4.20	8.60
3	28	33.00	28.00	16.30	5.00	11.70
4	34	42.10	38.40	28.50	3.70	8.90

LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	24.20	23.70	21.60	0.50	23.81
2	19.90	19.90	17.00	0.90	20.09
3	24.60	23.70	20.50	0.90	25.00
4	25.90	23.20	20.30	0.70	24.14

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 336.127)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	24.20	23.70	21.60	0.50	23.81
2	19.90	19.90	17.00	0.90	20.09
3	24.60	23.70	20.50	0.90	25.00
4	25.90	23.20	20.30	0.70	24.14

PESO VOLUMETRICO DE SUELO COHESIVO (NTP 338.139)

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm³)	Volumen Probeta (cm)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm³)
1	24.20	23.70	21.60	0.50	23.81
2	19.90	19.90	17.00	0.90	20.09
3	24.60	23.70	20.50	0.90	25.00
4	25.90	23.20	20.30	0.70	24.14

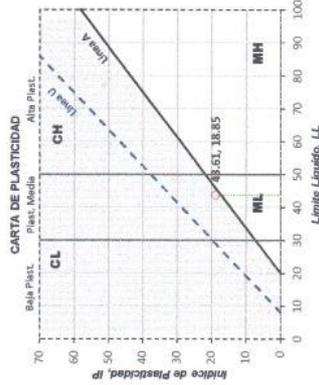
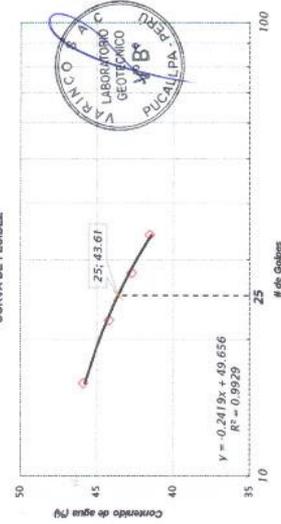
CLASIFICACION SUCS (NTP 336.134)

Muestra	SUCS	Simbolo	Descripcion
M-02	CL		ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD CON POCA ARENA

INDICE PLASTICO (NTP 338.129)

LL (%)	LP (%)	IP (%)
43.61	24.76	18.85

CURVA DE FLUIDEZ



Pablo E. Valderrama Saavedra
Pablo E. Valderrama Saavedra
 Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
 CIP N° 129623/RI IC: 10001302717

LABORATORIO GEOTECNICO
 ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DEL LABORATORIO

**DOSIFICACION DE MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE
(SIN ADICION DE VIDRIO SOLUBLE)**

OBRA : Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021
UBICACIÓN : Calleria/Cmel Portillo/Ucayali
SOLICITA : Bach. Royer Larico Garcia
ESPESOR: 30cm
Revisado: Ing. Pablo E. Valderrama
Fecha: Nov-21

1.- DATOS DE LOS MATERIALES

Hormigon de Río (H)	
Cantera:	Nueva Requena
SUCS:	SP
ASSHTO:	A-1-b
% Gravas:	27.58
% Arenas:	69.54
% Finos:	2.88
LL % :	0.00
LP % :	0.00
IP % :	0.00
W _n % :	1.98
P.U.S (gr/cm ³):	1.85
G _s :	2.63

Ligante (L) : Arcilla + arena	
Cantera:	Nueva Requena
SUCS:	CL
ASSHTO:	A-5 (9)
% Gravas:	0.00
% Arenas:	16.70
% Finos:	83.30
LL % :	43.61
LP % :	24.80
IP % :	18.81
W _n % :	16.85
P.U.S (gr/cm ³):	1.25
G _s :	2.65



2.- PROPORCIONES DE LA MEZCLA (H:L)

%Vol. Hormigon:	70%
%Vol. Ligante:	30%

Vol. del Material (m³): 1

(!) Molde para ensayo del proctor modificado.

Material	Vol (m ³)	Peso (Kg)
Hormigon	0.70	1292.90
Ligante*	0.30	374.40
		1667.30

(*) El material ligante se refiere solo a la fraccion del suelo cohesivo de la muestra de cantera analizada.

Correccion de la proporcion en peso del Hormigon:

Ligante:

% Arena =	0.17
% Arcilla =	0.83

peso de ligante requerido (gr) = 374.40
W_{arena Adicional} = 75.06

Sub total mat. Cantera Lig. = **449.46**

Factor de Esponjamiento = 1.00

peso mat. lig. p/mezcla (Kg) = 449.46

Peso corregido del Hormigon (gr) = **1217.84**

Factor de Esponjamiento = 1.00

peso mat. Horm. p/mezcla (Kg) = 1217.84

Correccion por humedad de los materiales:

Material	W _n %	Peso (Kg)
Hormigon	1.00	1217.84
Ligante*	1.00	449.46

Determinacion de los volúmenes de los materiales para el mezclado final en obra:

Material	Vol (m ³)
Hormigon	0.65
Ligante	0.35

el volumen total requerido para el material de afirmado sera:
1.00 m³ para cumplir la proporcion 70:30, H:L

3.- VERIFICACION DE LA GRADACION DEL MATERIAL DE AFIRMADO

De acuerdo a los establecido en el manual de carreteras y pavimentos del MTC, seccion suelos y pavimentos se ha realizado un analisis granulometrico del material de cantera comparando con las gradaciones A, B, C y D; los resultados se muestran en el siguiente grafico (ver anexos)

**DOSIFICACION DE MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE
(SIN ADICION DE VIDRIO SOLUBLE)**

OBRA : Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021

UBICACIÓN : Calleria/Cmel Portillo/Ucayali

SOLICITA : Bach. Royer Larco Garcia

ESPESOR: 30cm

Revisado: Ing. Pablo E. Valderrama

Fecha: Nov-21

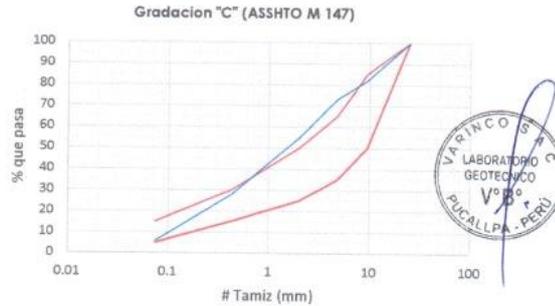


Gráfico 01: Gradacion del material de afirmado de diseño, Gradacion C

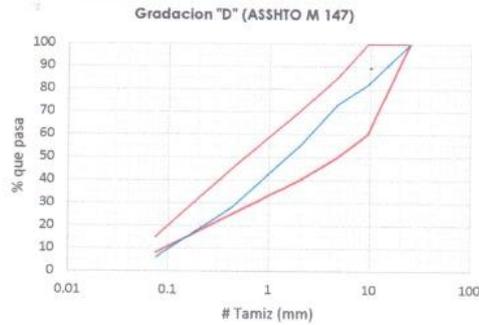


Gráfico 02: Gradacion del material de afirmado de diseño, Gradacion D

se verifica que el material de hormigon y ligante cumplen en su mayor porcentaje con las características exigidas para material de Sub Base.

4.- RESUMEN DE RESULTADOS

Las proporciones calculadas en el presente diseño, se han empleado en la mezclas del material de hormigon + el ligante, y se procedió con los ensayos de proctor modificado y CBR, las cuales nos muestran los siguientes resultados:

a) Proctor Modificado:

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) = **2.19**
Contenido de Humedad Optima (%) = **6.38**

b) CBR:

CBR(0.1") al 100% de m.d.s. = **53%**Aceptable

C) Consistencia

Limite Liquido (%) = **43.61** (max: 35%)No cumple
Indice Plastico (%) = **18.81** (max: 12%)Aceptable

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Bach. Royer Larico Garcia
 DOSIFICACION : Hormigon + Ligante (sin adición de vidrio soluble)
 UBICACIÓN : Calleria / Coronel Portillo / Ucayali
 REFERENCIA : Proyecto de tesis UCV-2021
 FECHA DE RECEPCION : 5/11/2021 FECHA DE INICIO : 5/11/2021

PROYECTO: **Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021**

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145-1999)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Cantera Nueva Requena PRESENTACION: 01 saco de polipropileno
 DESCRIPCION : Hormigon + arcillosa de color rojizo CANTIDAD: 80 kg aprox.

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

Máxima Densidad Seca (gr/cm^3): 2.19
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 6.38

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y HUMEDAD

COMPACTACION:				HUMEDAD (%):			
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	1155.00	810.00	575.00
Número de golpes	12	25	56	Tara+suelo seco (gr.)	1095.00	770.00	550.00
Peso suelo + molde (gr.)	15035	15435	15655	Peso de agua (gr.)	60.00	40.00	25.00
Peso molde (gr.)	8040	8175	8120	Peso de tara (gr.)	170.00	170.00	170.00
Peso suelo compactado (gr.)	6995	7260	7535	Peso de suelo seco (gr.)	925.00	600.00	380.00
Volumen del molde (cm^3)	3229	3229	3229	Humedad (%)	6.49	6.67	6.58
Densidad húmeda (gr/cm^3)	2.166	2.249	2.334	Densidad Seca (gr/cm^3)	2.035	2.108	2.190

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

Penetración (pulg.)	Presión (mm.)	Molde I		Molde II		Molde III	
		Patrón	Dial	Patrón	Dial	Patrón	Dial
		(Kg/cm^2)	(Kg)	(Kg/cm^2)	(Kg)	(Kg/cm^2)	(Kg)
0.000	0	0	0	0.0	0	0.0	0
0.025	0.64		116	5.7	178	8.7	197
0.050	1.27		229	11.2	364	17.8	380
0.075	1.91		306	15.0	535	26.2	585
0.100	2.54	70	354	17.3	669	32.7	761
0.150	3.81		407	19.9	842	41.2	1113
0.200	5.08	105	434	21.3	999	48.9	1397
0.250	6.35			0.0		0.0	0.0
0.300	7.62	133		0.0		0.0	0.0
0.400	10.16	161		0.0		0.0	0.0
0.500	12.70	182		0.0		0.0	0.0
		CBR 0.1*		24.64%		46.56%	52.99%
		CBR 0.2*		20.18%		46.38%	64.89%



DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE EXPANSION

Tiempo Acum. (hrs.)	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
H_{base}	177	177	177
0	0.000	0.000	0.000
24	0.450	0.290	0.100
48	0.560	0.380	0.110
72	0.600	0.365	0.180
96	0.620	0.430	0.200
E (%)	0.35%	0.24%	0.11%

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
CIP N° 124523/RUC: 10001302707

VARINCO S.A.C.
Jr. Carmen Cabrejos #398
Pucallpa - Peru
RUC: 20393792877
Email: varincosac@gmail.com

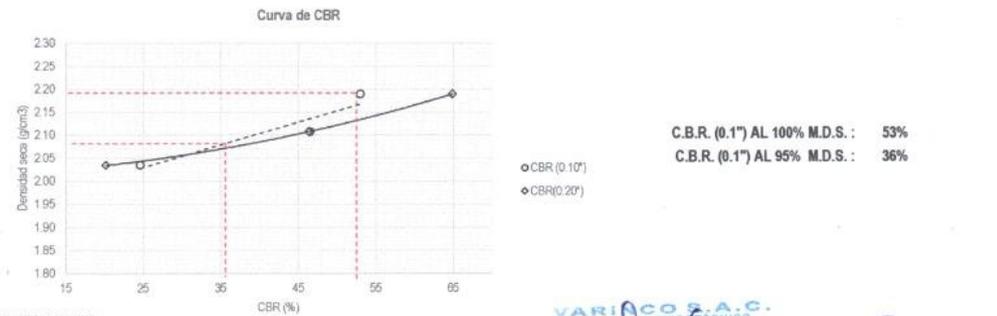
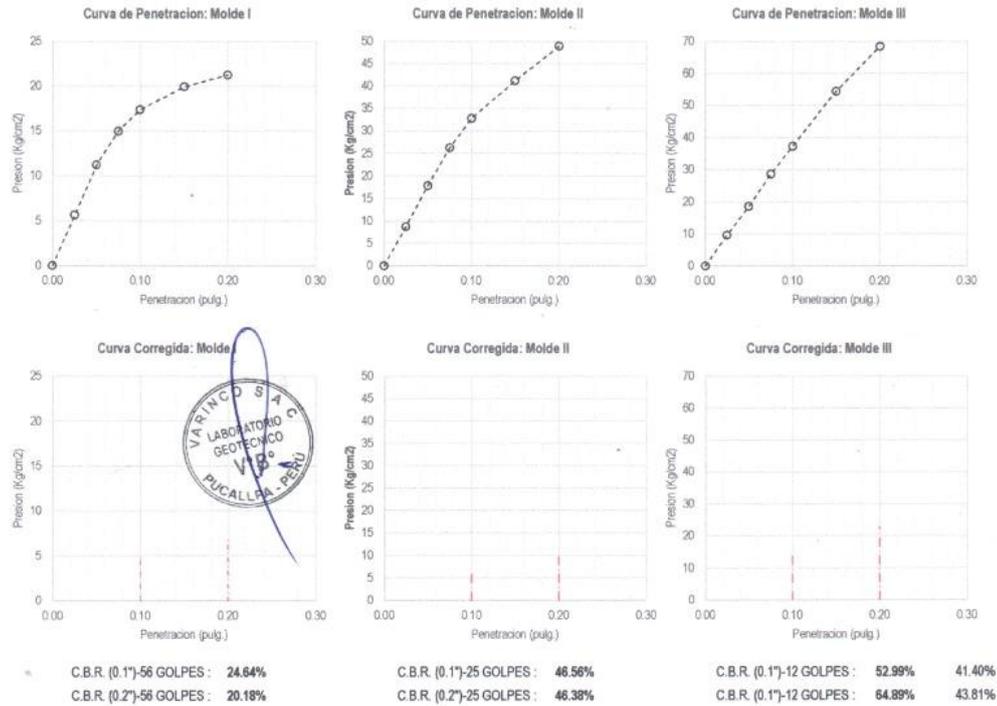
Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos
Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra
Fecha de Emisión: 12/11/2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Bach. Royer Larico Garcia
 DOSIFICACION : Hormigon + Ligante (sin adición de vidrio soluble)
 UBICACION : Calleria / Coronel Portillo / Ucayali
 REFERENCIA : Proyecto de tesis UCV-2021
 FECHA DE RECEPCION : 5/11/2021 FECHA DE INICIO : 5/11/2021

PROYECTO: Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021



OBSERVACIONES :

- Muestra tomada por el solicitante
- Muestra identificada por el personal tecnico del laborotiro VARINCO SAC

REFERENCIA:

- ASTM 1883-05 Stander test method for CBR (California Bearing Ratio)of Laboratory-compacted soils
- ASTM 1557-02 Stander test method for Laboratory compaction characteristics of soils using modified effort - 56 ft-lb/ft3 (2700 kN-m/m3)

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO TECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
CIP N° 124923/RUC: 10001302707

VARINCO S.A.C.
Jr. Carmen Cabrejos #398
Pucallpa - Peru
RUC: 20393792877
Email: varincosac@gmail.com

Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos
 Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra
 Fecha de Emision: 12/11/2021
 El uso de la informacion contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Bach. Royer Larico Garcia
 DOSIFICACION : Hormigon + Ligante (con adición de vidrio soluble)
 UBICACION : Calleria / Coronel Portillo / Ucayali
 REFERENCIA : Proyecto de tesis UCV-2021
 FECHA DE RECEPCION : 10/11/2021 FECHA DE INICIO : 10/11/2021

PROYECTO: Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145-1999)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Cantera Nueva Requena PRESENTACION: 01 saco de polipropileno
 DESCRIPCION : Hormigon + arcillosa de color rojizo CANTIDAD: 80 kg aprox.

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

Máxima Densidad Seca (gr/cm^3): 2.19
 Optimo Contenido de Humedad (%): 6.38

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y HUMEDAD

COMPACTACION:				HUMEDAD (%):			
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	174.00	174.00	174.00
Número de golpes	12	25	56	Tara+suelo seco (gr.)	168.60	168.60	168.60
Peso suelo + molde (gr.)	14345	14820	15635	Peso de agua (gr.)	5.40	5.40	5.40
Peso molde (gr.)	8040	8205	8090	Peso de tara (gr.)	48.60	48.60	48.60
Peso suelo compactado (gr.)	6305	6615	7545	Peso de suelo seco (gr.)	120.00	120.00	120.00
Volumen del molde (cm^3)	3229	3229	3229	Humedad (%)	4.50	4.50	4.50
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1.953	2.049	2.337	Densidad Seca (gr/cm^3)	1.889	1.961	2.236

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

Penetración (pulg.)	Presión (mm.)	Molde I		Molde II		Molde III	
		Patrón (Kg/cm^2)	Dial (Kg)	Presión (Kg/cm^2)	Dial (Kg)	Presión (Kg/cm^2)	Dial (Kg)
0.000	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.025	0.64		23	1.1	372	18.2	143
0.050	1.27		48	2.3	697	34.1	525
0.075	1.91		62	3.0	903	44.2	1218
0.100	2.54	70	71	3.5	1017	49.8	1706
0.150	3.81		83	4.1	1025	50.2	2226
0.200	5.08	106	90	4.4	963	47.1	2318
0.250	6.35			0.0		0.0	2218
0.300	7.62	133		0.0		0.0	0.0
0.400	10.16	161		0.0		0.0	0.0
0.500	12.70	182		0.0		0.0	0.0
		CBR 0.1" =	4.91%	70.80%	118.79%		
		CBR 0.2" =	4.18%	44.70%	107.66%		



DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE EXPANSION

Tiempo Acum. (Hrs.)	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
H_{max}	177	177	177
0	0.000	0.000	0.000
24	0.450	0.290	0.100
48	0.560	0.380	0.110
72	0.600	0.365	0.180
96	0.620	0.430	0.200
E (%)	0.35%	0.24%	0.11%

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
CIR N° 129923/RUC: 10001902707

VARINCO S.A.C.
Jr. Carmen Cabrejos #398
Pucallpa - Peru
RUC: 20393792877
Email: varincosac@gmail.com

Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos
Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra
Fecha de Emision: 17/11/2021

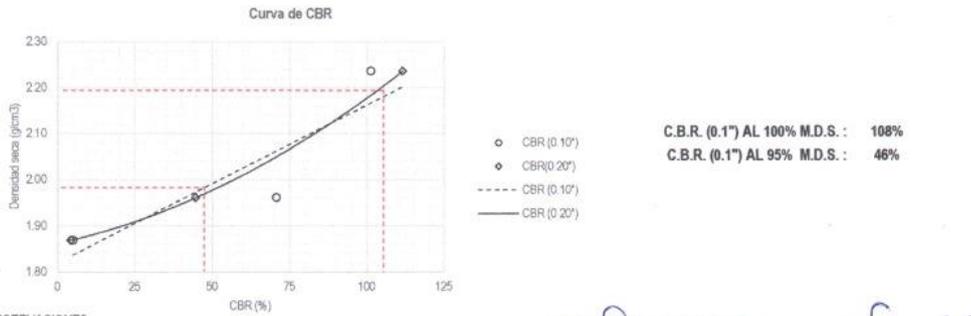
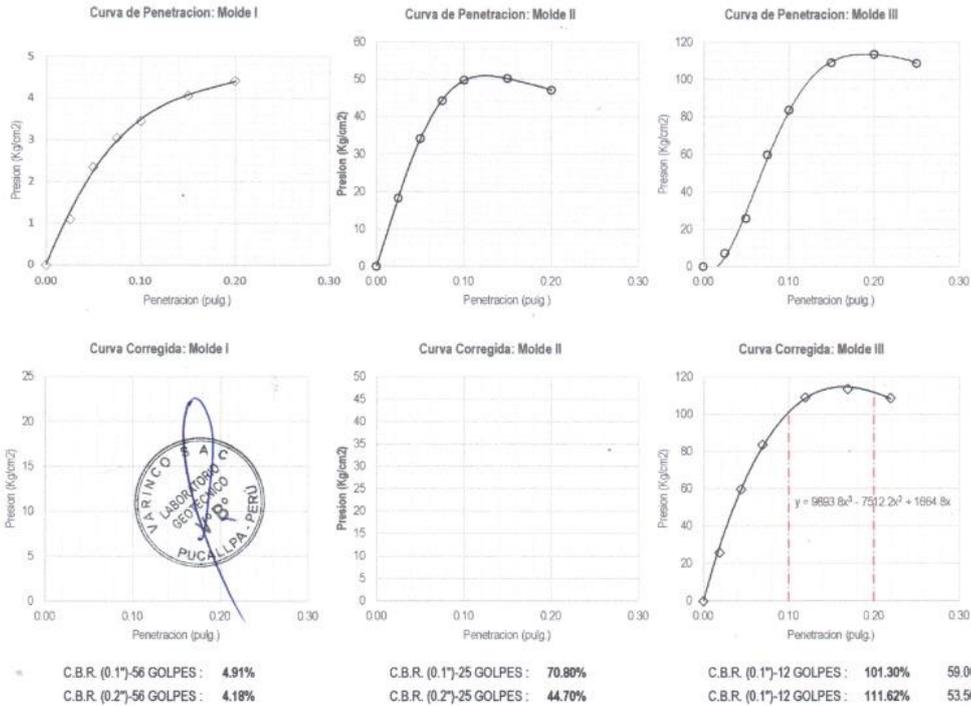
El uso de la informacion contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Bach. Royer Larico Garcia
 DOSIFICACION : Hormigon + Ligante (con adiccion de vidrio soluble)
 UBICACION : Calleria / Coronel Portillo / Ucayali
 REFERENCIA : Proyecto de tesis UCV-2021
 FECHA DE RECEPCION : 10/11/2021

PROYECTO: **Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021**

FECHA DE INICIO : 10/11/2021



OBSERVACIONES :
 - Muestra tomada por el solicitante
 - Muestra identificada por el personal tecnico del laboratorio VARINCO SAC

REFERENCIA :
 - ASTM 1883-05 Stander test method for CBR (California Bearing Ratio)of Laboratory compacted soils
 - ASTM 1557-02 Stander test method for Laboratory compaction characteristics of soils Using modified effort - 56 ft-lb/ft³ (2700 KN-m/m³)

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - Especialista en Geotecnica
CIP N° 124923/RUC 10001302707

VARINCO S.A.C.
Jr. Carmen Cabrejos #398
Pucallpa - Peru
RUC: 20393792877
Email: varincosac@gmail.com

Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos
 Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra
 Fecha de Emision: 17/11/2021
 El uso de la informacion contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

**DOSIFICACION DE MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE
(CON ADICION DE VIDRIO SOLUBLE)**

OBRA : Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021

UBICACIÓN : Calleria/Crnel Portillo/Ucayali

SOLICITA : Bach. Royer Larico Garcia

ESPESOR: 30cm

Revisado: Ing. Pablo E. Valderrama

Fecha: Nov-21

3.1. Ficha Tecnica del Silicato de Sodio

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

PARAMETRO	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
Color	Grisáceo	N.A
Textura	Fluida	N.A
Densidad (°Be)	48.0 - 49.50	g/mL
Gravedad Especifica	1.494 - 1.518	(grs/cm3)
Alcalinidad	11.24 - 12.26	(% NA2O)
Contenido de Silice	31.71 - 33.67	(%SiO2)
% de Solidos Totales	36.1 - 40.1	%
Relac. tot. de Na2oSiO2	1:3.00 - 1:3.15	N.A.
Viscosidad promedio	50	cP
pH	11.9 ± 0.1	N.A.

Fuente: Ficha tecnica del producto (protokimica)



Dosificacion en peso del material clasificado + Silicato de Sodio

Material	peso (g)	% en peso	Kg/m3
Material clasificado para sub base	6,435	93.46%	1,993
Agua	130	1.89%	40
Silicato de Sodio	320	4.65%	99
Total =	6,885	100.00%	

Nota: el peso total es referente al volumen del model de CBR

4.- RESUMEN DE RESULTADOS

Las proporciones calculadas en el presente diseño, se han empleado en la mezclas del material clasificado + el Vidrio soluble, y se procedio con los ensayos de proctor modificado y CBR, las cuales nos muestras los siguientes resultados:

a) Proctor Modificado:

Maxima Densidad Seca (gr/cm3) = **2.19**

Contenido de Humedad Optima (%) = **6.38**

b) CBR:

CBR(0.1") al 100% de m.d.s. = **108%**

....Aceptable

C) Consistencia

Limite Liquido (%) = **43.61** (max: 35%)No cumple

Indice Plastico (%) = **18.81** (max: 12%)Aceptable

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - Especialista en Usotecnias
CIP N° 126623/RUC: 10001302707

GRADACIONES PARA SUB BASE GRANULAR

(Sección 304 EG-2000-MTC)

PROYECTO: Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021

UBICACIÓN: Calleria/Cmcl Portillo/Ucayali/CORONEL PROTILO/UCAYALI

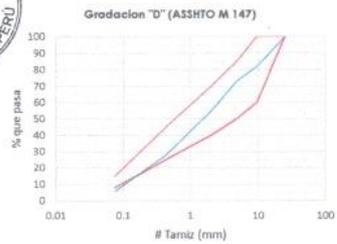
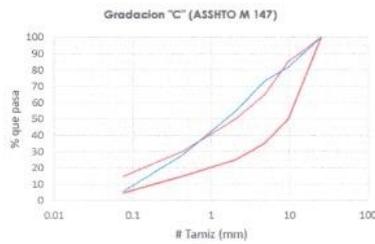
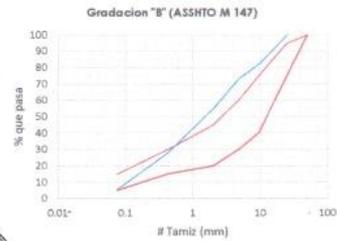
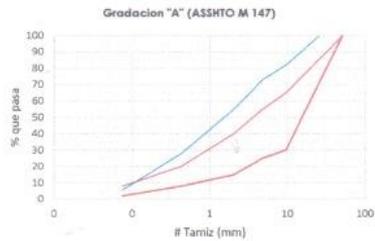
FECHA: Nov-21

SOLICITA: Bach. Royer Larico Garcia

CANTERA DE HORMIGON: NUEVA REQUENA

Peso Muestra (gr): 8183.05

CUADRO: GRADACION DEL MATERIAL DE SUB BASE GRANULAR													
% que pasa del Tamiz (mm)	(pulg)	Gradacion (ASSHTO M 147)								Tamizado de la muestra de Hormigon + Ligante			
		A		B		C		D		P. retenido	%retenido	%acum	%pasa
50	2"	100	100	100	100								
37.5	1 1/2"												100.00
25	1"			75	95	100	100	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
19	3/4"												82.15
12.5	1/2"												82.15
9.5	3/8"	30	65	40	75	50	85	60	100	1105.00	17.85	17.85	82.15
4.75	4	25	55	30	60	35	65	50	85	550.00	8.88	26.73	73.27
2.36	8												54.97
2	10	15	40	20	45	25	50	40	70	1134.71	18.30	45.03	54.97
4.25	40	8	20	15	30	15	30	25	45	1683.82	26.94	71.97	28.03
75	200	2	8	5	15	5	15	8	15	1718.27	22.14	94.11	5.89



Resultados del Tamizado (H + L):	
% GRAVAS =	20.22%
% ARENAS =	55.44%
% FINOS =	24.33%

Observaciones:
 1) El mat. ensayado cumple en su mayor porcentaje con la gradacion D.
 2) Las muestras fueron mezcladas en laboratorio cumpliendo los estandares que indican las normas.

Clasificacion	Simbolo	Descripcion
SUCS	SC	arena arcillosa con gravas
ASSHO	A2-7	Gravas y arenas arcillosas

VARINCO S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO
ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
JEFE DE LABORATORIO

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
CIP N° 124923 / RUC 10001302707
Ing° Responsable

DOSIFICACION DE MATERIAL CLASIFICADO PARA SUB BASE

OBRA : Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021

UBICACIÓN : Calleria/Cmel Portillo/Ucayali

SOLICITA : Bach. Royer Larico Garcia

ESPESOR: 30cm

Revisado: Ing. Pablo E. Valderrama

Fecha: Nov-21

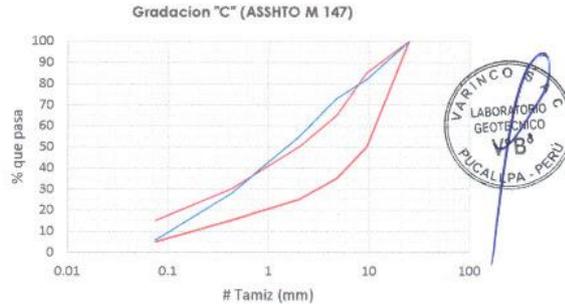


Grafico 01: Gradacion del material de afirmado de diseño, Gradacion C

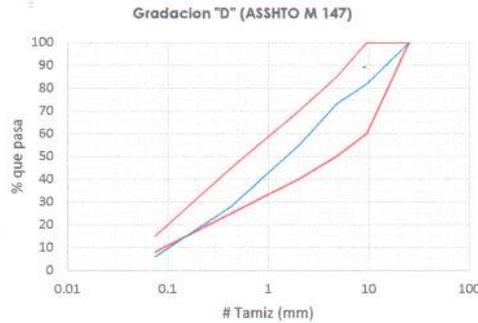


Grafico 02: Gradacion del material de afirmado de diseño, Gradacion D

se verifica que el material de hormigon y ligante cumplen en su mayor porcentaje con las características exigidas para material de Sub Base.

4.- RESUMEN DE RESULTADOS

Las proporciones calculadas en el presente diseño, se han empleado en la mezclas del material de hormigon + el ligante, y se procedio con los ensayos de proctor modificado y CBR, las cuales nos muestran los siguientes resultados:

a) Proctor Modificado:

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) = **2.19**
 Contenido de Humedad Optima (%) = **6.38**

b) CBR:

CBR(0.1") al 100% de m.d.s. = **53%**Aceptable

C) Consistencia

Limite Liquido (%) = **43.61** (max: 35%)No cumple
 Indice Plastico (%) = **18.81** (max: 12%)Aceptable

Jr. Carmen Cabrejos #398
 Pucallpa - Peru
 RUC: 20393792877
 Email: varincosac@gmail.com

P.E.S.
 Pablo E. Valderrama Saavedra
 Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
 CIP N° 124928/RUC: 10001302707

LABORATORIO GEOTECNICO
P.E.S.
 ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DE LABORATORIO

GRADACIONES PARA SUB BASE GRANULAR

(Seccion 304 EG-2000-MTC)

PROYECTO: Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021

UBICACIÓN: Calleria/Cmcl Portillo/Ucayali/CORONEL PROTILLO/UCAYALI

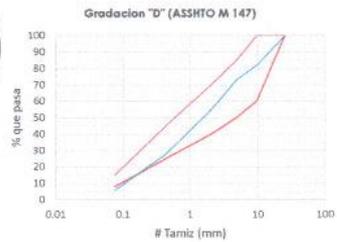
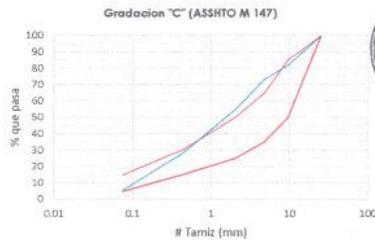
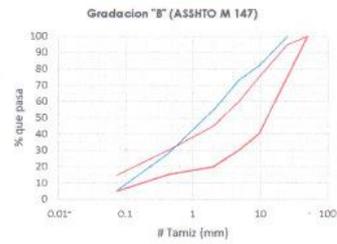
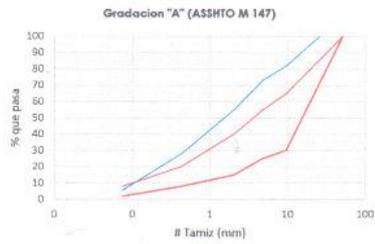
FECHA: Nov-21

SOLICITA: Bach. Royer Larico Garcia

CANTERA DE HORMIGON: NUEVA REQUENA

Peso Muestra (gr): 8163.05

CUADRO: GRADACION DEL MATERIAL DE SUB BASE GRANULAR													
% que pasa del Tamiz (mm)	(pulg)	Gradacion (ASHTO M 147)								Tamizado de la muestra de Hormigon + Ligante			
		A		B		C		D		P. retenido	%retenido	%acum	%pasa
50	2"	100	100	100	100								
37.5	1 1/2"												100.00
25	1"			75	95	100	100	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
19	3/4"												82.15
12.5	1/2"												82.15
9.5	3/8"	30	65	40	75	50	85	60	100	1105.00	17.85	17.85	82.15
4.75	4	25	55	30	60	35	65	50	85	550.00	8.88	26.73	73.27
2.36	8												54.97
2	10	15	40	20	45	25	50	40	70	1134.71	18.30	45.03	54.97
4.25	40	8	20	15	30	15	30	25	45	1683.82	26.94	71.97	28.03
75	200	2	8	5	15	5	15	8	15	1718.27	22.14	94.11	5.89



Resultados del Tamizado (H + L):
 % GRAVAS = 20.22%
 % ARENAS = 55.44%
 % FINOS = 24.33%
Clasificación: Suelo Arenoso con Gravas y finos
 H: Hormigon
 L: Ligante

Observaciones:
 1) El mat. ensayado cumple en su mayor porcentaje con la gradacion D.
 2) Las muestras fueron mezcladas en laboratorio cumpliendo los estandares que indican las normas.

Pablo E. Valderrama Saavedra
 Pablo E. Valderrama Saavedra
 Ing. Civil - Especialista en Geotecnia
 CIP N° 124923/RUC: 10001302707

Ing. Pablo E. Valderrama S.
 LABORATORIO GEOTECNICO
 ING. PABLO E. VALDERRAMA S.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Responsable

ANEXO 4.

**VALIDACIÓN DE JUICIO
DE EXPERTOS**

INSTRUMENTO DE VALIDACION
Análisis de validez Y Confiabilidad

Experto 01

PROYECTO: "Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021"

Autores: Larico García, Royer

Validación De los Instrumentos de medición.	Instrumento	VALIDEZ - RANGO					
		Validez nula: 0,53 a menos	Validez Baja: 054 a 059	Válida: 0,60 a 0,65	Muy Valida: 0,66 a 0,71	Excelente Validez: a 0,72 a 0,99	Validez Perfecta: 1
V01: ADICION DE VIDRIO SOLUBLE							
01	Propiedades Mecánicas de suelos					0.90	
	-Plasticidad	Ensayo de Laboratorio					
	-Humedad	Ensayo de Laboratorio					
	-Limite líquido	Ensayo de Laboratorio					
02	Relación de Volúmenes					0.90	
	- Diseño de mezclas	Manual de Carreteras					
03	Factor Humano					0.80	
	- Procedimiento de prueba	Guía de observación (Libreta de campo)					
	- Operación del equipo	Guía de observación (Libreta de campo)					
V02: VALOR SOPORTE DEL MATERIAL							
01	Resistencia del Material					0.75	
	- Esfuerzo	Ensayo de CBR					
	- Deformación	Ensayo de CBR					
02	Relación de Densidades					0.70	
	- Grado de Compactación	Norma ASTM D-1557					
TOTAL							

Observaciones (Precisar si hay suficiencia): Al tratarse de una investigación tipo cuasiexperimental, la confiabilidad de los datos procesados se basara en el grado de precisión de instrumentos utilizados para la medición, así mismo el factor humano juega un papel importante en el procedimiento de la calidad de los ensayos, estos factores determinan el grado de confiabilidad final del presente estudio de investigación, por lo que a mi criterio personal hay suficiente datos para obtener resultados válidos para la comprobación del incremento del valor de soporte por adición de vidrio soluble en materiales de cantera para ser utilizadas como sub base.

<p>Nombre del Experto: Pablo Ernesto Valderrama Saavedra. DNI: 00130270</p>	 Pablo E. Valderrama Saavedra INGENIERO CIVIL CIP N° 124923
<p>Especialidad del Experto: - Ingeniero Civil - Mg(c) en Ingeniería Geotécnica - Mg(c) en Ingeniería Hidráulica y Ambiental</p>	

INSTRUMENTO DE VALIDACION
Análisis de validez Y Confiabilidad

Experto	02
---------	----

PROYECTO: "Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021"

Autor: Larico García, Royer

Validación De los Instrumentos de medición.	Instrumento	VALIDEZ – RANGO					
		Validez nula: 0,53 a menos	Validez Baja: 054 a 059	Válida: 0,60 a 0,65	Muy Valida: 0,66 a 0,71	Excelente Validez: a 0,72 a 0,99	Validez Perfecta: 1
V01: ADICION DE VIDRIO SOLUBLE							
01	Propiedades Mecánicas de suelos					0.90	
	-Plasticidad	Ensayo de Laboratorio					
	-Humedad	Ensayo de Laboratorio					
	-Limite líquido	Ensayo de Laboratorio					
02	Relación de Volúmenes					0.89	
	- Diseño de mezclas	Manual de Carreteras					
03	Factor Humano					0.85	
	- Procedimiento de prueba	Guía de observación (Libreta de campo)					
	- Operación del equipo	Guía de observación (Libreta de campo)					
V02: VALOR SOPORTE DEL MATERIAL							
01	Resistencia del Material					0.75	
	- Esfuerzo	Ensayo de CBR					
	- Deformación	Ensayo de CBR					
02	Relación de Densidades				0.71		
	- Grado de Compactación	Norma ASTM D-1557					
TOTAL					0.82		

Observaciones (Precisar si hay suficiencia): Al tratarse de una investigación tipo cuasiexperimental, la confiabilidad de los datos procesados se basara en el grado de precisión de instrumentos utilizados para la medición, así mismo el factor humano juega un papel importante en el procedimiento de la calidad de los ensayos, estos factores determinan el grado de confiabilidad final del presente estudio de investigación, por lo que a mi criterio personal hay suficiente datos para obtener resultados válidos para la comprobación del incremento del valor de soporte por adición de vidrio soluble en materiales de cantera para ser utilizadas como sub base.

Nombre del Experto: Luis Alberto Diaz Vela DNI: 71432563	 LUIS ALBERTO DIAZ VELA INGENIERO CIVIL  Reg. CIP. N° 250526
Especialidad del Experto: - Ingeniero Civil	

INSTRUMENTO DE VALIDACION
Análisis de validez Y Confiabilidad

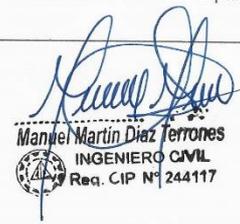
Experto	03
---------	----

PROYECTO: "Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021"

Autor: Larico García, Royer

Validación De los Instrumentos de medición.	Instrumento	VALIDEZ – RANGO					
		Validez nula: 0,53 a menos	Validez Baja: 054 a 059	Válida: 0,60 a 0,65	Muy Valida: 0,66 a 0,71	Excelente Validez: a 0,72 a 0,99	Validez Perfecta: 1
V01: ADICION DE VIDRIO SOLUBLE							
01 Propiedades Mecánicas de suelos						0.93	
-Plasticidad	Ensayo de Laboratorio						
-Humedad	Ensayo de Laboratorio						
-Limite líquido	Ensayo de Laboratorio						
02 Relación de Volúmenes						0.89	
- Diseño de mezclas	Manual de Carreteras						
03 Factor Humano						0.87	
- Procedimiento de prueba	Guía de observación (Libreta de campo)						
- Operación del equipo	Guía de observación (Libreta de campo)						
V02: VALOR SOPORTE DEL MATERIAL							
01 Resistencia del Material						0.78	
- Esfuerzo	Ensayo de CBR						
- Deformación	Ensayo de CBR						
02 Relación de Densidades						0.71	
- Grado de Compactación	Norma ASTM D-1557						
TOTAL						0.84	

Observaciones (Precisar si hay suficiencia): Al tratarse de una investigación tipo cuasiexperimental, la confiabilidad de los datos procesados se basará en el grado de precisión de instrumentos utilizados para la medición, así mismo el factor humano juega un papel importante en el procedimiento de la calidad de los ensayos, estos factores determinan el grado de confiabilidad final del presente estudio de investigación, por lo que a mi criterio personal hay suficiente datos para obtener resultados válidos para la comprobación del incremento del valor de soporte por adición de vidrio soluble en materiales de cantera para ser utilizadas como sub base.

Nombre del Experto: Manuel Martin Diaz Terrones DNI: 46491809	 Manuel Martin Diaz Terrones INGENIERO CIVIL Req. CIP N° 244117
Especialidad del Experto: - Ingeniero Civil.	

ANEXO 5.

**FICHA TÉCNICA
DEL ADITIVO**

	FICHA TÉCNICA	Código: GT-F-40
	Versión: 02	Fecha: 27/09/2018
		Página: 1 de 1
Número de Revisión: 001 Declaración de Fecha de Revisión: 18/09/2018		
TÍTULO: SILICATO DE SODIO		

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Nombre químico: Silicato de Sodio **Calidad:** Técnica
Descripción: Miscible con algunos alcoholes polihídricos, parcialmente miscible con alcoholes primarios y cetonas
Vencimiento: 2 años.

2. MANEJO Y APLICACION

Catalizadores y gel de silicé, jabones y detergentes, adhesivos, tratamiento de aguas, blanqueo y encolado de textiles y pulpa de papel, tratamiento de minerales, solidificación de suelos, espuma de vidrio, pigmentos, barros de perforación, aglutinante para núcleos de fundición y moldes, morteros y cementos impermeables, impregnación de madera. Forma geles con ácidos entre pH 3 y 9, coagula con salmuera, precipita con iones de tierras alcalinas e iones de metales pesados. Y Los silicatos de sodio comprenden un grupo de sustancias químicas, compuestas de óxido de sodio (Na₂O), óxido de silicio (SiO₂) y agua, en proporciones diferentes para cada tipo de silicato. Dependiendo de su composición, ofrecen un rango de propiedades físicas y químicas. No combustible, poco tóxico.

3. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

PARAMETRO	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
Color	Grisáceo	N.A
Textura	Fluida	N.A
Densidad (°Be)	48,0-49,50	g/mL
Gravedad Especifica	1,494 – 1,518	(grs/cm ³)
Alcalinidad	11,24 - 12,26	(% Na ₂ O)
Contenido de Silice	31,71 – 33,67	(% SiO ₂)
% de Solidos Totales	36,1 - 40,1	%
Relación de totales de Na ₂ O/SiO ₂	1:3,00 – 1:3,15	N.A
Viscosidad promedio	50	cP
pH	11,9 ± 0,1	N.A



4. ALMACENAMIENTO

Este producto debe almacenarse en lugares frescos, Separado de ácidos fuertes, aluminio y zinc.

5. PRECAUCIONES

La disolución en agua es una base medianamente fuerte. Reacciona con aluminio y cinc formando gas inflamable/explosivo.

Nota: El uso final del producto es responsabilidad directa del cliente, la información consignada en este documento es sólo de carácter ilustrativo y fue tomada de distintas fuentes bibliográficas por nuestro departamento técnico. Estos datos no representan responsabilidad legal alguna y no eximen al comprador de hacer sus propios análisis e investigaciones.

Productos Químicos al por Mayor y al Detal – Artículos para Laboratorio y Reactivos
 Implementos de Protección Personal – Fragancia y Sabores – Productos para el Aseo y Limpieza
 Dirección: Cra. 52 No 6 Sur 35 | Medellín – Colombia PBX: (+57) (4) 444-8787
 E-mail: servicioalcliente@protokimica.com Web: www.protokimica.com

ANEXO 6.

PANEL FOTOGRAFÍCO



. **Imagen 1.** Muestra de Material Ligante.



. **Imagen 2.** Muestra de Material Hormigón.



. **Imagen 3.** Pesado de muestra sin clasificar



. **Imagen 4 y 5.** Secado de material y clasificación.



. **Imagen 6.** Pesado de muestra clasificada.



. **Imagen 7.** Dosificación de materiales.



. **Imagen 8.** Aplicación de fuerza a muestra dosificada.



. **Imagen 9.** Ensayo de CBR de muestra sin aditivo



. **Imagen 10.** Preparación de la muestra en condiciones desfavorables.



. **Imagen 11.** Resultados de las muestras sometidas al ensayo de CBR.



. *Imagen 12 y 13.* Elaboración y prueba del ensayo de Proctor.



. *Imagen 14.* Estructura para el ensayo del CBR



. **Imagen 15.** Preparación de la muestra con aditivo en condiciones desfavorables.



. **Imagen 16.** Ensayo de CBR para muestra con Aditivo.



. **Imagen 17.** Resultados de ensayo de CBR a la muestra con adición.