



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

Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la sub
rasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Bardales Arévalo, Katty (ORCID: 0000-0002-7835-0540)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente tesis la dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar y culminar este proceso de formación profesional.

Así mismo a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias por ser el soporte en esta etapa de formación personal y profesional.

A mis hermanas por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Índice de contenido

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	41
3.1. Tipo y diseño de investigación	41
3.2. Variables y operacionalización.....	43
3.2. Población, muestra y muestreo.....	44
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
3.5. Procedimiento.....	49
3.6. Método de análisis de datos	50
3.7. Aspectos éticos.....	54
IV. RESULTADOS	55
V. DISCUSIÓN	72
VI. CONCLUSIONES.....	77
VII. RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	86

Índice de Tablas

Tabla 1. Requerimientos químicos de cenizas volantes	24
Tabla 2. Límites de tamaño de suelos separados	26
Tabla 3. Clasificación del suelo según AASHTO	26
Tabla 4. Clasificación del suelo según SUCS	27
Tabla 5. Categorías de subrasante.....	28
Tabla 6. Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador	30
Tabla 7. Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador.....	31
Tabla 8. Tamaño de las mallas	36
Tabla 9. Lecturas de Penetración.....	40
Tabla 10 Equivalencia de la confiabilidad	49
Tabla 11. Procedimiento de Ensayos.....	51
Tabla 12 Resumen de ensayos con la incorporación de cal	61
Tabla 13 Resumen de ensayos con la incorporación de ceniza volante.....	61
Tabla 14 Límites de Atterberg Incorporando Cal	62
Tabla 15 Límites de Atterberg Incorporando Ceniza Volante.....	63
Tabla 16 Proctor Modificado Incorporando Cal	65
Tabla 17 Proctor Modificado Incorporando Ceniza Volante.....	66
Tabla 18 CBR Incorporando Cal	69
Tabla 19 CBR Incorporando Ceniza Volante	69

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Proceso de selección del Tipo de Estabilización	29
Figura 2. Límites de Atterberg	33
Figura 3. Copa Casagrande y Ranurador	33
Figura 4. Prueba de limite plástico	34
Figura 5. Prueba de limite plástico	36
Figura 6. Curva para el cálculo de índice de CBR	40
Figura 7 Ubicación de la región Amazonas en el país	55
Figura 8 División política del departamento de Amazonas	56
Figura 9 Mapa de la Provincia de Luya	57
Figura 10 Carretera Caclic-Luya	58
Figura 11 Posicion de las Calicatas	59
Figura 13 Límites de Atterberg Incorporando Cal	62
Figura 12 Límites de Atterberg Incorporando Cal	62
Figura 13 Límites de Atterberg Incorporando Ceniza Volante	63
Figura 17 Comparación de Proctor Modificado	67
Figura 18 CBR Incorporando Cal	69
Figura 20 Comparación de valores del CBR	71

Resumen

La presente tesis de investigación “Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de la ceniza volante y cal en el mejoramiento de la subrasante de la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020. Esta investigación de tipo aplicada se usó el método experimental de tipo cuasiexperimental, con un nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Se obtuvo como resultados que el índice de plasticidad reduce en mayor proporción a la primera incorporación de 2% ceniza volante, en cambio con la cal se observa recién a partir del 5% de cal, en el ensayo Proctor modificado dio como resultado que el óptimo contenido de humedad aumento en forma continua con ambos estabilizadores siendo el mayor aumento con ceniza volante en un 11.9% y a medida que va reduciendo va incrementando la máxima densidad seca, en cuanto al ensayo de CBR se obtuvo una mayor resistencia con la incorporación de 5% de cal aumento de un 9.9% a un 25.6%-, y con la ceniza volante aumento con el 8% a 30% el valor de CBR. Como conclusión se llegó a demostrar que tanto la cal como la ceniza volante influyen positivamente en las propiedades de la subrasante, además de demostrar que existe una mejora constante de la capacidad portante al incorporar la ceniza volante.

Palabras clave: ceniza volante, cal, subrasante.

Abstract

The present research thesis "Application of fly ash and lime to improve the subgrade on the Caclic-Luya-Amazonas 2020 highway", aimed to determine the influence of the application of fly ash and lime in the improvement of the subgrade of the Caclic-Luya-Amazonas 2020 highway. This applied research was used the quasi-experimental experimental method, with an explanatory level and a quantitative approach. It was obtained as results that the plasticity index reduces in a greater proportion to the first incorporation of 2% fly ash, on the other hand, with lime it is only observed from 5% lime, in the modified Proctor test it resulted in the optimal Moisture content increased continuously with both stabilizers, the highest increase with fly ash being 11.9% and as it decreased, the maximum dry density increased, as for the CBR test, a greater resistance was obtained with the incorporation of 5% lime increased from 9.9% to 25.6% -, and with fly ash increased the CBR value from 8% to 30%. As a conclusion, it was demonstrated that both lime and fly ash positively influence the properties of the subgrade, in addition to showing that there is a constant improvement in bearing capacity when incorporating fly ash.

Keywords: fly ash, lime, subgrade

I. INTRODUCCIÓN

El incremento poblacional nos conlleva a hablar de la importancia que generan los proyectos de infraestructura vial a nivel mundial, en los alcances de ventajas competitivas y del desarrollo económico, social y porque no también cultural. En muchos proyectos que ya fueron construidos se observan deterioros y daños en la estructura tales como ahuellamientos, fisuras, exudaciones y deformaciones, como consecuencia de la mala integración entre capas de la estructura de un pavimento o inclusive el uso de materiales inadecuados; uno de los principales elementos del buen comportamiento del conjunto de capas de un pavimento es el suelo, aquel que recibe y resiste las cargas transmitidas por el tránsito vehicular, es por ello que este material debe ser óptimo para evitar fallas en el pavimento; cuando no sea esa la situación, se opta por remplazar el suelo por material de préstamo de canteras cercanas y si esto no es factible se tiene como otra alternativa la de mejorar las propiedades de este material mediante estabilizaciones con agentes estabilizadores, como, el uso de geomallas, cal, cemento, cenizas, caucho, entre otros que aportan a lograr un suelo óptimo.

Ejea Zaragoza España, cuenta con una red de caminos rurales con un alto Índice de tráfico de vehículo pesados, tales como maquinarias agrícolas, en estas áreas se muestra una extensa presencia de suelos arcillosos con capacidad baja de carga, suelos que por lo general necesitan de un agente estabilizador. El “Utilizar cenizas procedentes de Saica para sustituir el cemento y la cal en carreteras. [...] El efecto de la ceniza en estos suelos se traduce en la práctica eliminación del hinchamiento y el aumento de la capacidad portante”¹. En el portal web manifiestan que ya se realizaron la estabilización de dos zonas con ese material, logrando mejorando las propiedades del suelo y así mismo la vida útil de esas carreteras, cabe mencionar que también el uso de residuos de empresas que generen contaminación ambiental, en sectores importantes como el de construcción es sinónimo de desarrollo económico y debido al contenido en sales solubles como cloruros y sulfatos que generan las cenizas, el uso de estas reduce el impacto ambiental.

¹ (ARAGON Universidad, 2018)

En Puno se observa mucho el deterioro del comportamiento de las capas de un pavimento, en muchas de sus provincia así como en la provincia de Moho, que la población tuvo la necesidad de pronunciarse como lo reportaron en la página web RPP noticias, en la que presentan el pedido de la población porque rehabiliten la carretera que une dos provincias como son Huancané y Moho, ya que esta vía está en mal estado, presentan huecos que impiden el fluido de tránsito vehicular y a su vez genera el incremento de accidentes.² Carretera en la que se observa el tránsito de vehículos de mercadería con alto tonelaje de carga que se dirige a la frontera con Brasil; varias de las alternativas de solución por estos lugares es la estabilización del suelo con agentes estabilizadores, como por ejemplo el uso de cenizas, cemento y cal; algunos proyectos experimentalmente comprobados recomiendan que el uso de cenizas volantes de la Termoeléctrica de ILO aporta a la reducción de impacto ambiental, estos materiales que mejoran las propiedades del suelo debido a la composición químicas de estos.

El departamento de Amazonas, es principalmente fuente de cultura y turismo en la mayoría de sus provincias, como la provincia de Luya, que cuenta con muchos atractivos turísticos y restos arqueológicos, el problema radica principalmente en el acceso a este provincia, ya que la carretera principal no se encuentra en buen estado, evitando el desarrollo económico, social y cultural debido a que la vía no pavimentada Caclic- Luya, presenta muchas fallas como las de hundimiento, mala compactación, deslizamiento y deformaciones; tanto por el efecto climático de la zona como por el material de dicha vía, siendo principales problemas para el tránsito vehicular e impidiendo el acceso adecuado o apto para el alto tránsito de vehículos; teniendo en cuenta que es el suelo el que recibe las cargas vehiculares, este debería ser resistente y cumplir con ciertos requisitos para ser apto, si no fuese este el caso se toma como alternativa de solución el adicionar algún agente estabilizador para mejorar el suelo, estos materiales deben ser de bajo costo y fácil adquisición, como la cal y las cenizas de las ladrilleras cercanas al lugar.

² (RPP noticias, 2015)

Con lo antes mencionado se formula el problema general y los problemas específicos; a su vez las justificaciones de esta investigación, también el objetivo general y los objetivos específicos, así mismo la hipótesis general y específica.

Problema general

¿Cómo influye la incorporación de ceniza volante y cal en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020?

Problemas específicos

¿Cómo influye la dosificación de ceniza volante y cal en la plasticidad de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020?

¿Cómo influye la dosificación de ceniza volante y cal en la compactación de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020?

¿Cómo influye la dosificación ceniza volante y cal en la resistencia de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020?

¿Cómo influye el porcentaje óptimo de cal y ceniza volante en la resistencia de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020?

La justificación social, una vía terrestre es de gran importancia no solo para las provincias involucradas, sino para todo un país, es sinónimo de progreso, de comunicaciones, de cultura y turismo; por lo que para ejecutarse una obra de envergadura vial se tiene que tener en consideración diversos estudios preliminares, ensayos al suelo y a los materiales a emplear para la ejecución, así como también el mantenimiento de la vía cada cierto tiempo.

La justificación práctica, el mejoramiento de un suelo, es decir de las propiedades de este, involucra la optimización de su construcción y durabilidad de vías de comunicación terrestres, puesto que el estabilizar un suelo y obtener una resistencia optima es garantía de una mayor vida útil y de la no presencia de fallas como el de asentamientos o deslizamientos; hoy en día la manera más práctica de estabilizar un suelo es añadirle un agente estabilizador como cal, cemento, cenizas, geomallas, polímeros entre otros, estos logran mejorar las propiedades de un suelo

para poder tener una buena sub rasante o sub base capas que son muy importantes de un vía terrestre.

La justificación teórica, con esta investigación, así como en muchas se obtendrá conocimientos de mejora para un suelo con alternativas para estabilizar, se verá el comportamiento del suelo con el agregar materiales que aumentarán o disminuirán sus propiedades mecánicas del suelo, así como conocer más a fondo los ensayos más comunes que permiten el estudio del suelo.

La justificación metodológica, en esta investigación se detallarán cálculos para un fácil entendimiento y así los que recién estén cursando materias relacionadas al tema puedan usar y nutrirse de información; a su vez se mostrarán los tipos de ensayo necesarios para obtener resultados en esta investigación.

Objetivo general

Determinar cómo influye la ceniza volante y cal en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Objetivos específicos

Determinar la influencia de la dosificación de cenizas volante y cal en la plasticidad de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Determinar la influencia de la dosificación de ceniza volante y cal en la compactación de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Determinar la influencia de la dosificación de ceniza volante y cal en la resistencia de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Determinar la influencia del porcentaje óptimo de ceniza volante y cal en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Hipótesis general

La ceniza volante y cal influyen de manera positiva en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Hipótesis específicas

La dosificación de ceniza volante y cal influyen en la plasticidad de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

La dosificación de ceniza volante y cal influyen en la compactación de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

La dosificación de ceniza volante y cal influye en la resistencia de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

El porcentaje óptimo de ceniza volante y cal influye en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente proyecto de investigación se tomó en consideración una serie de trabajos previos que servirán para posteriores discusiones los cuales son antecedentes nacionales, internacionales, en inglés y artículos.

Huancoillo (2017) en su tesis titulada ***“Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané-Chupa-Puno”*** para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Altiplano. Tuvo como **objetivo de investigación** analizar las propiedades mecánicas del suelo estabilizado con el uso de ceniza volante y cal que conforma la base de la carretera no pavimentada DV. Huancané-chupa. Para obtener sus resultados adicionó material producto de la combustión de la central termo eléctrica de ILO y cal hidratada suministrada de la compañía ECOCAL. Los principales **resultados** fueron que con la incorporación de 5% de ceniza volante y 5% de cal aumentó el CBR de 20% a 103%, pero, disminuyó el IP de 12.44% a 4.28%, el OCH de 10.45% a 10.12% y la MDS de 2.092 gr/cm³ a 1.837 gr/cm³ respectivamente; la incorporación de 15% de ceniza volante y 5% de cal aumentó el CBR de 20% a 123%, pero, disminuyó el IP de 12.44% a 4.22%, el OCH de 10.45% a 10.03% y la MDS de 2.092 gr/cm³ a 1.737 gr/cm³ respectivamente y la incorporación de 25% de ceniza volante y 5% de cal aumentó el CBR de 20% a 80%, pero, disminuyó el IP de 12.44% a 4.13%, el OCH de 10.45% a 9.50% y la MDS de 2.092 gr/cm³ a 1.694 gr/cm³ respectivamente. Se **concluyó** que el valor CBR del suelo adicionando un 5% de cal y de ceniza volante se considera apto para ser usado como material de afirmado, a su vez el índice de plasticidad del suelo es muy alta, sin embargo, al usar la primera combinación se redujo al 4% mostrando la mejora de este parámetro.

Gonzales (2018) en su tesis titulada ***“Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno”*** para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”. Tuvo como **objetivo de investigación** evaluar el comportamiento de la aplicación de ceniza volante, cemento y cal para la estabilización de suelos y su empleo como material de

subrasante mejorada. Fue un estudio **tipo** aplicada y de diseño cuasi-experimental. Para obtener sus resultados extrajo muestra de la cantera Mi Perú- Puno. Los principales **resultados** fueron que con la incorporación de 6% de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal aumentó el CBR de 46.10% a 84.40% y la MDS de 2.08 gr/cm³ a 2.11 gr/cm³, pero, disminuyó el IP de 16.37% a 9.37% y el OCH de 10.02% a 9.80% respectivamente; la incorporación de 16% de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal aumentó el CBR de 46.10% a 91.80% y la MDS de 2.08 gr/cm³ a 2.110 gr/cm³, pero, disminuyó el IP de 16.37% a 8.74% y el OCH de 10.02% a 9.73% respectivamente y la incorporación de 26% de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal aumentó el CBR de 46.10% a 97.20% y la MDS de 2.08 gr/cm³ a 2.112 gr/cm³, pero, disminuyó el IP de 16.37% a 7.56% y el OCH de 10.02% a 9.69% respectivamente. Se **concluyó** que tuvo sus mejores resultados al adicionar al 70% de suelo un 26% ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal debido al aumento en su CBR de un 46.1% hasta un 97.2% cumpliendo así con las especificaciones para usarse como material en subrasante y subbase de pavimentos.

Goñas (2019) en su tesis titulada “**Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada**” para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Tuvo como **objetivo de investigación** mejorar las características de soporte que ofrecen estos suelos a nivel de subrasante; esta investigación fue de **diseño** experimental completamente al azar. Para obtener resultados incorporo cenizas de carbón de la industria ladrillera del distrito de Chachapoyas. Los principales **resultados** fueron que con la incorporación de 15%de ceniza de carbón aumentó el CBR de 2.10% a 2.30%, la MDS de 1.449 gr/cm³ a 1.457 gr/cm³ y el OCH de 18.20% a 19.10%, pero, disminuyó el IP de 24% a 21% respectivamente; la incorporación de 20% de ceniza de carbón aumentó el CBR de 2.10% a 2.90%, la MDS de 1.449 gr/cm³ a 1.487 gr/cm³ y el OCH de 18.20% a 21.50%, pero, disminuyó el IP de 24% a 19% respectivamente y la incorporación de 25% de ceniza de carbón aumentó el CBR de 2.10% a 3.50%, la MDS de 1.449 gr/cm³ a 1.494 gr/cm³ y el OCH de 18.20% a 24.70%, pero, disminuyó el IP de 24% a 16% respectivamente. Se **concluyó** que las cenizas si mejoran los suelos de esa

investigación los cuales fueron un CH y OH, sin embargo, no cumplen con los estándares para usarse como material de subrasante debido a que se obtuvieron valores de CBR de 3.5% y 3.7% respectivamente sin superar el valor mínimo de 6% que indica el manual de carreteras; también determinaron estadísticamente que la incorporación del 25% de las cenizas de carbón proporciona el mejor comportamiento de la subrasante.

Gonzales (2014) en su tesis titulada **“Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal-ceniza volante”** tesis para conferírsele el título de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tuvo como **objetivo de investigación** determinar la factibilidad de la estabilización de los suelos cohesivos por medio de ceniza volante y cal, para obtener resultados utilizo cal grasa hidratada y ceniza volante del termo-generador ubicado en el departamento de Escuintla, esta ceniza volante es pre hidratada para fácil transporte y trabajabilidad, se adicionó un 20% de material estabilizador. Los principales **resultados** fueron que con la incorporación de 17% de ceniza volante y 3% de cal aumentó el CBR de 3.40% a 18.39% y la MDS de 1.41 gr/cm³ a 1.44 gr/cm³, pero, disminuyó el IP de 27.64% a 15.90% y el OCH de 31% a 25% respectivamente y la incorporación de 15% de ceniza volante y 5% de cal aumentó el CBR de 3.40% a 20.05% y la MDS de 1.41 gr/cm³ a 1.43 gr/cm³, pero, disminuyó el IP de 27.64% a 11.21% y el OCH de 31% a 29% respectivamente; así mismo verificó que en las tres muestras ensayadas se generó una disminución en la resistencia a corte debido a que el suelo perdía las propiedades cohesivas. Se concluyó que el uso de cal y ceniza en suelos cohesivos era eficaz ya que mejoraba el CBR a 95% hasta cuatro veces el valor inicial.

Cañar (2017) en su tesis titulada **“Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”** para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato. Tuvo como **objetivo de investigación** evaluar los resultados de resistencia al corte entre los suelos arenosos finos y arcillosos, y el comportamiento mecánico de las estabilizaciones de los suelos arenosos finos y arcillosos con cenizas de carbón, con el fin de determinar las mejores condiciones para su uso;

esta investigación es de **tipo** exploratorio. El proyecto constó de dos tipos de suelo, el primero obtenido de Ambato Parroquia Santa Rosa y el otro de Puyo. Los principales **resultados** fueron que con la incorporación de 20% de ceniza de carbón aumentó el CBR de 9.30% a 9.90%, la MDS de 1.300 gr/cm³ a 1.305 gr/cm³ y el OCH de 26.60% a 29.10% respectivamente, la incorporación de 23% de ceniza de carbón aumentó el CBR de 9.30% a 10.10%, la MDS de 1.300 gr/cm³ a 1.320 gr/cm³ y el OCH de 26.60% a 29.60% respectivamente y la incorporación de 26% de ceniza de carbón aumentó el CBR de 9.30% a 10.9%, la MDS de 1.300 gr/cm³ a 1.310 gr/cm³ y el OCH de 26.60% a 29.80% respectivamente; así mismo la resistencia al corte mejoran de manera significativamente. Se **concluyó** que el uso de ceniza de carbón tanto en suelos arcillosos como en arenosos disminuye la humedad en arcillas y aumenta su capacidad en suelos arenosos, pero a su vez afirmó que la combinación de los suelos con las cenizas del carbón disminuye la humedad, expansión y plasticidad de estos suelos.

Morales (2015) en su tesis titulada ***“Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentada”*** para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad de Medellín. Tuvo como **objetivo de investigación** evaluar el efecto del método de curado en el comportamiento mecánico de mezclas de suelo adicionadas con cenizas de carbón y activadas alcalinamente; inicio haciendo ensayos para la caracterización de la ceniza de carbón, así mismo para los ensayos de Proctor modificado adiciono 7%, 14% y 21% en peso seco del material, se usaron cuatro métodos para el curado, teniendo como propósito evaluar la influencia de temperatura y la humedad en la resistencia mecánica. Se **concluyó** que para la adición de ceniza primero debe pasar por la malla N°100 antes de incorporarlo con los suelos; las condiciones favorables para cada tipo de suelo con una dosificación de 14% de ceniza de carbón fueron, para arenilla un curado a una humedad ambiente y una temperatura entre 40° y 50°c, para una arcilla un curado a una humedad mayor a 95% con la misma temperatura y a un Urao un curado a humedad ambiente y a la misma temperatura.

Sinan (2017) in his thesis entitled ***“The use of lime sludge for soil stabilization”*** ***a thesis for the degree of master of science.*** Had like main purpose of the

project is increasing the use of lime sludge for soil stabilization to obtain the benefits of reusing waste materials and to fulfill the need for exploring alternative stabilizers because of the uncertain futures of fly ash and PC. Were mixed with loess at different percentages; lime sludge (LS) more fly ash (CF), lime sludge (LS) more fly ash (FF) and lime sludge (LS) more Portland cement (PC). The main **results** were with the incorporation of 30% LS and 12 CF decreased a plasticity index (IP) from 10.4% to 9.6% and a maximum dry density from 1.667 gr/cm³ to 1.612 gr/cm³ and increased an optimal moisture content from 16.2% to 18%, the incorporation of 30% LS and 12 FF decreased a plasticity index (IP) from 10.4% to 9.7% and a maximum dry density from 1.667 gr/cm³ to 1.606 gr/cm³ and increased an optimal moisture content from 16.2% to 18.2% and the incorporation of 30% LS and 4 PC decreased a plasticity index (IP) from 10.4% to 7.5% and a maximum dry density from 1.667 gr/cm³ to 1.626 gr/cm³ and increased an optimal moisture content from 16.2% to 18.2%. It **concluded** the higher strength values in the specimens having longer curing periods.

En esta investigación presentaron una alternativa más para estabilizar un suelo, el uso de lodo de cal, su comportamiento solo y además mezclado con algunos agentes estabilizadores conocidos como la ceniza volante clase C Y F; además el cemento portland, llegando a la conclusión de que el uso de estabilizadores que contienen CaO como el lodo de cal al usarlo en cantidades altas presente mejoras en el índice de plasticidad y al adicionar los otros agentes disminuyen el índice de plasticidad, además de que el uso de lodo de cal en suelos arenosos presenta una mejora en el suelo.

JAMES (2019) in their research article entitled *“Strength benefit of sawdust/wood ash amendment in cement stabilization of an expansive soil”*. this is article had **aims** at the evaluating the potential of SDA used in combination with cement and analysing the strength benefit achieved, when used for highway subgrades. The **main results** the 5% SDA amended 2% cement stabilized subgrade has a strength of 0.93 MPa and hence, the SDA amended cement stabilized soil, even at higher cement content, could not develop the minimum strength of 4.5 MPa at 7 days of curing to be used as stabilized base in pavement construction. **Concluded** The SDA

amendment results in a minimum increase of 8% in early strength at 7 days of curing and 19% increase in delayed strength at 28 days of curing; and Based on the predicted CBR values of the stabilized specimens from the UCS values, it can be stated that SDA amendment of cement stabilization of subgrade can results in noticeable savings in pavement thickness in the range of 7.6 to 8.3% for moderate to heavy traffic category in arid regions with low annual rainfall.

En este artículo de investigación se analizó un suelo expansivo, de características pobres para material de subrasante o base, clasificado como un CH, con un índice plástico de 37.5%, la DMS de 1.54 gr/cm³ y un OCH de 25.1%, el incorporarle un estabilizador como es el cemento, pero a su vez la incorporación de ceniza de madera a la mezcla cementante. La dosificación fue de 2% y 6% de cemento además agregarle un 5%, 10% y 20% de ceniza de madera. Realizado en el ensayo UCS, se optó por predecir los valores de CBR en función en las relaciones dadas por Vipulanandan y Usluogullari, en ecuaciones que están en función del periodo de curado y el contenido de cemento, con los q se obtuvo para una mezcla de suelo y 2% de cemento un CBR de 51% y con el 5% de ceniza de madera a la anterior mezcla se muestra un incremento a 56%; para una mezcla de suelo y 6% de cemento un CBR de 89% y con el 5% de ceniza de madera en la misma mezcla se muestra una disminución a 83%.

SALANHUDEEN AND SADEEQ (2019) in their research articule entitled “**Strength improved of weak subgrade soil using cement and lime**”. The study aimed at improving the engineering properties of weak soil of Baure L.G.A Katsina State, using lime and cement as admixtures. A total of 16 soil/admixture samples were prepared for the study. All tests carried out were done at 0, 3, 6 and 9 % lime/cement treatment by dry weight of the natural soil. **Concluded** the Atterberg limits of the weak subgrade soils improved having a minimum plasticity index value of 5.70 % at 3%Lime/6%Cement contents; and The maximum dry density values obtained showed a significant improvement having a peak value of 1.66 Kg/m³ at 9%Lime/9%Cement contents of admixtures. Similarly, a minimum value of 18.50 % was observed for optimum moisture content at 9%Lime/9%Cement contents of

admixture which is a desirable reduction from a value of 25.00 % for the natural soil.

En este artículo se hace énfasis en la estabilización de suelos pobres usando agentes estabilizadores como la cal y el cemento, debido a las propiedades de mejora que tiende estos al reaccionar con el suelo, este suelo en su estado natural presenta un índice de plasticidad de 18.3%, la densidad máxima seca de 1.4 gr/m³, un óptimo contenido de humedad de 25% y CBR de 2.9%, se adiciono cal y cemento en porcentajes de 0,3,6 y 9% en distintas combinaciones obteniendo 16 muestras, todas analizadas de igual forma, finalmente se observó una aumento máximo de CBR de 80.30% para una combinación de suelo con 9% de cal y 6% de cemento y de un CBR de 83.90% para la combinación de 9% cal y 9% de cemento.

Teorías relacionadas al tema, a continuación, se enfocará la información relacionada a las variables independientes y dependientes, así como de las dimensiones de cada una, por lo que se habla de:

La cal, es un material usado desde la antigüedad por el hombre en el rubro de la construcción, producto de origen natural, se dice que es un material aglomerante que se obtiene a partir de la roca caliza por medio de un proceso de calcinación, rocas que están compuestas por óxido de calcio. La cal es usada principalmente en construcción, industrias, químicos, metalúrgica, aplicaciones ambientales, entre otras.

Su uso en la construcción predomina en la estabilización de suelos, ya sea para cimentaciones, presas o carreteras. “La cal se puede usar para tratar los suelos con el fin de mejorar su trabajabilidad y sus características de carga en una serie de situaciones”³. Existen dos grupos identificados de las clases de cal, entre ellos tenemos cales aéreas y cales hidráulicas.

³ (NATIONAL Lime Association)

Cales aéreas, estas son usadas principalmente para la estabilización de suelos, se fortalecen al ser expuestas al aire y estar en contacto con CO₂, compuestas por óxido de calcio (CaO). Dentro de estas tenemos la cal viva y la cal hidratada.

Cales hidráulicas, estas presentan atributos hidráulicos, como al estar en contacto con el agua el fraguado y endurecimiento sea más rápido, cales compuestas por hidróxido de calcio (Ca(OH₂)).

Las propiedades de la cal giran en torno al efecto mecánico que produce en los suelos con los que está en contacto, por ejemplo, tiende a disminuir la expansión, secar suelos húmedos, disminuye la densidad, el índice de plasticidad eleva el PH del suelo y reduce el impacto ambiental. Además convierte un suelo altamente plástico y con poca capacidad de resistencia a uno más rígido, mayor resistencia y sencillo de compactar.⁴

Obtención de la cal, este material pasa por todo un proceso en el que se va a obtener los diferentes tipos de cal que existen; en primer lugar se extrae las piedras caliza, para llevarla a una trituradora donde se reducirá el tamaño, en segundo lugar se procede a la calcinación a una temperatura entre los 900 y 1200°C, del que se obtiene la cal viva y es transportada algunas a su almacenamiento y otras al siguiente proceso donde la cal viva se hidrata con la adecuada cantidad de agua para así obtener la cal hidratada o apagada. El proceso termina cuando reacciona la cal hidratada con el dióxido de carbono del ambiente y con eso regresa al punto de partida.⁵

Estabilización de suelos con incorporación de cal, la mezcla de estos “produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico [...]. Los componentes químicos de la cal al interactuar con el suelo y el agua, forman cálcicos firmes e impenetrables. Dentro de las mejoras principales que produce la cal, es el notable cambio del índice de plasticidad, en

⁴ (CALCINOR)

⁵ (GALVAN Ruiz, y otros, 2011 pág. 95)

muchos casos aumenta, si el suelo natural, principalmente presentan índices de plasticidad menores a un 15%, de no ser así por lo general este disminuye.⁶

Ventajas de la cal, es un estabilizador de fácil manejo y transporte además de bajo costo, a su vez permite poder reutilizar el suelo, disminuyendo costos de adquirir material de préstamo y del movimiento de tierras, también con lo antes mencionado podemos decir que la reutilización de la cal incrementa la trabajabilidad, además de aumentar la resistencia incrementado los valores de CBR.

La cal es un material que va a reaccionar de manera más productiva en suelos los cuales contengan una alta y mediana plasticidad, en estos mejorara la trabajabilidad reducirá el Índice de Plasticidad, aumentara su resistencia y reducirá su expansión.⁷

La cal es un estabilizador de una variedad de suelos incluso los de resistencias bajas, produciendo en ellos una mejora de sus propiedades mecánicas para que así puedan utilizarse como base, sub base o una buena subrasante.

Desventajas de la cal, su principal desventaja es que se comporta mejor en suelos arcillosos que en suelos arenosos; también influyen de manera negativa en la estabilización con cal el hecho de encontrarse con la presencia de sulfatos y a su vez materia orgánica en el material a estabilizar, al encontrarse con presencia de materia orgánica implica un retrasado en los efectos que produce la cal en los suelos, ya que impide la reacción puzolánica de la cal con el suelo⁸, la cal puede eliminar estas materias orgánicas pero necesitaría aumentar el porcentaje en grandes dosificaciones para que la cal pueda funcionar como estabilizador.

El contenido de sulfatos solubles, [...], implica que al unirse con el agua y la reacción puzolánica que produce el suelo con la cal, forman un material cálcico llamado Etringita, el cual es capaz de averiar capas ya compactadas.⁹ Es por ello que se

⁶ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 101)

⁷ (ELIZONDO Arrietar , y otros, 2011 pág. 94)

⁸ (SAMPERO Rodriguez pág. 10)

⁹ (SAMPERO Rodriguez pág. 11)

debe analizar la muestra del suelo para identificar el porcentaje de sulfatos y tener en consideración cuanto pueda afectar, para optar por soluciones como el pre compactar y después compactar, o a su vez si es muy alto el porcentaje optar por otro material estabilizador.

Ceniza, se denominada así al material de residuo producto de una combustión, estos son partículas de tonalidad gris claro.¹⁰ Entonces se puede predecir, como producto residuos de una combustión, obtenidas de madereras, termoeléctricas, ladrilleras entre otros.

Ceniza volante, “residuo finamente dividido que resulta de la combustión de carbón en polvo que es transportado desde la caldera por los gases de combustión.”¹¹ son residuos sólidos de ligeros y pequeños tamaños, de variada composición química, contenidos altos de aluminio y silicio.

La ceniza volante, es un material fino compuesto por diversos óxidos, y principalmente de sílice. Este puede funcionar como cemento si es mezclado con un producto cálcico, como la cal y en especial la cal hidrata.¹²

Propiedades, las cenizas volantes aumentan la trabajabilidad, disminuye las expansiones, tiene una capacidad reactiva, reducen el calor de hidratación, otra propiedad es la puzolánica.¹³

Para producir una reacción puzolánica, la sílice de la ceniza debe reaccionar de manera inmediata con el hidróxido de calcio, propiedad que es inherente de este tipo de cenizas.

¹⁰ (DICCIONARIO interactivo multi-idioma pág. 251)

¹¹ (ASTM C593)

¹² (DAS , 2013 pág. 270)

¹³ (M.C., y otros, 1995 pág. 12)

Clasificación, las cenizas volantes por la norma ASTM C18 se clasifican en: clase C Y clase F¹⁴, la principal diferencia es que la primera contiene propiedades cementantes y puzolánicas y la segunda solo propiedades puzolánicas.

Tabla 1. Requerimientos químicos de cenizas volantes

COMPOSICIÓN QUIMICA		CLASE	
		F	C
SiO ₂ + VAl ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Min %	70	50
SO ₃	Max %	5	5
Contenido de humedad	Max %	3	3
Perdida por ignición	Max %	6	6

Fuente: Norma ASTM C618

Ventajas y desventajas, debido a elementos químicos que contienen estas se pueden usar de diferentes maneras como, por ejemplo para tapias, presas de embalse, cimientos, cementos, para hacer hormigón ciclópeo, para mejorar tierras agrícolas, entre otras, y bueno para el enfoque de esta investigación que es la estabilización del suelo para una buena subrasante este material es económico fácil de adquirir en ladrilleras artesanales, termoeléctricas y hasta de madereras, su principal desventaja en el tema de estabilización es que no todas las cenizas volantes funcionaran como estabilizador, ya que algunas tienen un diminuto contenido de hidróxido de calcio y un mayor contenido de sílice, el cual no permite la estabilización de suelos debido a que no se da el comportamiento puzolanico, por ende necesita la incorporación de un agente que contenga hidróxido de calcio.

Obtención, debido a que las cenizas volantes se obtienen producto de la combustión, estas principalmente se recolectan en termoeléctricas, donde tienen un sistema de almacenamiento llamados silos en los que se encuentran las cenizas volantes; también podemos obtener de ladrillera artesanales, estas se recolectan alrededor de ella debido a que después de la combustión que existe para la

¹⁴ (ASTM C618-19)

fabricación de ladrillos, las cenizas volantes son expuestas al ambiente y esparcidas alrededor.

Estabilización con ceniza volante, estabilizar un suelo implica mejorar las propiedades de este para obtener un adecuado material con una capacidad portante optima, y pues existe diversos materiales para la estabilización, pero la incorporación de ceniza volante ofrece mejorar las características físicas, la durabilidad, reduce el límite líquido; debido a la reacción puzolánica que genera este permite incrementar su capacidad de soporte del suelo o subrasante, como en su concentración también tiene cal este actúa reduciendo la plasticidad, y pues de no encontrarse contenido de cal, se tiene que adicionar un agente activador que sea rico en cal, ya que es necesario para que la ceniza volante funcione como buen estabilizador.

Suelos, el suelo es el principal soporte para la movilización de seres vivos, en ingeniería civil el suelo es el principal elemento para todo tipo de proyecto, por ejemplo, es la base de una edificación, presa, de una carretera, entre otros. En el reglamento de edificación manifiestan que el suelo es un material que se obtiene de las disgregación de minerales cohesivos y granulares, mediante procesos mecánicos que no necesitan mucha energía o mediante la alternación con agua.¹⁵

El suelo es producto del desprendimiento de una variedad de rocas existentes en la naturaleza, convirtiéndolas en pequeñas partículas a través de procedimientos químicos y/o mecánicos.¹⁶

Clasificación del suelo, dentro de las principales componentes de clasificación del suelo esta las dimensiones las partículas de este, según algunas organizaciones se clasifican:

¹⁵ (MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento)

¹⁶ (DAS, 2001 pág. 1)

Tabla 2. Límites de tamaño de suelos separados

Nombre de la Organización	Tamaño del grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	> 2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	< 0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	> 2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	< 0.002
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	< 0.002
Sistema unificado de clasificación de suelos (U.S. Army Corps of Engineers; U.S. Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (es decir, limos y arcillas) <0.075	

Fuente: Braja M. Das

Sistema AASHTO, este es un sistema que clasifica el suelo en siete grupos, todos basados en la granulometría del suelo previamente determinados en el laboratorio, además se toma en cuenta el ensayo de límites de Atterberg; y cálculo de un índice de grupo que se calcula con la siguiente fórmula propuesta por Braja M. Das:

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(L.L - 0.40)) + 0.01 (F - 15)(I.P - 10), \text{ dónde:}$$

F= Porcentaje que pasa por el tamiz ASTM N°200, L.L = Límite Líquido y IP = Índice de Plasticidad.¹⁷

Tabla 3. Clasificación del suelo según AASHTO

Clasificación General		Materiales granulares 35% o menos pasan la malla 200						Materiales limosos y arcillosos más del 35% pasa la malla No 200				
Grupos		A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
		A-1-a	a-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7			A-7-5	A-7-6
Análisis por mallas.	10	50 Max										
% que pasa la malla	40	30 Max	50 Max	51 Min								
No	200	15Max	25 Max	10 Max	35 Max	35 Max	35 Max	35 Max	36 Min	36 Min	36 Min	36 Min
Característica de la fracción que pasa la malla 40	LL	6 Max		40 Max			41 Min	40 Max	41 Min	40 Max	41 Min	41 Min
	LP	6 Max	6 Max	NP	10 Max	10Max	11 Min	11 Min	10 Max	10 Max	11 Min	11 Min
Índice de grupo		0	0	0	0	4 Max	8 Max	4 Max	8 Max	12 Max	16 Max	20 Max
Tipo usual de materiales constituyentes		Piedra Grava Arena		Arena	Arena limosa o arcillosa, arena			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Comportamiento general como subbase		EXELENTE A BUENO						ACEPTABLE A MALO				

Fuente: Geomecánica Terzaghi

¹⁷ (DAS , 2013 pág. 81)

Sistema SUCS, sistema desarrollado por Casagrande en 1948 para poder clasificar de manera breve en los proyectos durante periodos de guerra, el cual divide en dos grupos, por un lado, los gruesos y por otro los finos la principal diferencia entre estos es el porcentaje que pase por la malla N°200, se considera suelo grueso si pasa menos del 50% por el tamiz y fino aquel que pasa más del 50% por el tamiz.

Tabla 4. Clasificación del suelo según SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		

SUELOS DE GRANO FINO MÁS de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad .
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada, limos orgánicos.
	Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

Fuente: Gonzales Boada

Sub Rasante, se define como la superficie donde colocaran las capas del pavimento; esta debe contener suelos adecuados capaces de soportar cargas de tránsito para la que es diseñada, estas cargas son impartidas a través de las capas que conforman el pavimento, las cuales deben ser cuerpo estable resistente y en óptimas condiciones.¹⁸ Esta debe cumplir con capacidad de resistencia que esta normado para garantizar que sea una adecuada subrasante, con valores de CBR \geq 6%, de no ser así se considera un subrasante no adecuada que tiene que ser estabilizada teniendo en consideración las diversas alternativas de estabilizar un suelo.

Tabla 5. Categorías de subrasante

CATEGORÍAS DE LA SUBRASANTE	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR \geq 30%

Fuente: Ministerio de transportes y carreteras (2013)

¹⁸ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 20)

Estabilización del suelo, radica en proporcionar y/o mejorar a estos algunas de sus propiedades principales, como la resistencia. Para la realización de una estabilización existen diversos métodos, que deben estar acompañados del proceso de compactación.¹⁹ Existen diversas técnicas desde reemplazar el material hasta adicionar algún material que apoye al mejoramiento del suelo, dentro de los que tenemos la cal, cemento, emulsión asfáltica, geosintéticos, en algunos casos plásticos reciclados, caucho, cenizas, entre otros.

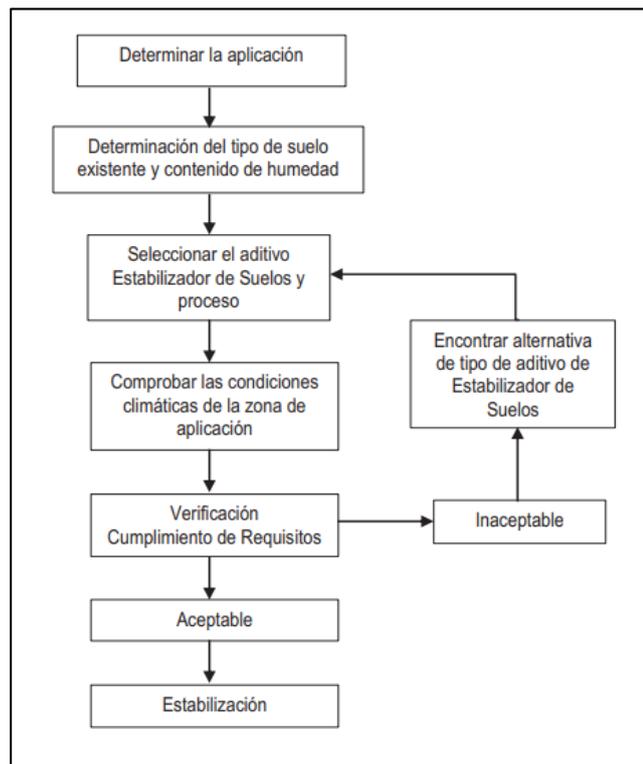


Figura 1. Proceso de selección del Tipo de Estabilización

Fuente: MTC “Suelos, Geología y Pavimentos”

No todos los suelos reaccionan de manera positiva con la incorporación de algún agente estabilizador es por eso que en el manual de carreteras nos facilita con la información de que estabilizadores se pueden usar de acuerdo al tipo de suelo y además establece el porcentaje permitido.

¹⁹ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 92)

Tabla 6. Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO		RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1 A	SW ó SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Pórtland			
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM ó SC ó SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW ó GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM ó GC ó GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado..
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML-CL	(1)	Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología y Pavimentos"

Tabla 7. Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO ⁽²⁾	DOSEIFICACIÓN ⁽²⁾	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) ⁽²⁾	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ⁻²) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca (4) - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2387 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ⁻²) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca (4) - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO (2) < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ⁻²) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología y Pavimentos”

Estabilización mecánica, con esta se busca que el comportamiento y propiedades del suelo mejore sin alterar sus componentes ni la estructura de este.²⁰ Para estabilizar mecánicamente un suelo se necesita compactar para reducir los vacíos existentes en el suelo.

Estabilización por combinación, aquí se opta por la mezcla conjunta del suelo con material de préstamo o adicionar un agente estabilizado, “los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), sí las hubiere”.²¹ Una vez agregado el material empieza el proceso de mezclado para luego así poder compactar y cumplir con las especificaciones de una buena subrasante.

Estabilización por sustitución, de no considerarse apto el suelo se tiene que remover este y sustituir con material de préstamo o material adicionado, se de

²⁰ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 98)

²¹ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 98)

extraer el espesor indicado de suelo natural, para luego colocar uno nuevo y ser compactado.

En la presente investigación se establecieron dimensiones e indicadores que nos ayudaran a medir las variables previamente expuestas, a través de ensayos en laboratorios; a continuación, se procederá a definir las dimensiones e indicadores y explicar el proceso de los ensayos establecidos en esta investigación.

Plasticidad del suelo, se denomina así a la propiedad de algunos materiales de resistir deformaciones, agrietamientos; pero sin que está presente un rebote elástico y tampoco varié su estructura.²² Propiedad de estabilidad de los suelos hasta un límite sin llegar a desintegrarse , la plasticidad no depende de los elementos grueso sino más bien de los elementos finos que este posee.²³ El suelo debe presentar un comportamiento plástico, es decir ser capaz de aceptar deformaciones sin llegar a romperse, a ese se denomina propiedad de plasticidad, que es la propiedad de los suelos de llegar al límite sin romperse.

Compactación del suelo, “es el prensado de las moléculas de suelo cercanas entre sí por métodos mecánicos. El aire durante la compactación del suelo es expulsado del espacio vacío en la masa del suelo y por lo tanto la densidad de masa se incrementa”.²⁴ La compactación busca eliminar los vacíos entre suelos, para esto se aplica energía a un suelo suelto para eliminarlos, y con esto conseguir aumentar su densidad y así lograr un mejor capacidad de soporte y estabilidad. Cuanto más compacto y denso es un suelo, más resistente será.²⁵ También permite reducir asentamientos en un terreno y reduce la permeabilidad del suelo.

Resistencia, “al corte de los suelos puede definirse como la resistencia a los esfuerzos de corte y una tendencia consecuente a la deformación por corte”²⁶. Es

²² (JUÁREZ, y otros, 2005 pág. 87)

²³ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 31)

²⁴ (GOTECNO)

²⁵ (SANZ LLANO, 1975 pág. 40)

²⁶ (GEOLOGIAWEB)

primordial que los suelos sean resistentes, debido a que estos serán los que van a recibir las cargas; a su vez debe tener una capacidad portante o de soporte adecuada. De llegar a sobrepasar los límites de la capacidad de resistencia, presentaran deformaciones considerables, grietas y fisuras.

La consistencia de un suelo está ligado al contenido de humedad que presentan, es por ello que el comportamiento del suelo se divide en:

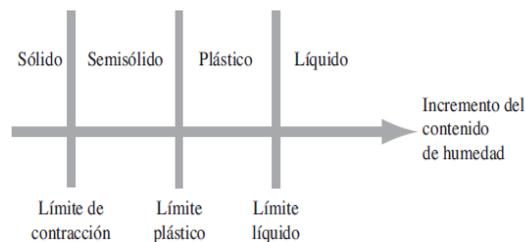


Figura 2. Límites de Atterberg

Fuente: Ingeniería geotécnica Braja M. Das

Limite líquido, se define a través del ensayo de la copa Casagrande, en este ensayo se determina la cantidad de agua que logra cerrar el surco. “Para hacer el procedimiento del límite líquido se tiene que mezclar las muestras asegurando que el contenido de agua sea lo necesario para poder hacer el ensayo de entre 25 a 35 golpes de la cazuela hasta cerrarse la ranura se hizo con el canalizador”.²⁷



Figura 3. Copa Casagrande y Ranurador

Fuente: Ingeniería geotécnica Braja M. Das

²⁷ (UNIVERSIDAD Pontifica Bolivariana, 2013)

Límite plástico, “se define como el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro se desmorona.”²⁸ Las pruebas se hacen mediante la realización de cilindros elaborados con ayuda de las manos de un aproximado de 3 mm de diámetro y 25 de longitud, si estos llegan a 6mm es porque ha logrado alcanzar la humedad requerida para este Límite.



Figura 4. Prueba de límite plástico

Fuente: Ingeniería geotécnica Braja M. Das

Índice de plasticidad, este se puede determinar con las dos anteriores pruebas, ya que es la diferencia entre el Límite Líquido y el Límite Plástico.

$$IP = LL - LP$$

Este ensayo permite apreciar en qué estado se encuentra el suelo, el cambio de estados va a depender del porcentaje de agua, se necesita conocer cuándo este presente deformaciones a consecuencia del rango de humedad que presente.

Óptimo contenido de humedad, se denomina así al contenido de humedad en el que se alcanza el peso unitario seco máximo.²⁹

Máxima densidad seca, “en un contenido de agua más que el óptimo, el agua adicional reduce la densidad seca, ya que ocupa el espacio que podría haber sido ocupada por las partículas sólidas”.³⁰

²⁸ (DAS , 2013 pág. 65)

²⁹ (DAS , 2013 pág. 65)

³⁰ (GOTECNO)

Capacidad portante, “La capacidad portante de la sub rasante o del suelo son bases que indudablemente debe soportar todas las cargas transmitidas sobre ella ya sea de las estructuras viales, hidráulicas o edificios, este debe cargar todo el peso sin ceder”³¹. Un suelo debe ser capaz de resistir todas las cargas transmitidas sobre él, es por eso que se hacen estudios previos para asegurar que el suelo tenga una buena capacidad portante y no sufra asentamientos.

Los ensayos que se realizan respecto a los suelos que se empleara en la subrasante de nuestro proyecto es de vital importancia ya que así sabremos algunas propiedades físicas y también tendremos alcance de la reacción que posee el suelo con los agentes estabilizadores. Los ensayos considerados en esta investigación son el ensayo de análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado y por último el ensayo de CBR, estos ensayos nos darán las propiedades, el tipo de suelo, tamaño de las partículas, la cantidad de humedad y plasticidad del suelo, densidad y la resistencia del suelo, por ello el ensayo practicado a los suelos es muy importantes.

Análisis granulométrico, es el ensayo que con frecuencia se realiza para identificar los tipos de partículas así como también la determinación cuantitativa su distribución de tamaño.³²; en esta ocasión nos concentraremos en la subrasante este ensayo nos permite identificar los tamaños de las partículas aquellas que se determinan por análisis de tamices de alambre con aberturas cuadradas. Para hacer este ensayo se usan diferentes tipos de herramientas como: Dos balanzas, para el peso de las muestras; Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C; tamices de mallas cuadradas, Envases, para el secado, cepillo y brocha, para la limpieza de los tamices.³³

³¹ (INSTITUTO Bolivarian del cemento y el hormigon., 2015)

³² (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2016)

³³ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2016)

Tabla 8. Tamaño de las mallas

Malla No.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: M. Braja Das

Procedimiento, una vez obtenida la muestra de suelo seco, se realiza el cuarteo para obtener una muestra representativa, luego se pesa la muestra para así pasar por los tamices previamente seleccionados y colocados en orden de malla, luego se procede a agregar el material para así colocarlo en el agitador mecánico, al finalizar ese proceso observaremos que la muestra va estar dividida en cada uno de los tamices de acuerdo al diámetro de las partículas, que permitirá la clasificación. Este ensayo nos permite identificar las partículas de suelos que pasan por cada malla, la cual servirá para su clasificación y saber si el suelo es apto o no. Además, se obtiene la curva granulométrica.

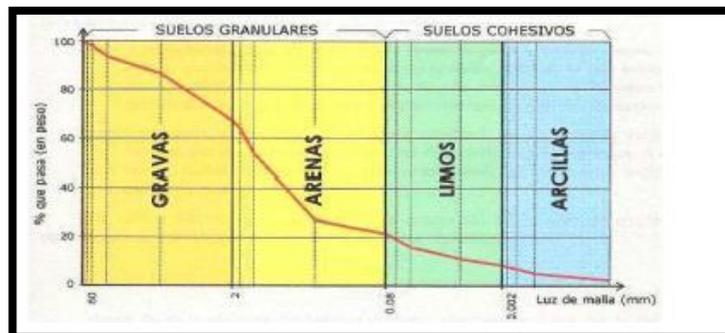


Figura 5. Prueba de limite plástico

Fuente: Ingeniería geotécnica Braja M. Das

Límites de Atterberg, este ensayo determina cual es el comportamiento del material con el agua, manifestándose cómo se comporta con su contenido de humedad, este definirá en qué estado, ya sea sólido, líquido o plástico se encuentra el suelo.³⁴ Este ensayo consta de dos partes principales por un lado tenemos el ensayo de límite líquido y límite plástico.

Materiales, para el límite líquido se usan la copa o cuchara Casagrande, balanza, ranurador, espátula, recipientes, probeta y para el límite plástico se necesita una placa de vidrio.

Proceso, en primer lugar, se realiza el límite líquido el que se hace mediante la cuchara o copa de Casagrande, donde la muestra de suelo seco se pasa por la malla N°40 y se obtiene una muestra representativa, luego se añade agua y se mezcla hasta que esta sea homogénea y tenga textura pegajosa, en seguida se coloca una cantidad en la copa y se procede a nivelar, ahora con ayuda del ranurador cortamos la pasta en el centro, finalmente se suministra golpes para cerrar la ranura y se procede a registrar el número de golpes y tomamos un espécimen de la parte central que permitirá definir el contenido de humedad.

Por el límite plástico, se toma especímenes de suelos de la muestra ensayada anteriormente, se amasa el suelo hasta que este pueda enrollarse perdiendo humedad además no debe pegarse en la placa de vidrio, estos rollitos deben ser delgados mediante el movimiento que se realice, deben llegar a un grosor de 3.2 mm, esto se realiza hasta observar que el rollito se desmorone, finalmente se pesa el rollito para definir el contenido de humedad.

Con estos dos ensayos ya realizados y contando con sus resultados, podemos determinar el índice de plasticidad, que es la diferencia entre ambos límites, este resultado nos dará idea de la resistencia del suelo, así mismo nos podrá ayudar con la clasificación de este; también nos permitirá saber el estado del comportamiento del suelo.

³⁴ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 31)

Proctor modificado, es la modificación de la prueba de Proctor estándar, en este ensayo abarca también el proceso de compactación, para determinar la curva de compactación, es decir la relación entre el peso unitario seco y el contenido de agua.³⁵ La modificación varía en el número de capas ya no son tres como en el Proctor estándar sino se aumentó a cinco, el peso del pisón a 4.54 kg, la altura de caída de 12 pulgadas a 18 pulgadas, este ensayo es usado para obtener el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

Materiales, en este ensayo se usan los siguientes instrumentos, un molde cilíndrico de material rígido, martillo o pisón, recipiente, balanza, horno de secado, tamices y herramientas para hacer la mezcla.

Proceso, se selecciona el molde para determinar su peso, en seguida se prepara el material tomando muestra de suelo y se agrega agua necesario para con eso homogenizar la muestra, después se agrega muestra de suelo al molde para la compactación con el pisón, en el caso del Proctor modificado cinco capas y a cada capa 25 golpes, luego se enraza y se retira todo el material fuera del molde para su pesado, en seguida se toma tres muestra para ponerlo en taras y pesarlas, para finalmente llevarlas al horno.

Con este ensayo realizamos el gráfico de contenido de humedad versus la densidad, encontrando así el punto en que obtenemos la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.

CBR, este ensayo nos sirve para determinar la resistencia del suelo como material de subrasante, subbase y base; el valor obtenido también es parte de varios de los métodos para el diseño de pavimento flexible.³⁶ El ensayo CBR busca medir la resistencia al corte de suelos teniendo en consideración las condiciones de humedad y densidades³⁷.

³⁵ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2016)

³⁶ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2016)

³⁷ (BOWLES, 1981 pág. 190)

Materiales, en este ensayo se usan lo siguiente: prensa, molde de metal cilíndrico provisto de un collar, disco espaciador de metal, pisón de compactación, medidor de expansión, pesas, pistón de penetración, diales, tanque, estufa balanza, tamices, también cuarteador, capsulas, probetas, espátulas, etc.

Proceso, en este ensayo como en todos se prepara la muestra con las especificaciones normadas, se determina la humedad optima y la densidad seca a través del ensayo de compactación, antes ya mencionado; se compacta un numero de muestras requeridas para establecer definitivamente el peso unitario máximo y la humedad optima, después a través del secado en estufa se determina la humedad natural del suelo, luego se prepara especímenes, se procede a pesar el molde el que va incluir el collar, disco espaciador y de papel de filtro, en seguida “se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas”³⁸;terminada la compactación, se procede a la inmersión y procede a completar la carga que ejerza tal presión que asemeje a la que recibirá el suelo en estudio, luego se toma lectura del hinchamiento con el trípode de medida, se anota y se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada, terminado el periodo de inmersión se saca el molde y se retira el agua retenida, para luego pesarla y proceder al ensayo de penetración, aquí se aplican un sobrecarga que tenga o figure la misma intensidad que el peso de un pavimento, se coloca el pistón dentro de los agujeros de las pesas de sobrecarga para evitar el empuje del suelo. “Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración [...] Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto.”³⁹.

³⁸ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2016)

³⁹ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2016)

Tabla 9. Lecturas de Penetración

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

Fuente: Manual de Ensayos de Material MTC

Finalmente para obtener los resultados del CBR se realiza una curva relacionando las presiones con las penetraciones, se analiza cuándo la curva presenta un punto de inflexión si es así “se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración”⁴⁰.

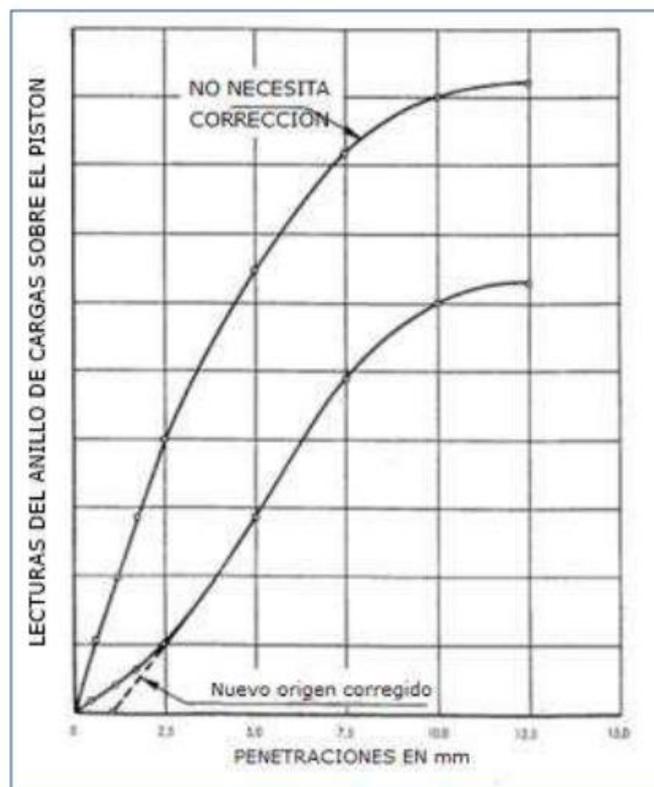


Figura 6. Curva para el cálculo de índice de CBR

Fuente: Ensayo de Materiales

⁴⁰ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2016)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Diseño de investigación

Este proyecto de investigación va ser experimental, porque se hará el mejoramiento de la subrasante de la carretera Caclic-Luya-Amazonas, con el objetivo de mejorar las propiedades del suelo, aumentar la resistencia y el valor del CBR, así como también el de estabilizar el suelo.

Se denomina experimental, debido a que en los experimentos manipulan las variables independientes, para ver qué efectos produce en las variables dependientes, en situación controlada.⁴¹

Esta investigación será experimental porque para dar resultados se tendrá que manipular intencionalmente una de las variables, en nuestro caso la variable independiente es la que se manipulará.

Además esta investigación será cuasi experimental, debido a que existen dos o más grupos y no son escogidos al azar; se denomina cuasi experimental cuando se manipula al menos una variable, pero se diferencia de las otros grupos especialmente de las experimentales puras, en la seguridad de la determinación inicial de los grupos.⁴²

Este proyecto de investigación será cuasi experimental ya que la muestra no es escogida al azar si no el mismo investigador, en este caso mi persona determinará la muestra, para obtener los resultados.

⁴¹ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 129)

⁴² (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 151)

Tipo de investigación

Este proyecto de investigación será de tipo aplicada ya que se busca determinar de qué manera influye la dosificación de la ceniza volante y cal en la plasticidad, compactación y la resistencia en la subrasante de la carretera Caclic-Luya-Amazonas.

Se define por investigación aplicada, a aquella que ante una realidad concreta busca modificar, actuar y hacer de manera inmediata.⁴³

Esta investigación va ser aplicada, ya que se tomarán en cuenta investigación realizadas y comprobadas, además busca dar solución a los problemas que presenta el suelo a usarse como subrasante, principalmente la estabilidad que este debe tener para ser un suelo adecuado

Nivel de investigación

El nivel de investigación de este proyecto será explicativo causal ya que existe la relación causa y efecto entre ambas variables, puesto que tendremos que determinar de qué manera mejora la subrasante al agregarle ceniza volante y cal.

Se denomina explicativa causal a aquella investigación que tiene como eje principal determinar la razón de un determinado grupo, [...]. El objetivo es conocer profundamente ciertos grupos o fenómenos y establecer la relación de causa-efecto.⁴⁴

Esta investigación va ser explicativo causal, debido a que se explicará cómo influyen las variables independientes en la variable dependiente, esto quiere decir se explicara el comportamiento de la ceniza volante y cal en la subrasante.

⁴³ (VALDERRAMA Mendoza, 2002 pág. 165)

⁴⁴ (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 93)

Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo porque parte de una hipótesis para obtener resultados, además se expresan cantidades, y también porque existe relación entre variable independiente y dependiente.

Se denomina investigación de enfoque cuantitativo a aquella que tiene la prioridad de determinar, medir, estimar cantidades o también la magnitud que implica los problemas de investigación.⁴⁵

Esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo, ya que los resultados se obtendrán en laboratorios y por ende en su mayoría serán numéricos y contables.

3.2. Variables y operacionalización

Variable, se define así a cualquier elemento o unidad de análisis que son capaces de atribuirse características que puedan ser medidas.

Se determina variable a las características y/o cualidades que poseen determinados grupos, ya sea de personas, objetos o materia que puedan ser medidas, estas variables pueden ser identificadas en algunos casos como cuantitativas o cualitativas.⁴⁶

En este proyecto de investigación se tomará en cuenta la relación que existe entre variables para determinar qué tipo son, las variables de esta investigación serán, la ceniza volante y cal, así como también la subrasante, debido a que estas tienen relación entre sí mismas se clasifican en variable dependiente y variable independiente.

⁴⁵ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 5)

⁴⁶ (VALDERRAMA Mendoza, 2002 pág. 157)

Variables Independientes, como su mismo nombre lo manifiesta no depende de otra, pero lo que caracteriza a esta variable es que otras dependen de esta. En este proyecto de investigación como Variable Independiente se tendrá a la **ceniza volante y cal**.

Variable Dependiente, como también menciona su mismo nombre, dependen de otra variable, en especial de una independiente, es decir están condicionadas por otros para su estudio. En este proyecto de investigación se tendrá como variable dependiente a la **Subrasante**.

3.2. Población, muestra y muestreo

Población, se considera un total de algún conjunto de grupos como, por ejemplo, carros, distritos, arboles, plantas, carreteras, suelos, pavimentos, entre otros; la población se determina a través de sus características.

“La población es el total o conjunto de objetos o sujetos de la misma clase que también es conocido como el universo de características iguales que da inicio de los datos de una investigación. Estas unidades de análisis deben ser analizadas para así determinar un conjunto de N unidades”.⁴⁷

En esta investigación se tomará como población a toda la sub rasante de la carretera de Caclic-Luya (km. 0+000 – km. 13+840)

Muestra, se considera así a la pequeña parte que es extraída de la población, tomando en consideración las características y las cantidades necesarias; para así poder ser analizada

⁴⁷ (TAMAYO, 2004 pág. 91)

Se denomina muestra a un fragmento de la población, esta debe ser accesible, puesto que esta es la que será analizada para posteriormente brindar resultados que permitirán la generalización de toda la población.⁴⁸

En esta investigación se tomará como muestra 2 km de la carretera Caclic-Luya comprendidos entre las progresiva Km 11+840 – 13+840, en la que se ejecutaran tres calicatas de una profundidad 1.5 metros a cada 1 kilómetro y con estas muestras se realizaran los ensayos antes mencionados.

Muestreo, se denomina así a la selección de la muestra que realiza el investigador y en el que describe el proceso para obtenerla.

Se entiende por muestreo al método con el cual se va a determinar el fragmento o muestra del todo o también llamada población; en un investigación se debe definir qué tipo de muestreo va a usarse, existe dos grupos principales, por un lado el muestreo probabilístico y por el otro el muestreo no probabilístico.⁴⁹

El muestreo no probabilístico, son aquellas muestras llamadas también dirigidas, debido a que por lo general se selecciona por características de la misma investigación, o es intencionalmente escogida.⁵⁰

Teniendo en cuenta las definiciones de muestreo, en este proyecto de investigación se optará por el muestreo no probabilístico, debido a que las representaciones de la muestra han sido elegidos por la investigadora, tomando en cuenta algunas características en cuanto al estado en la que se encuentra la carretera, en consecuencia, del comportamiento de la subrasante para la cual se eligieron realizar 3 calitas en puntos estratégicos con progresivas tales como km 11+840 m, km 12+840 m y km 13+840 m, respetando las especificaciones de las normas establecidas en el manual de carreteras del MTC.

⁴⁸ (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 106)

⁴⁹ (NIÑO Rojas, 2011 pág. 56)

⁵⁰ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 195)

Unidad de análisis, se define así a todos los sujetos que tienen las mismas características que la muestra.

Se denomina unidad de análisis a los implicados en la investigación, es decir al grupo que va ser medido, participantes a los que se aplicara el instrumento de medición.⁵¹

En este proyecto de investigación se tomará como unidad de análisis al suelo extraído de las tres calicatas, del tramo que se encuentra en mal estado y será parte de nuestro análisis de toda la población considerada de la carretera Caclic-Luya-Amazonas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos en esta investigación como en muchas otras en las que se emplean el método científico existen una gran variedad de técnicas e instrumentos para realizar la recopilación de los datos e informaciones del proyecto de investigaciones de campo, para estos trabajos se toman en cuenta el tipo y método de la investigación, ya que cada investigación tienen distintas técnicas e instrumentos.

Son técnicas de recolección de datos aquellas que nos permiten recopilar, deducir, obtener o inferir la información necesaria para el desarrollo de la investigación, las técnicas principalmente usadas son: observación, entrevista, encuesta, pruebas, entre otras.⁵²

Tomando en cuenta los conceptos de técnicas e instrumentos, para este proyecto de investigación se utilizará la técnica de observación.

La técnica de la observación esta técnica radica en el uso sistemático de nuestros sentidos los cuales aportarán a captar la realidad de la muestra en estudio, para

⁵¹ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 183)

⁵² (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 115)

luego organizarla intelectualmente; el uso de nuestros sentidos, los cuales son fuentes inagotables de datos adquiridos, son de suma importancia no solo para investigaciones científicas sino también en nuestra vida práctica.

Se define como técnicas de observación, aquella que permite la recolección de datos, a su vez un registro sistematizado y validado del comportamiento ante una situación fácilmente observable.⁵³

En este proyecto de investigación es de real importancia el uso de técnicas, debido a que en el instante en el que se realizará los ensayos necesitaremos observar para identificar los cambios y variaciones a las que será expuesta nuestra muestra de subrasante en el momento de incorporar la cal por un lado y por otro la ceniza volante, ya que estas son las variables independientes de este proyecto y serán manipuladas para la obtención de mejores resultados.

Los instrumentos de recolección de datos, en la obtención de dato los instrumentos cumplen una función muy importante, ya que estos son indispensables para la obtención de la información o datos, para luego ser procesadas, analizadas y dar un resultado.

Un instrumento es aquel que resume los datos del marco teórico, al delimitar datos que correspondan a los indicadores y, por ende, las variables, pero también permite mostrar los datos del objeto de estudio a través de técnicas de recolección de datos empleadas.⁵⁴

Este proyecto de investigación hará el uso de instrumentos y/o formatos estandarizado y normatizados para los diferentes ensayos, que permitirán obtener los datos necesarios para analizar y medir los indicadores establecidos en esta investigación, a través de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

⁵³ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 252)

⁵⁴ (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 125)

Validez, en un proyecto de investigación se define como la característica que debe tener todo instrumento de poder medir a la variable que se desea medir, y no a otra, es decir que este debería ser conciso y adecuado para la investigación.

Se define como validez, a la estrecha relación que debe existir entre lo que se mide con aquello que realmente se quiere medir.⁵⁵

Para este proyecto de investigación los instrumentos serán validados por el juicio de expertos, para obtener mejores resultados.

Confiabilidad, se define como la ausencia de error que presente un instrumento de recolección de datos, así también a la precisión que este asegure cuando se emplee el instrumento en la medición.

La confiabilidad o también llamada fiabilidad, se define así a la veracidad y a que se confiable un instrumento para la medición de un objeto de estudio, así como también a la veracidad de los datos obtenidos.⁵⁶

Para establecer que los instrumentos que se emplearán en este proyecto de investigación sean confiables, se tendrá que revisar minuciosamente la calibración de los materiales y o herramientas que se usaran, así como también la certificación de estos, ya que dependerá de estos que no se cometan ni se obtengan resultados erróneos. Además, se tendrá en cuenta la confiabilidad mediante una categorización donde se considera rangos entre el 0 al 1, para determinar si es confiable o no.

⁵⁵ (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 160)

⁵⁶ (NIÑO Rojas, 2011 pág. 87)

Tabla 10 Equivalencia de la confiabilidad

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiable
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Oseda D. (2011)

3.5. Procedimiento

En este proyecto de investigación se iniciará con la obtención del material de sub rasante de la carretera Caclic-Luya, para el terreno en estado natural, se tomará una muestra por cada calicata que se va a ejecutar en el proyecto, con el fin de determinar el análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg y posterior a ello se procederá a clasificar el suelo por los métodos SUCS y AASHTO. Seguidamente se realizará la compactación del suelo con una energía modificada (Proctor Modificado) para determinar los valores de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad y finalmente se realizará el ensayo del CBR para determinar el porcentaje del índice de resistencia del suelo en estado natural. Por otro lado se tendrá el terreno tratado, que consistirá en la incorporación de ceniza volante y cal a la muestra, se comenzará realizando los límites de Atterberg para determinar de qué manera afectará la plasticidad del suelo, seguidamente se realizará la compactación del suelo con una energía modificada (Proctor Modificado) con la incorporación de las diferentes dosificaciones de la ceniza volante y cal (2%, 5% y 8%) con el fin de calcular los nuevos valores de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad. Finalmente, se calculará el CBR del terreno tratado con la incorporación de las diferentes dosificaciones de ceniza volante y cal (2%, 5% y 8%) para determinar el índice de resistencia del terreno tratado.

3.6. Método de análisis de datos

Este es un proceso de suma importancia ya que es donde se va describir los estudios o procesos a los que estarán sometidos los datos previamente recolectado mediante los instrumentos y las técnicas que se utilizarán.

El análisis de datos realizado de una buena manera y con la debida interpretación, permite analizar el problema planteado y ver las respuestas que se obtiene, además de corroborar la hipótesis, para así comprobar su validación o invalidación.⁵⁷

Para analizar los datos de este proyecto de investigación se realizará primero los ensayos antes mencionados en el laboratorio para evaluar la variable dependiente que es la subrasante, además se analizará la incorporación de las variables independientes que son la cal y la ceniza volante; con estos ensayos se recopilara datos para analizarlos, culminado este proceso recopilación se procederá a dar respuesta al problema general y problemas específicos planteados, así mismos se comprobará las hipótesis planteadas, luego se procederá a interpretar los resultados obtenidos.

⁵⁷ (NIÑO Rojas, 2011 pág. 103)

Tabla 11. Procedimiento de Ensayos

N°	Ensayo	PROCEDIMIENTO
1	Granulometría	<p>Con el material obtenido en campo se toma una muestra representativa y esta se seca en el horno para así reducir el tamaño inicial a partículas pequeñas. Con el material que se redujo se realiza la granulometría gruesa y estos deben pasar por los siguientes tamices 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", N° 4 respectivamente y al final se coloca un receptáculo que tiene como nombre fondo, ya colocado los tamices de acuerdo al tamaño se procede a colocarlos en el agitador mecánico por un máximo de 5 mnts en el eje vertical y otros 5 mnts en el eje horizontal de no contar con un agitador mecánico se realiza manualmente por un tiempo aproximado de 10 minutos asegurándonos de que los materiales se retengan en el tamiz correspondiente, después del procedimiento de agitación se procede a pesar los materiales retenidos en cada tamiz y el material que quedó en el fondo se pesa de manera individual, una vez realizado este procedimiento se procede al cuarteo para obtener las muestra de 150 y 300 gramos para realizar la granulometría fina. El material que se obtiene en el cuarteo es pesado y lavado sobre el tamiz N° 200 para descartar el material más pequeño, luego se lleva la muestra al horno y se deja secar por 24 horas a 110 °C para después verter la muestra sobre los tamices N° 10, N° 30, N° 40, N° 100, N° 200 respectivamente y proceder de manera similar a la granulometría gruesa. Con este ensayo se logrará la clasificación del suelo según la norma SUCS y AASHTO.</p>
2	Limite liquido	<p>Colocar la muestra en una vasija de porcelana y mezclar completamente con 150 a 200 ml de agua con una espátula, adicionar un poco más de agua de 1 a 3 ml si aún no se obtuvo la muestra que se busca esto debe ser mezclado completamente como se indicó hasta obtener un límite liquido falso, esta muestra obtenida se colocara en la Casagrande calibrada de un aproximado de 50 a 70 gr alisando la superficie según el eje de simetría y se realiza una ranura con el acanalador de 13 mm a una altura de 1 cm lo cual requerirá de 20 a 35 golpes en la Casagrande para que se produzca el cierre de la ranura que se hizo ya una vez cerrado la ranura retirar la muestra de la Casagrande, con la capsula repetir el procedimiento de hacer la ranura y los golpes luego se tomara una muestra de un aprox de 5 gramos de la zona donde se cerró el surco y para de manera inmediata para obtener el contenido de humedad con la cual se realizara un gráfico semi logarítmico de contenido de humedad vs número de golpes que realizo. La muestra que quedo en la Casagrande verter en la porcelana para seguir mezclando con la espátula hasta que el suelo pierda humedad para volver a tomar una muestra de 5 g y terminar con la gráfica ya que los golpes irán disminuyendo según las veces que se repita el ensayo.</p>

3	Limite plástico	<p>Para este ensayo se utilizará una pequeña cantidad de la muestra que quedo del límite líquido. El límite plástico puede que sea muy distinto al límite líquido para no perder mucho tiempo con algunas muestras que son los suelos plásticos es muy importante retirar la muestra en el tiempo exacto, preciso y extenderlo sobre una placa de vidrio o también se puede colocar en el horno a una temperatura muy baja lo más importante es que este esté de manera uniforme, luego tomar un bola de suelo de 1 cm y masajear sobre el vidrio cuidadosamente hasta lograr un diámetro de 3 mm, volver a unir nuevamente la muestra y hacer un bastoncito nuevamente hasta llegar al límite plástico y esto se sabrá cuando el bastoncito se rompa en pequeños trozos de 0,5 a 1 cm de largo si no estamos seguros de haber alcanzado el límite plástico se debe hacer una vez más la bolita y el bastoncito esto se debe repetir de 2 a tres ensayos haciendo los mismos pasos y promediar.</p>
5	Proctor modificado	<p>La muestra del tamiz N° 4, 3/8" o 3/4" dependiendo del método que se va usar ya se (A, B o C) determinar el contenido de agua, preparar 5 especímenes con un contenido de agua lo más cercano posible al optimo estimado, el espécimen que tenga una humedad más cerca al optimo deberá ser usado primero (se sabrá que es muy cercano al optimo con la práctica por eso este ensayo será realizado con un experto en el área). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes para que resulten 2 especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de gua. Para definir la curva de compactación como mínimo se necesita dos contenidos de agua en el lado húmedo y seco para que esto sea definido. Usar un aprox de 5 kg de suelo ya tamizado en cada espécimen que se compactara empleando el método A o B o 5.9 kg para emplear el método C para obtener el contenido de agua de cada espécimen se debe añadir una cantidad requerida de agua. Si la muestra se encuentra muy húmeda se debe reducir el contenido de agua hasta que el material sea el adecuado, para realizar el secado puede ser al aire libre o con el uso de un aparato a una temperatura de 60°C para disgregar el material y evitar moldear las partículas individuales, el material debe pasarse por el tamiz N° 4, 3/8" o 3/4" para realizar el proceso de compactación con un molde 6", se debe preparar un mínimo de 4 especímenes y se debe usar un aprox de 2.3 kg de muestra para cada espécimen dependiendo de que método se va usar, para el método C añadir una cantidad requerida de agua para que el contenido de agua de la muestra mencionada tenga los valores ya descritos.</p> <p>Para el proceso de compactación se debe de determinar y anotar la masa o el peso del molde y el plato que se va usar de base, asegurar y ensamblar el molde en el collar del plato que se va usar como base. Poner el espécimen sobre el molde y compactar en 5 capas y cada capa deberá tener el mismo espesor y esto se debe nivelar antes de la compactación para que no esté esponjoso usando el pisón de 2" de diámetro. Cada capa se debe compactar con 25 golpes para el molde de 4" o 56 golpes para el molde de 6". Después de la compactación de la última capa se debe remover el collar y el plato que se usó como base, el cuchillo se debe usar para sacar el suelo adyacente al collar, cuidadosamente se debe enserir el espécimen compactado, luego registrar la masa de la muestra o espécimen y del molde con aproximación a los gramos, obtener un espécimen para para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen y luego se debe quebrar para facilitar el secado. Después de la compactación comparar los pesos unitarios húmedos para asegurarnos de la obtención de datos para cada peso unitario seco para plotear el peso unitario húmedo y el contenido de agua en cada espécimen compactado. Con este ensayo se obtendrá la compactación del suelo.</p>

6	CBR (Relación de Soporte California)	<p>Principalmente se determina el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca de las muestras mediante el ensayo del Proctor modificado o el Proctor estándar, luego se procede a añadir agua a la muestra para alcanzar el óptimo contenido de humedad, compactar la muestra en tres distintos moldes CBR y estos moldes deben estar estandarizados de 17.78 cm de altura 15.24 cm de diámetro y esta muestra será compactada en tres capas por molde, la energía de compactación de cada molde de 15,30 o 60 golpes por capa con una masa que pesa 2.5 kg que se deja caer de una altura 305 mm libremente, luego se enrasa el molde, se hace desmonte y nuevamente se monta de manera invertido, en seguida los moldes que se hicieron se sumerge al agua, la colocación de la placa y el material llamado vástago de la misma manera que los pesos nos es de suma importancia para calcular la sobre carga, luego colocar el trípode sobre el borde del molde y esto debe coincidir con el vástago del micro comparador, las medidas se deben tomar diariamente del micro comparador por 4 días consecutivos, luego se seca la muestra que se sumergió al agua, después se aplica una carga sobre el pisón de penetración y esto es mediante la prensa CBR y se deben tomar las lecturas de la curva que se obtiene que es la curva de presión y penetración ya una vez que se terminó de realizar los ensayos los resultados se deben presentar en una gráfica de densidad seca, también el índice CBR y se debe mostrar los datos que se obtuvo en la compactación, densidad, humedad, absorción e hinchamiento con el presente ensayo se obtendrá la calidad del suelo.</p>
---	--------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

Es aquí donde se hace mención al esfuerzo, honestidad, responsabilidad y compromiso que se tomó en cuenta para este proyecto de investigación.

“Los aspectos éticos en un proyecto de investigación son de suma importancia debido a que mediante el escrito se demuestra las normas, declaraciones que se usan en el mundo de los diversos progresos que aportan conocimiento en el día a día para los diversos avances de la sociedad, en una investigación de tipo aplicada todos en general hacen el uso de estos avances como bien es cierto el propósito de cada ser humano es en el entorno donde reside”.⁵⁸

Este proyecto de investigación es muestra del empeño que he puesto a pesar de las circunstancias en las que nos encontramos, el afán de superarse es la fuente de motivación de este proyecto, el cual se desarrolló con honestidad, responsabilidad y honradez, teniendo la confianza de haber empleado información de diversos autores, pero no se ha tomado como copia, ya que se respetaron sus ideas; y se ha usado como fuente principal de apoyo el manual ISO; además de tener siempre presente que todo futuro profesional debe estar forjado en valores y principios, que será la mejor carta de presentación.

⁵⁸ (Ethical issues scientific research, 2012 pág. 3)

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020”.

Acceso a la zona de trabajo:

La zona de trabajo es de libre acceso puesto que es una carretera y es una de las principales vías de acceso a la provincia de Luya, región Amazonas.

Ubicación Política:

La zona de estudio se ubicó en la región de Amazonas, Provincia de Luya, Distritos de Luya y Lamud.

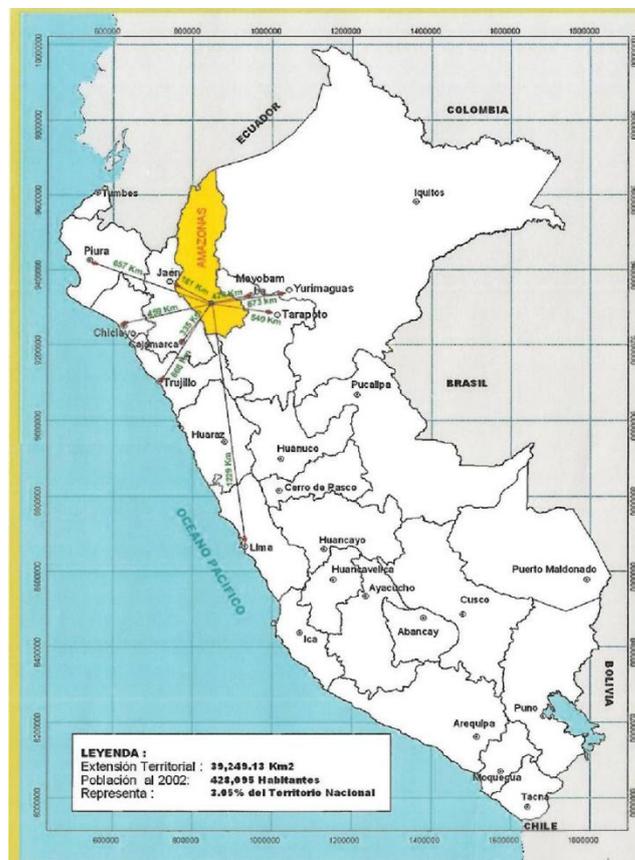


Figura 7 Ubicación de la región Amazonas en el país

Fuente: Gobierno Regional Amazonas

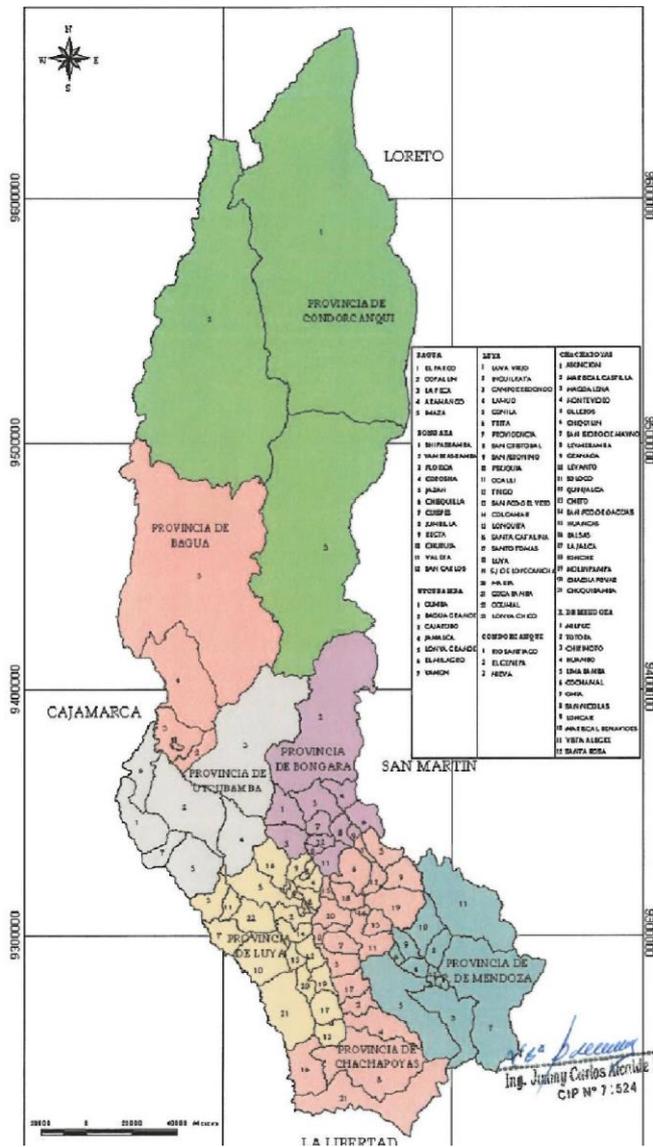


Figura 8 División política del departamento de Amazonas

Fuente: Gobierno Regional Amazonas

Ubicación del Proyecto:

Provincia de Luya, carretera Caclic- Luya



Figura 9 Mapa de la Provincia de Luya

Fuente: Gobierno Regional Amazonas

La zona de estudio se decidió teniendo en consideración la contribución al progreso de mi provincia de origen, la provincia de Luya.

Esta carretera es una vía principal que une dos provincias de la región Amazonas, dicha vía no se encuentra pavimentada, y además presenta fallas considerables, que son motivo de accidentes, de la falta de afluente e ingresos económicos y por ende no aporta el desarrollo de las provincias involucradas.

Se pudo identificar que una de las causas principales del mal estado de esta carretera es el suelo débil, por lo que se planteó en esta tesis el mejoramiento de la subrasante con materiales como la cal y la ceniza volante, con la expectativa de que estas puedan mejorar la capacidad portante del suelo o subrasante.

Ubicación Geográfica

De manera geográfica la carretera Caclic-Luya, en Caclic está en las coordenadas $6^{\circ}12'09.6''\text{S}$ y $77^{\circ}54'05.3''\text{W}$, donde empieza la carretera, es decir km. 0+00: y Luya está en las coordenadas $6^{\circ}10'08.8''\text{S}$ y $77^{\circ}56'42.3''\text{W}$, donde termina la carretera, es decir km. 13+840.

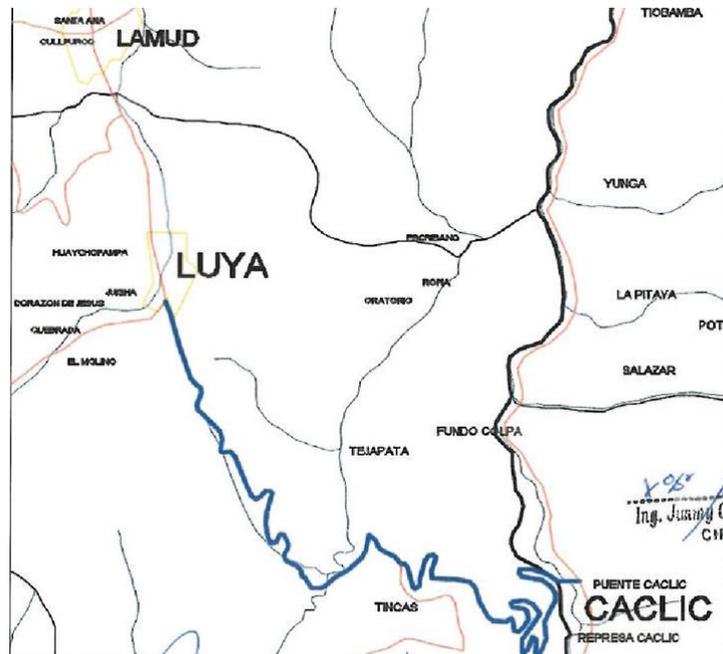


Figura 10 Carretera Caclic-Luya

Fuente: Gobierno Regional Amazonas

Procedimiento

Para poder obtener los resultados se tuvo que partir de la obtención del material (suelo), de la carretera antes mencionada, por lo que se realizó 3 calicatas, en las progresivas siguientes: KM 13 + 840 m, KM 12 + 840 m y en la KM 11 + 840m, como se observa en la siguiente imagen.

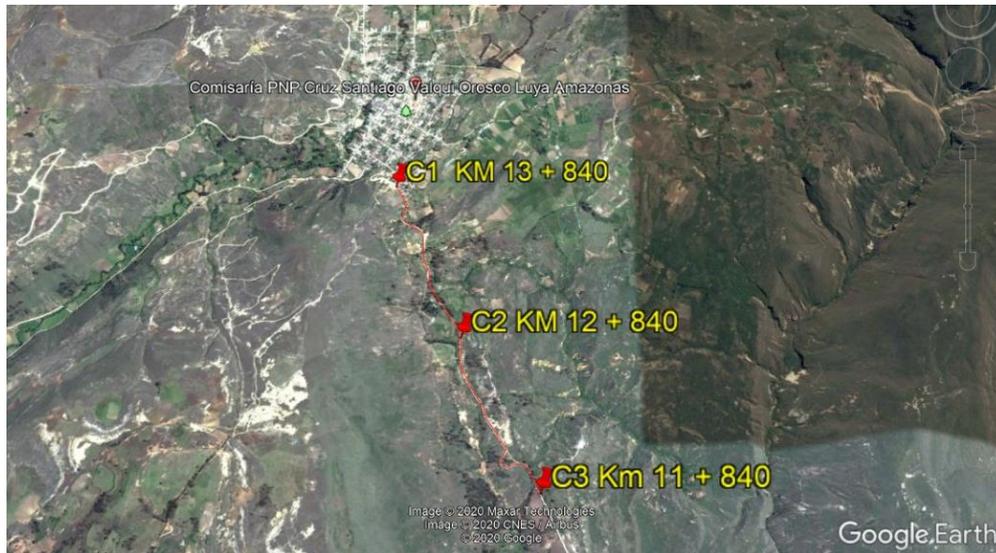


Figura 11 Posición de las Calicatas

Después de la extracción de suelo de cada calicata, se llevó al laboratorio para la realización de los ensayos estipulados, con lo que después se pudo determinar cuál era la calicata más desfavorable, para realizar a estas las combinaciones respectivas, es decir incorporarle el 2%, 5% y 8%, de los materiales estabilizantes que son la cal y la ceniza volante.

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio, practicados a la muestra de suelo de la calicata N°2, quien al ser evaluada con las demás muestra, fue la que menor capacidad portante presenta, y es a la que evaluaremos su comportamiento.

RESULTADO RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

Determinar cómo influye la cal y ceniza volante en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio con la incorporación de cal y ceniza volante, se pudo comprobar que la capacidad de soporte (CBR) incrementa porcentualmente. Por otro lado, disminuye porcentualmente el índice de plasticidad de la muestra ensayada cumpliendo con los requisitos mínimos que debería presentar el CBR de una Sub rasante adecuada para ser parte de la estructura de una carretera ya sea pavimentada o no.

A continuación, se muestra los valores del Índice de Plasticidad, Proctor modificado y CBR, tanto del suelo natural como de las combinaciones; tanto con cal y ceniza volante, también se muestra que la capacidad de soporte (CBR); incrementa en mayor proporción con la incorporación de ceniza volante a comparación con la cal.



Trazo para realización de calicata



Excavación de calicata

Tabla 12 Resumen de ensayos con la incorporación de cal

MUESTRA	% DE ADICIÓN	I.P (%)	M.D.S	OCH (%)	CBR (%)
SUELO ARENOSO ARCILLOSO (SC) + CAL	0	10	2.101	9.2	9.9
	2	10	2.056	10.1	12.8
	5	0	2.042	10.5	15.6
	8	0	2.029	10.8	12.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Resumen de ensayos con la incorporación de ceniza volante

MUESTRA	% DE ADICIÓN	I.P (%)	M.D.S	OCH (%)	CBR (%)
SUELO ARENOSO ARCILLOSO (SC) + CENIZA VOLANTE	0	10	2.101	9.2	9.9
	2	0	2.078	10.8	14.9
	5	0	2.053	11.2	25.7
	8	0	2.048	11.9	30.3

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar la influencia de la dosificación de cal y cenizas volante en la plasticidad de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Descripción: Se realizó los ensayos de Atterberg a la muestra con propiedades deficientes la cual fue la calita 2, a las que se le agrego de forma independiente, 2%, 5%y 8% tanto de cal como de ceniza volante; para así poder visualizar el comportamiento del material con cada uno de los aditivos.

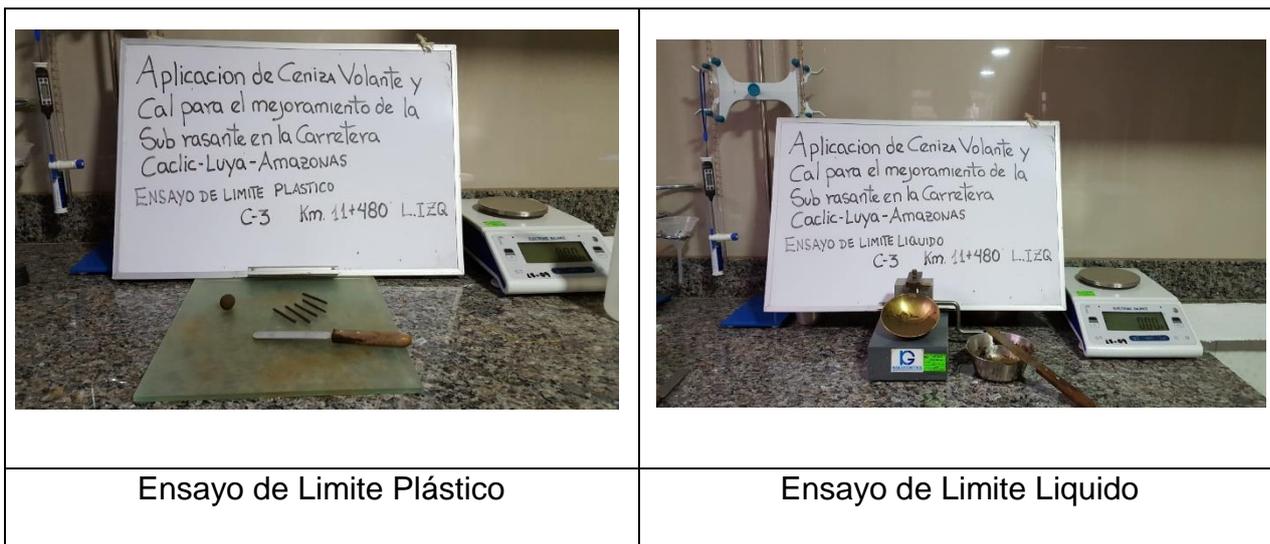


Tabla 14 Limites de Atterberg Incorporando Cal

MATERIAL/MEZCLA	LIMITES DE CONSISTENCIA		
	L.L	L.P	I.P
S	20	10	10
S + 2% de cal	19	8	10
S + 5% de cal	17	0	0
S + 8% de cal	15	0	0

Fuente: Elaboración propia

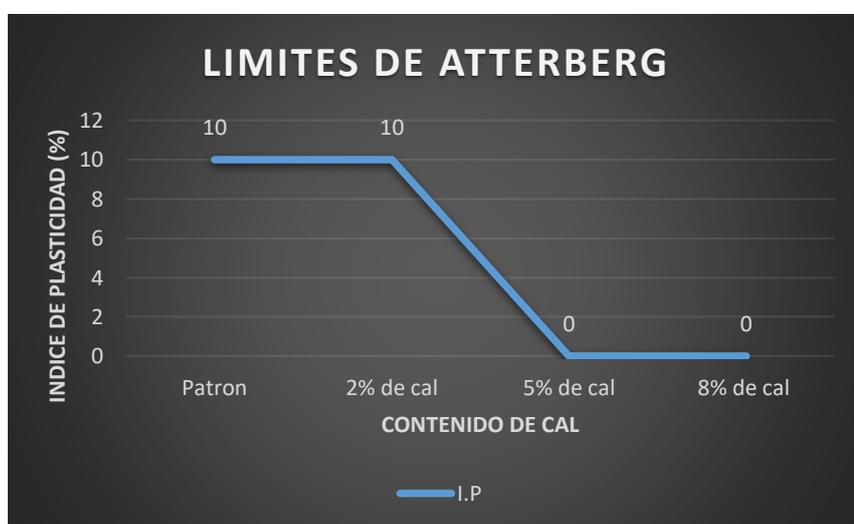


Figura 13 Limites de Atterberg Incorporando Cal

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 12 se evidencio, la disminución del Índice de plasticidad de la muestra patrón, al incorporar los porcentajes de cal, se observó un cambio total a partir del 5% de incorporación de cal y conforme aumenta la incorporación, se mantiene esta disminución.

Tabla 15 Limites de Atterberg Incorporando Ceniza Volante

MATERIAL/MEZCLA	LIMITES DE CONSISTENCIA		
	L.L	L.P	I.P
S	20	10	10
S + 2% de ceniza volante	17	0	0
S + 5% de ceniza volante	0	0	0
S + 8% de ceniza volante	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

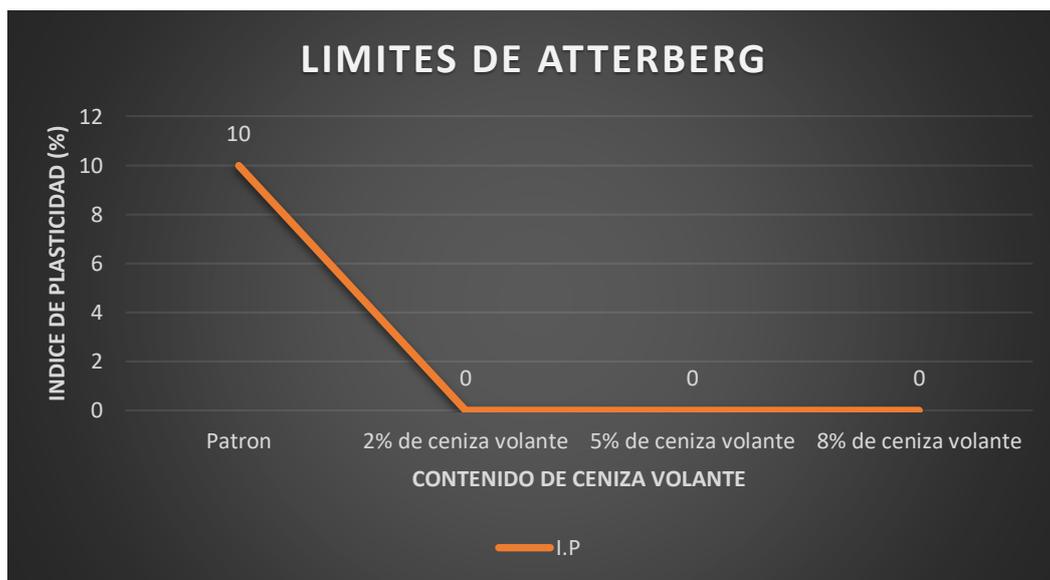


Figura 143 Limites de Atterberg Incorporando Ceniza Volante

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 13 se evidencio, la disminución del Índice de plasticidad de la muestra patrón, al incorporar los porcentajes de ceniza volante, se observó un cambio total a partir del 2% de incorporación de cal y conforme aumenta la incorporación, se mantiene esta disminución.

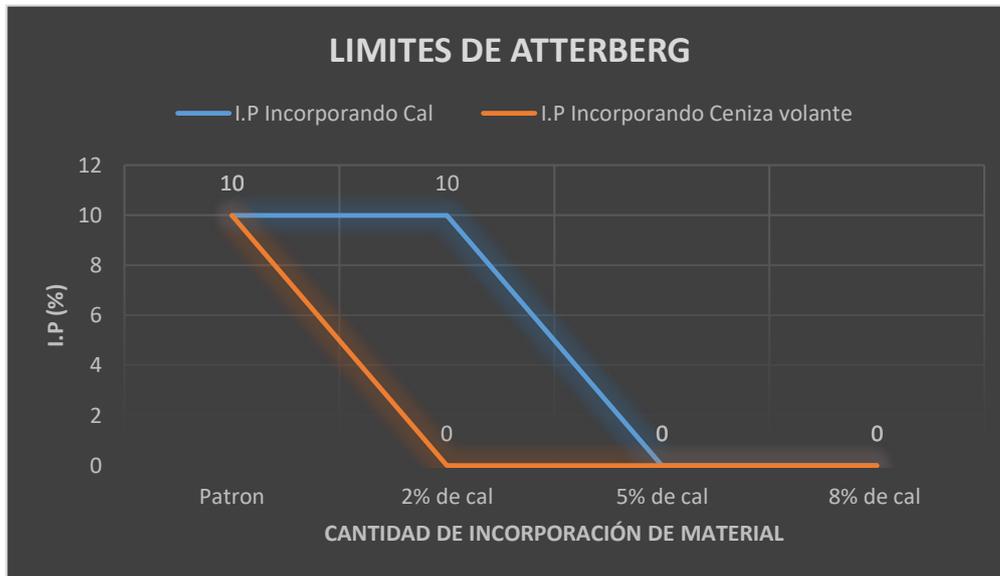


Figura 14 Comparación de Índices de Plasticidad

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 14 se evidencio, que el índice de plasticidad disminuyo a la primera incorporación de porcentaje (2%) de ceniza volante, en cambio reacciona con la cal a partir del segundo porcentaje (5%) de cal; evidenciando un mejor comportamiento con la ceniza volante.

Determinar la influencia de la dosificación de cal y ceniza volante en la compactación de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Descripción: De igual manera se procedió a realizar el ensayo de Proctor modificado, con la incorporación tanto de cal como de cenia volante, el que nos brinda e indica los valores de Máxima densidad Seca y el Optimo Contenido de Humedad.



Tabla 16 Proctor Modificado Incorporando Cal

MATERIAL/MEZCLA	PROCTOR MODIFICADO	
	Optimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
S	9.2	2.101
S + 2% de cal	10.1	2.056
S + 5% de cal	10.5	2.042
S + 8% de cal	10.8	2.029

Fuente: Elaboración propia

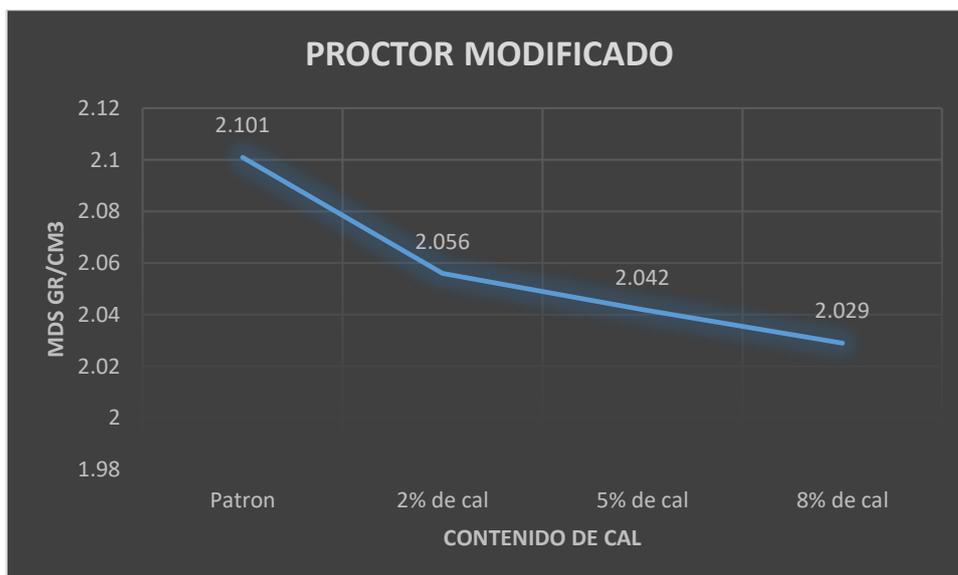


Figura 15 Variación de la M.D.S con la Incorporación de Cal

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 15 se evidencio, la disminución de la Máxima Densidad Seca al incorporar los porcentajes de cal. Con lo que también se observa el incremento del Optimo Contenido Humedad, con lo que se muestra una mejora en la compactación.

Tabla 17 Proctor Modificado Incorporando Ceniza Volante

MATERIAL/MEZCLA	PROCTOR MODIFICADO	
	Optimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
S	9.2	2.101
S + 2% de ceniza volante	10.8	2.078
S + 5% de ceniza volante	11.2	2.053
S + 8% de ceniza volante	11.9	2.048

Fuente: Elaboración propia

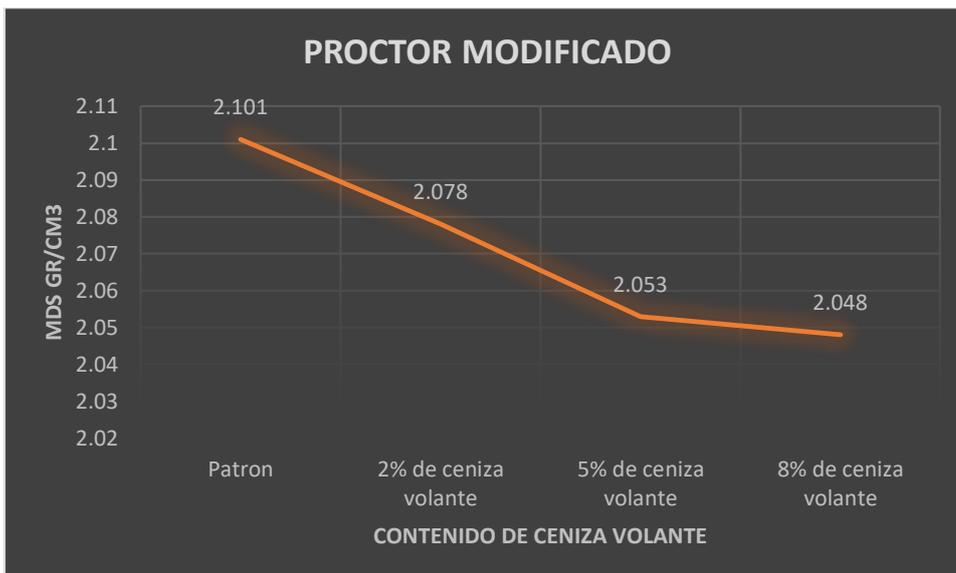


Figura 16 Variación de la M.D.S con la Incorporando Ceniza Volante

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 16 se evidencio, la disminución de la Máxima Densidad Seca al incorporar los porcentajes de ceniza volante de igual manera también se observa el incremento del Optimo Contenido Humedad, con lo que se muestra una mejora en la compactación.

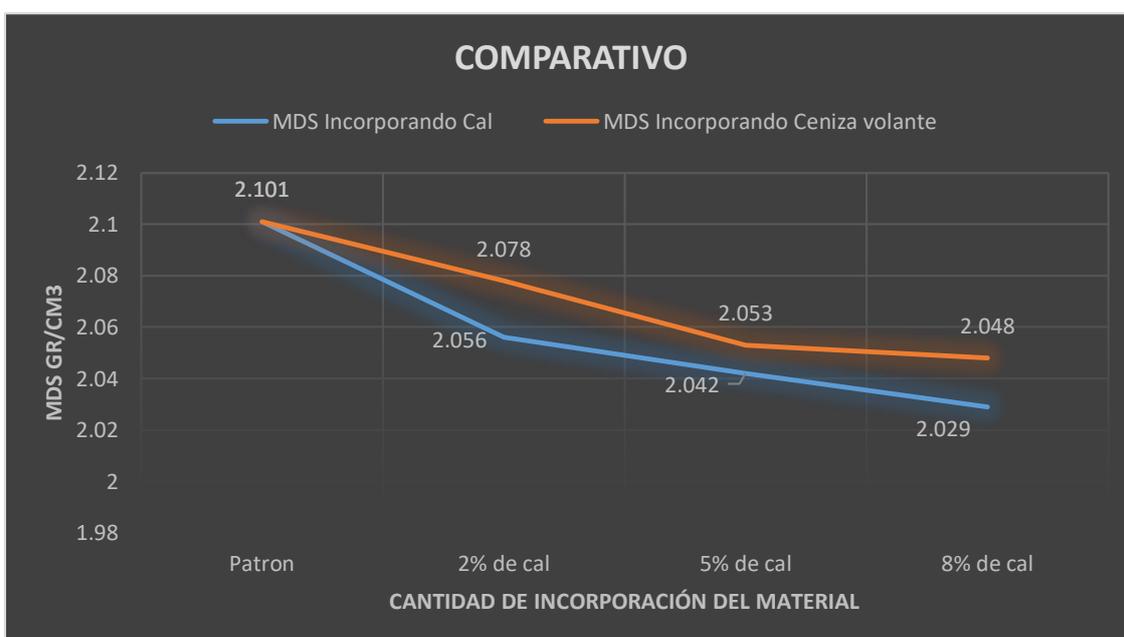


Figura 157 Comparación de Proctor Modificado

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 17 se evidencio, una disminución de la Máxima Densidad Seca en mayor proporción al incorporar porcentajes de cal que al incorporar ceniza volante; por otro lado, el Optimo Contenido de Humedad aumenta al incorporar ceniza volante que al incorporar cal.

Determinar la influencia de la dosificación de cal y ceniza volante en la resistencia de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.

Descripción: Una vez realizada la compactación, se realizó el ensayo del CBR del suelo y de las combinaciones al 100%, y con esto identificar el comportamiento del suelo sometido a las cargas establecidas; y con esto determinar la capacidad de resistencia al estabilizar con estos materiales.

	
Ensayo de CBR	Ensayo de CBR

Tabla 18 CBR Incorporando Cal

MATERIAL/MEZCLA	Símbolo	CBR al 100% de la MDS (%)
Suelo	S	9.9
Mezcla N° 1	S + 2% de cal	12.8
Mezcla N° 2	S + 5% de cal	15.6
Mezcla N° 3	S + 8% de cal	12.7

Fuente: Elaboración propia

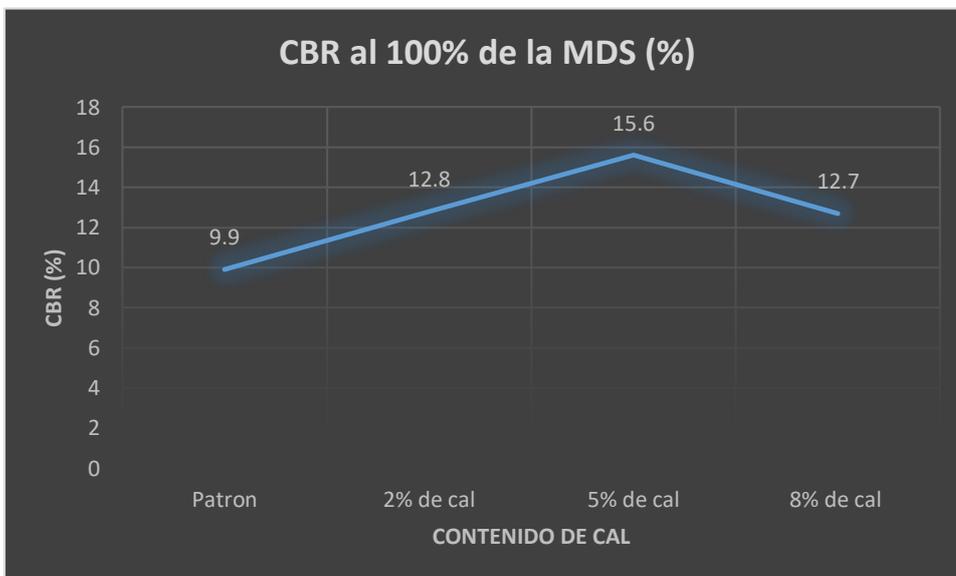


Figura 168 CBR Incorporando Cal

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 18 se evidenció, el incremento significativo de la capacidad de soporte que muestra el suelo, al incorporar un 2% y 5% de cal, pero al seguir incrementando el porcentaje de cal la capacidad de soporte disminuye, deduciendo con esto que el óptimo porcentaje para mejorar la resistencia es 5% de cal.

Tabla 19 CBR Incorporando Ceniza Volante

MATERIAL/MEZCLA	Símbolo	CBR al 100% de la MDS (%)
Suelo	S	9.9
Mezcla N° 1	S + 2% de ceniza volante	14.9
Mezcla N° 2	S + 5% de ceniza volante	25.7
Mezcla N° 3	S + 8% de ceniza volante	30.3

Fuente: Elaboración propia

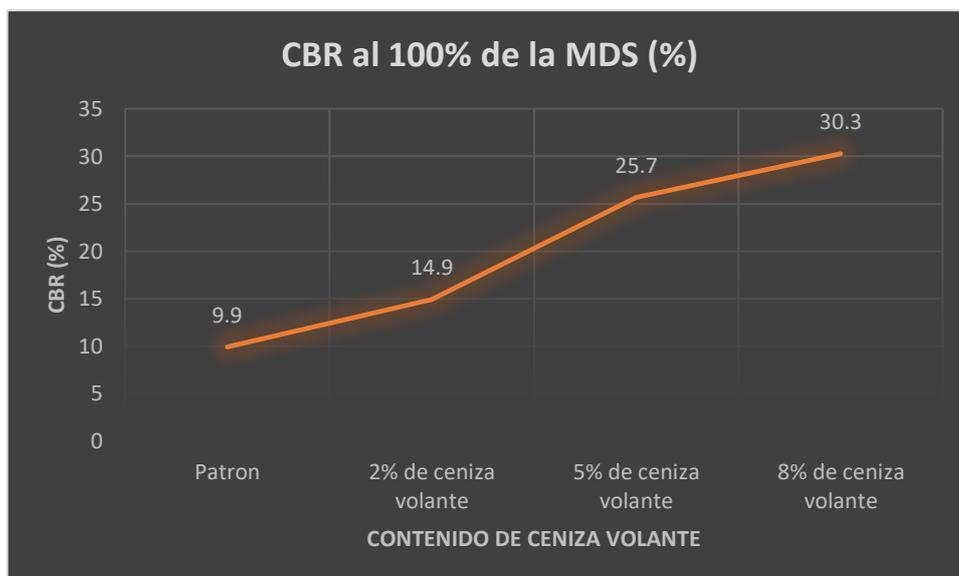


Figura 19 CBR Incorporando Ceniza Volante

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 19 se evidenció, el incremento significativo de la capacidad de soporte que muestra el suelo, al incorporar los porcentajes de ceniza volante, siendo este a mayor porcentaje de ceniza volante, mayor capacidad de soporte.

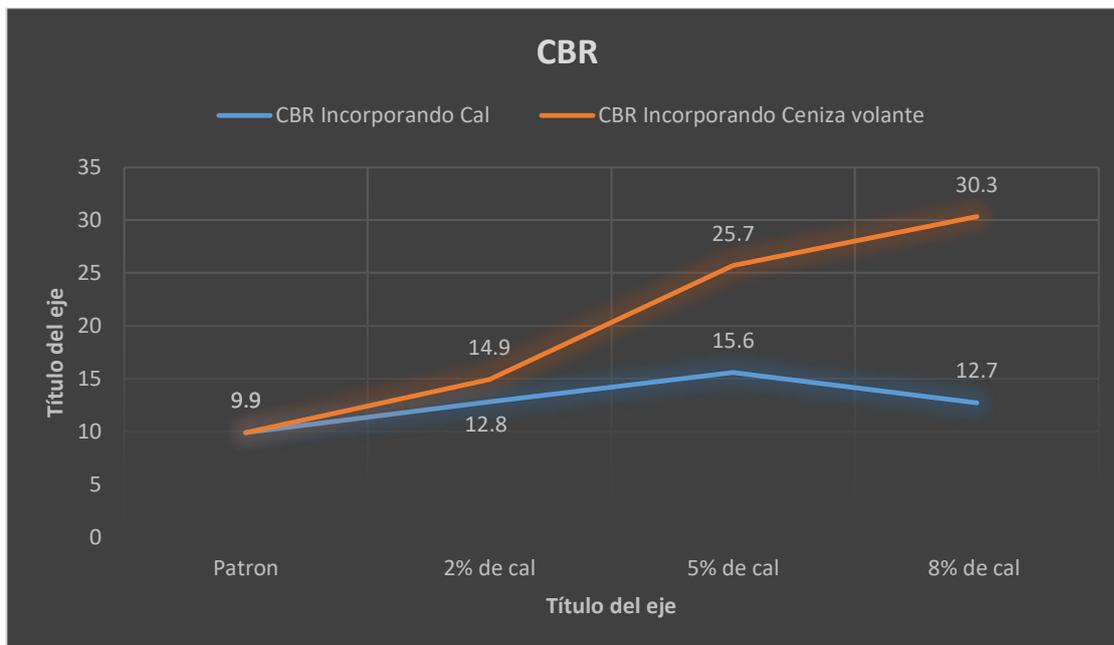


Figura 170 Comparación de valores del CBR

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 20 se evidencio, ambos resultados de los valores de CBR con la incorporación de cal y con la incorporación de ceniza volante, deduciendo así que se muestra una mejora mayor en las muestras al incorporar la ceniza volante.

V. DISCUSIÓN

Con todos los ensayos ya procesados, y ya conociendo los resultados, se procedió a la comparación y/o discusión con los resultados de otros autores.

Respaldando cada ensayo en las normas respectivas; el ensayo de **Limites de Atterberg** en la norma ASTM D4318; **Proctor Modificado** en la norma ASTM D1557 y el ensayo de **CBR** en la norma ASTM D1883.

En la tesis que realizo Gonzales en el 2014, en el que tuvo como objetivo determinar la factibilidad de la estabilización de los suelos cohesivos por medio de ceniza volante y cal, en el que concluyó que con la incorporación de 15% de ceniza volante y 5% de cal, disminuyó el IP de 27.64% a 11.21%, lo cual el resultado de esta investigación arrojo que tanto la cal como la ceniza volante disminuyen de manera considerable el Índice de plasticidad, hasta lograr que el suelo en contacto no presente índice de plasticidad, además de haber comprobado que el material al primer contacto de porcentaje de Ceniza volante este ya no presenta índice de plasticidad, comportándose a inicios mejor con ceniza volante que con cal .

Con lo que por un lado se concuerda con el autor ya que la combinación de estos materiales reduce el índice de plasticidad; pero por otro lado esta investigación aporta a que los usos de estos materiales individualmente también generan la disminución mucho más que cuando se trabajan juntos.

En la investigación que realizó Goñas en el 2019, quien tuvo como objetivo mejorar las características de soporte de suelos a nivel de subrasante; donde concluyo que el índice de plasticidad disminuyó a medida de la incrementación de porcentajes de ceniza de carbón, siendo el 25% el que presenta mayor disminución de I.P. de 24% a 16%, el cual se observa una disminución notable, al igual que los resultados favorables de esta investigación en especial con la ceniza volante ya que disminuye el índice de plasticidad al incorporar 2% de este material de un 10% a un 0% es decir no presenta plasticidad. Con lo que concordamos con los resultados del autor antes mencionado, sin dejar de manifestar que las cenizas volantes aportan mucho más en la disminución, que la ceniza de carbón.

Con referencia al O.C.H; en la tesis de Huancoillo en el 2017, en la que concluyó, que conforme se adiciona mayor porcentaje de ceniza volante y cal el O.C.H. disminuye consecuentemente; de un 10.45% a 10.12%, 10.03% y por ultimo a un 9.50%, en cambio en nuestros resultados que fueron trabajados individualmente, tanto con la cal y la ceniza volante el O.C.H. aumentan de 9.2% hasta un 11.9%, claro con valores entre esos parámetros para cada material.

Con lo que estoy en desacuerdo con el autor, ya que este mencionada que el material tanto junto como separado aportan a la disminución del O.C.H, puesto que en este proyecto se comprueba que individualmente ambos aportan al incremento del O.C.H.

En la investigación de Cañar en el 2017, en el que evaluó los suelos con el uso de cenizas de carbón para mejorar las propiedades del material, concluyó que a medida que se incremente la adición de las cenizas de carbón el O.C.H. aumenta de un 26.6% hasta un 29.80%, afirmando que a mayor incremento de ceniza de carbón mayor Optimo Contenido de humedad, siendo un 26% de incorporación de ceniza de carbón.

Con lo que concordamos con el autor ates mencionado ya que nuestros resultados también mostraron el aumento del O.C.H a medida de la incorporación tanto en la cal como en la ceniza volante, con la cal aumento de un 9.2% a un 10.8% con el máximo porcentaje agregado y con la ceniza volante aumentó de un 9.2% a un 11.9%, mostrando que, comprando el uso de estos dos materiales, tenemos que la ceniza volante aporta mucho más para el incremento del Optimo Contenido de Humedad.

En la tesis de Huancoillo en el 2017, quien tuvo como resultados que la Máxima Densidad Seca con la incorporación de 5% de ceniza volante y un 5% de cal disminuyó de un 2.092 gr/cm³ a 1.837; con la incorporación de 15% de ceniza volante y 5% de cal disminuyó de 2.092 gr/cm³ a 1.737 gr/cm³ y con la incorporación de 25% de ceniza volante y 5% de cal disminuyó de 2.092 gr/cm³ a 1.694 gr/cm³, de igual forma en los resultados que se obtuvo al incorporar los

mismos materiales pero de manera individualmente, con el 2% de cal disminuyó de 2.101 gr/cm³ a 2.056 gr/cm³, con la incorporación de 5% de cal disminuyó a 2.042 gr/cm³ y con el 8% de cal disminuyó a 2.029 gr/cm³; y con el 2% de ceniza volante disminuye de 2.101 gr/cm³, incorporando un 5% de ceniza volante a un 2.053 gr/cm³ y la incorporación de un 8% a 2.048 gr/cm³; con lo que comparando estos resultados se ve una mayor disminución con la incorporación de ceniza volante.

Por otro lado, coincidimos con lo que dice Huancoillo, ya que a medida del incremento de porcentajes tanto combinados como separados, presentan una disminución considerable de la máxima densidad seca.

En la investigación de Gonzales en el 2018, quien tuvo como resultados que la Máxima Densidad Seca con la incorporación de 6% de ceniza volante, 3% de cemento y un 1% de cal aumentó de un 2.08 gr/cm³ a 2.11 gr/cm³ ; con la incorporación de 16% de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal aumento a 2.110 gr/cm³ y con la incorporación de 26% de ceniza volante, 3% de cemento y 5% de cal aumento a 2.112 gr/cm³, en cambio en los resultados que se obtuvo al incorporar dos de los mismos materiales de manera individualmente, con el 2% de cal disminuyó de 2.101 gr/cm³ a 2.056 gr/cm³, con la incorporación de 5% de cal disminuyó a 2.042 gr/cm³ y con el 8% de cal disminuyó a 2.029 gr/cm³; y con el 2% de ceniza volante disminuye de 2.101 gr/cm³, incorporando un 5% de ceniza volante a un 2.053 gr/cm³ y la incorporación de un 8% a 2.048 gr/cm³; con lo que comparando estos resultados se ve una mayor disminución con la incorporación de ceniza volante.

Por otro lado, discrepamos con los resultados de Gonzales, ya que a medida del incremento de porcentajes tanto combinados como separados, presentan una disminución considerable de la máxima densidad seca, en comparación a sus resultados que son lo contrario, porque lo más probable es que el uso de cemento este afectando ese rendimiento de la ceniza volante y cal. Con lo que se puede además definir que para una buena compactación debe existir una relación entre la M.D.S y el O.C.H., para así lograr una compactación adecuada.

En la tesis de Cañar en el 2017, tuvo como resultados que el CBR con la incorporación de 20% de ceniza de carbón aumentó de un 9.30% a 9.90% ; con la incorporación de 23% de ceniza de carbón aumentó a 10.10% y con la incorporación de 26% de ceniza de carbón aumentó a 10.9%, presentando un punto de quiebre es decir que a partir de incorporarle más de 23% este material bajaría el CBR; por otro lado en los resultados que se obtuvo al incorporar cal y ceniza volante de manera individual, con el 2% de cal aumento de un 9.9% a 12.8%, con la incorporación de 5% de cal aumentó a 15.6 % y con el 8% de cal aumento a 12.7%; presentando también un punto de descenso en la curva de aumento del CBR; y con el 2% de ceniza volante aumento a 14.9%, incorporando un 5% de ceniza volante aumento a 25.7%y la incorporación de un 8% a 30%, mostrando una mejora continua; de igual manera comparando estos resultados se ve un mayor incremento del CBR con la incorporación de ceniza volante.

Por lo que, coincidimos con lo que dice Cañar, ya que a medida del incremento de porcentajes tanto combinados como separados, presentan un incremento considerable de la capacidad de soporte del suelo.

En la tesis de Huancoillo en el 2017, tuvo como resultados que el CBR con la incorporación de 5% de ceniza volante y 5% de cal aumentó de un 20% a 103% ; con la incorporación de 15% de ceniza volante y 5% de cal aumentó a 123% y con la incorporación de 25% de ceniza volante y 5% de cal aumentó a 80%, presentando un punto de quiebre, es decir que a partir de incorporarle más de 15% este material bajaría el CBR; por otro lado en los resultados que se obtuvo al incorporar cal y ceniza volante de manera individual, con el 2% de cal aumento de un 9.9% a 12.8%, con la incorporación de 5% de cal aumentó a 15.6 % y con el 8% de cal aumento a 12.7%; presentando también un punto de descenso en la curva de aumento del CBR; y con el 2% de ceniza volante aumento a 14.9%, incorporando un 5% de ceniza volante aumento a 25.7%y la incorporación de un 8% a 30%, mostrando una mejora continua; de igual manera comparando estos resultados se ve un mayor incremento del CBR con la incorporación de ceniza volante.

Por lo que, coincidimos con lo que dice Huancoillo, ya que a medida del incremento de porcentajes tanto combinados como separados, presentan un incremento considerable de la capacidad de soporte del suelo; resaltando que de manera individual se comportan mejor y aportan mejor de las propiedades del suelo considerablemente, según lo comprobado en laboratorio.

En la tesis de Gonzales en el 2018, tuvo como resultados que el CBR con la incorporación de 6% de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal aumentó de un 46.10% a 84.40% ; con la incorporación de 16% de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal aumentó a 91.80% y con la incorporación de 26% de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal aumentó a 97.20%, presentando un aumento continuo, por otro lado en los resultados que se obtuvo al incorporar cal y ceniza volante de manera individual, con el 2% de cal aumento de un 9.9% a 12.8%, con la incorporación de 5% de cal aumentó a 15.6 % y con el 8% de cal aumento a 12.7%; presentando también un punto de descenso en la curva de aumento del CBR; y con el 2% de ceniza volante aumento a 14.9%, incorporando un 5% de ceniza volante aumento a 25.7% y la incorporación de un 8% a 30%, mostrando una mejora continua; de igual manera comparando estos resultados se ve un mayor incremento del CBR con la incorporación de ceniza volante.

Por lo que, coincidimos con lo que dice Gonzales, ya que a medida del incremento de porcentajes tanto combinados como separados, presentan un incremento considerable de la capacidad de soporte del suelo. Pero considero que el uso de cemento es sobrecargar al material, ya que las cenizas volantes aportan las mismas propiedades que el cemento. Por lo que considero innecesario combinarlo con ceniza y con cal.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Con el ensayo de Limite de Atterberg, el valor obtenido del Índice de Plasticidad del suelo natural o muestra patrón es de 10%, incorporándole el 2% de cal se mantuvo este Índice de Plasticidad, agregándole el 5% de cal el índice de plástico redujo a 0% es decir no presenta plasticidad y con un 8% de igual forma se mantuvo con índice de plasticidad 0%.

Incorporando al mismo suelo patrón un 2% de ceniza volante disminuyo de un 10% a 0%, volviéndole un suelo no plástico, agregándole el 5% de ceniza volante se mantiene el 0% y con la incorporación de 8% se muestra el mismo comportamiento es decir se muestra como un suelo no plástico.

Por lo que se concluyó que con la ceniza volante reduce de forma más inmediata que con la cal el índice de plasticidad del suelo.

- 2) Con el ensayo de Proctor Modificado, se obtuvo que el óptimo contenido de humedad del suelo natural o muestra patrón es de 9.2%, incorporándole el 2% de cal aumento a un 10.1%, agregándole el 5% de cal aumento el O.C.H. a 10.5% y con un 8% de igual forma incrementa a un 10.8%.

Incorporando al mismo suelo patrón un 2% de ceniza volante aumento a un 10.8%, agregándole el 5% de ceniza volante aumento el O.C.H. a 11.2% y con un 8% de igual forma incrementa a un 11.9%.

Por lo que se concluyó que con la ceniza volante incrementa de forma más inmediata que con la cal el Optimo Contenido de Humedad del suelo.

Por otro lado, la máxima densidad seca del suelo patrón es de 2.101 gr/cm³, al incorporándole el 2% de cal disminuyó a 2.056 gr/cm³, agregándole el 5% de cal disminuyó a 2.042 gr/cm³ y con un 8% disminuyó a 2.029 gr/cm³.

Incorporando al mismo suelo patrón 2% de ceniza volante disminuyó a 2.078 gr/cm³, agregándole el 5% de cal disminuyó a 2.053 gr/cm³ y con un 8% disminuyó a 2.048 gr/cm³.

Por lo que se concluyó que con la ceniza volante disminuye de forma más inmediata que con la cal Máxima Densidad Seca.

- 3) Con el ensayo de Valor de Soporte de California, se obtuvo el valor de CBR DE UN 9.9%, incorporándole el 2% de cal incremento a un 12.8%, agregándole el 5% de cal el CBR aumento a un 15.6% y con un 8% se observó un aumento a 12.7%, concluyendo que a partir de incorporarle más de un 5% de cal el CBR empieza a disminuir.

Incorporando al mismo suelo patrón un 2% de ceniza volante incremento el valor de CBR a 14.9%, agregándole el 5% de ceniza volante incremento a 25.7% y con la incorporación de 8% se mostró un incremento de 30.3%.

Por lo que se concluyó que con la ceniza volante el CBR aumenta en una escala mayor.

- 4) Se concluyó que la cal y la ceniza volante influyen de manera positiva en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020, según los resultados obtenidos anteriormente, así mismo podemos deducir y concluir que la ceniza volante aporta en una escala mayor que la cal, en el mejoramiento de las propiedades del suelo es decir de la subrasante de la carretera en mención.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Para la mejora de la plasticidad, características que están relacionadas con la baja capacidad mecánica, la cual genera una gran sensibilidad a la humedad y en efecto la deformación plástica ante las cargas elevadas. Por ello recomendamos el uso de las cenizas volantes para poder reducir la plasticidad ya que según los ensayos realizados tenemos buena reacciones de porcentaje en el suelo patrón estudiado tiene un porcentaje del 10% de plasticidad y al administrarle el 2% de cenizas volantes su reducción es del 100% de plasticidad ya que bajo de un 10% a un 0% de plasticidad mientras que con la cal que conocemos como un estabilizador comúnmente usado tiene una reducción al 0% recién usando el 5% del cal según los ensayos realizados se obtuvo una buena reacción al usar dichos componentes como la ceniza volante y la cal, es por ello que se recomienda usar la ceniza volante en suelos que tienen alta plasticidad, para mejorar el comportamiento de este suelo.
- 2) Para mejorar la compactación, cuya intención es disminuir la compresibilidad de los suelos e incrementar su estabilidad volumétrica, especialmente ante la absorción o pérdida de agua; la resistencia, especialmente al esfuerzo cortante, obviamente en el sentido de obtener los mayores valores posibles y unas adecuadas relaciones esfuerzo-deformación que garanticen un balance conveniente; en el comportamiento con la ceniza volante tenemos una mejor compactación según los porcentajes que tenemos debido a que nuestro suelo patrón tiene una máxima densidad seca de 2.101 gr/cm³ y tiene una reducción considerable que se vincula con un buen criterio al porcentaje óptimo de humedad la cual empezó con 9.2% y fue en un aumento de mejora según los porcentajes evaluados: por lo que se recomienda el uso de la ceniza volante como un estabilizador para subrasante, debido a las propiedades de mejora que aporta este material.
- 3) La capacidad de soporte de carga, como se observó en los resultados que con el uso de la ceniza volante y cal se observa un aumento considerablemente, por lo que se recomienda para mejorar el suelo y poder tener pavimentaciones

con una buen subrasante conllevando a este a una vida útil de muchos más años

- 4) Por otro lado, se recomienda, usar la ceniza volante cuyas partículas sean las más finas, ya que son las que contienen mayor componente químico favorable, para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante.
- 5) Recomendamos el uso de materiales que generen contaminación ambiental, es decir poder reusar la ceniza de los hornos artesanales, o cualquier otro tipo de cenizas para la estabilización de subrasante.
- 6) Por último, se recomienda realizar otras investigaciones con el mismo material de este proyecto, pero con diversos porcentajes y diversos suelos; para así conocer y establecer un porcentaje óptimo de material a usar para futuras estabilizaciones de suelos; y así también esta investigación como otra que se realicen sirvan para las nuevas normativas en cuanto a estabilización de suelos se tengan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APOLINAREZ Tovar, Alex Emerson. 2018. *Estabilización de la sub-rasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja* . Universidad Peruana los Andes , Huancayo : 2018.

ARAGON Universidad. 2018. Saica y Acciona prueban en Aragon el uso de cenizas en la construcción de carretera. [En línea] 3 de octubre de 2018. [Citado el: 25 de abril de 2020.] <https://aragonuniversidad.es/actualidad/saica-y-acciona-prueban-en-aragon-el-uso-de-cenizas-en-la-construccion-de-carreteras/>.

ASTM C593. Especificación estandar para cenizas volantes y otras puzolanas para su uso con cal para estabilizacion del suelo. s.l. : West Conshohocken.

ASTM C618-19. Especificación estándar para cenizas volantes de carbón y puzolanas naturales crudas o calcinadas para uso en concreto. s.l. : West Conshohocken.

BOWLES, Joseph E. 1981. *Manual de laborartorio de suelos en ingenieria civil.* México : McGraw-Hill, 1981. pág. 213. 968-451-046-2.

BUENO Regalado, Jesus Anthony y Torre Maza, Homaly Dayer. 2019. *Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación.* Universidad Cesar Vallejo, Huaraz : 2019.

CALCINOR. [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2020.] <https://www.calcinor.com/es/actualidad/2018-01-23/cal-estabilizacion-de-suelos/>.

CAÑAR Tiviano , Edwin Santiago. 2017. *Analisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón.* Universidad Técnica de Ambato, Ecuador : 2017.

CASTILLO Parra, Byron Fernando. 2017. *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras.* Universidad de Cuenca, Cuenca : 2017.

CYPE Ingenieros, S.A. Generador de precios de la construcción. [En línea] [Citado el: 20 de junio de 2020.] http://www.peru.generadordeprecios.info/rehabilitacion/calculaprecio.asp?Valor=0|0_0_2|1|0BC005|apr_0bc_cata:_0_50_50_100_1_0_1_2_0_1_0_0_1c5_0.

DAS , Braja M. 2013. *Fundamentos de ingenieria geotecnica.* 4. Mexico : Cengage Learning, 2013. pág. 636. 978-607-519-373-1.

DAS, Braja M. 2001. *Fundamentos de Ingeniería Geotecnía.* 5. México D. F. : México:Interracional Thomson Editores, 2001. pág. 594.

DICCIONARIO interactivo multi-idioma. *DICCIONARIO interactivo multi-idioma.* Madrid-España : Cultural S.A. pág. 1050. 978-84-8055-681-1.

ELIZONDO Arrietar , Fabian, Navas Carro, Alejandro y Sibaja Obando, Denia. 2011. *Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes.* 7 de julio de 2011. Vol. 20. 1409-2441.

Ethical issues scientific research. **ACEVEDO, Lincey. 2012.** Medellín : s.n., 2012, pág. 18. 07172079.

GALVAN Ruiz, Miguel y Velazques Castillo, Rodrigo Rafael. 2011. Cal, un antiguo material como una renovada opción para la construcción. s.l. : Ingeniería Investigación y Tecnología, 2011. Vol. XII, 1, págs. 93-102. 1405-7743.

GARCÍA Toro, Jonatan Rodrigo. 2019. *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín.* Universidad Católica de Colombia, Bogota, D. C. : 2019.

GEOLOGIAWEB. [En línea] [Citado el: 18 de mayo de 2020.] https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=oQFZRKlix_EC&oi=fnd&pg=PA1&dq=compactaci%C3%B3n+de+suelos+DEFINICION&ots=xOnyfl36HI&sig=rZCgjJMwEekYIDvGRb36pqjXdg0#v=onepage&q=compactaci%C3%B3n%20de%20suelos%20DEFINICION&f=true.

GONZALES Carpio, Flor Marilia. 2018. *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno.* Universidad Andina "Nestor Cáceres Velásquez", Puno : 2018.

GONZALES Guerra, Angel José Francisco. 2014. *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2014.

GOÑAS Labajos, Olger. 2019. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada.* Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas , Chachapoyas : 2019.

GOTECNO. Compactación del Suelo: Metodo de Ensayo de compactación del suelo y sus usos. [En línea] [Citado el: 16 de mayo de 2020.]

<https://www.cotecno.cl/compactacion-del-suelo-metodos-de-ensayo-de-compactacion-del-suelo-y-sus-usos/>.

HERNÁNDEZ LARA, Josué Aristides, Mejía Ramirez, David Remberto y Zelaya Amaya, César Eduardo. 2016. *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador.* Universidad del Salvador, San Miguel : 2016.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Maria del Pilar. 2014. *Metodología de la investigación.* sexta . Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. pág. 600. 9781456223960.

HUANCOILLO Humpiri, Yunior José. 2017. *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané-Chupa-Puno.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno : 2017.

INSTITUTO Bolivarian del cemento y el hormigon. 2015. *Lineamientos generales para el diseño geométrico de las juntas.* 4 de julio de 2015.

JUÁREZ, Eulalio y RODRIGUEZ, Rico. 2005. *Mecánica de suelos tomo 1 fundamentos de la mecánica de suelos.* México : Limusa, 2005. pág. 644. 968-18-0069-9.

M.C., Alonso y M. P., de Luxan. 1995. *Aplicaciones de las cenizas volantes en el campo de la construcción. Experiencia Española.* Madrid : Instituto de Ciencias de la construcción Eduardo Torroja, 1995. pág. 116. 978-8460533191.

MAMANI Barriga, Lux Eva y Yataco Quispe, Alejandro Jesús. 2017. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho.* Universidad San Martín de Porres, Lima : 2017.

Martínez Najar, Olivia Vianney. 2014. *Estabilización de suelos con cal hidratada para uso en pavimentos rígidos en la zona oriente de la ciudad de Uruapan, Michoacán.* Universidad Nacional Autónoma de México, Michoacán : 2014.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. 2014. *Manual de Carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.* 2014. pág. 301.

— **2016.** *Manual de Ensayo de Materiales.* 2016.

MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento. CE 020 Estabilización de suelos y taludes.

MORALES Zuluaga, Daniel. 2015. *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas.* Universidad de Medellín, Medellín : 2015.

NATIONAL Lime Association. [En línea] [Citado el: 4 de mayo de 2020.] <https://www.lime.org/lime-basics/uses-of-lime/construction/soil-stabilization/>.

NIÑO Rojas, Victor Miguel. 2011. *Metodología de la Investigación.* Bogotá : Ediciones de la U, 2011. pág. 155. 9789588675947.

OSEDA. 2011. *Técnicas de confiabilidad y validez de instrumento de investigación.* Perú : Eximpress S.A, 2011. pág. 140.

OSEDA, D, y otros. 2015. *Teoría y prácticas de la investigación científica.* Perú : Soluciones gráficas SAC, 2015. pág. 80.

PALELLA Stracuzzi, Santa y Martins Pestana, Feliberto. 2012. *Metodología de la investigación cuantitativa.* Caracas : Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. pág. 285. 9802734454.

PARRA Gomea , Manuel Gerardo. 2018. *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante.* Universidad Católica de Colombia, Bogotá D. C : 2018.

PEZO López, Velarde. 2016. *Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016.* Universidad Cesar Vallejo, San Martín : 2016.

QUISPE Iporra, Renato Abraham. 2019. *Estudio experimental y numérico del comportamiento mecánico de una arcilla mejorada con métodos tradicionales y ceniza de madera.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima : 2019.

RPP noticias. 2015. Puno: Mal estado de carretera dificultad tránsito en vía Huancané-Moho. [En línea] 2015 de septiembre de 2015. [Citado el: 26 de abril de 2020.] <https://rpp.pe/peru/actualidad/puno-mal-estado-de-carretera-dificulta-transito-en-via-huancane-moho-noticia-835364?ref=rpp>.

SAMPERO Rodriguez, Angel. *Tratamientos de suelos con cal.* ANCADE. Madrid : s.n. pág. 32.

SANZ LLANO, Juan J. 1975. *Mecánica de suelos Reunion de Ingenieros.* Barcelona : Editores Tecnicos Asociados, 1975. 84-7146-165-X.

TAMAYO, Mario. 2004. *El proceso de la investigación científica.* México D.F : Limosa, 2004. pág. 44. 9681858727.

UNIVERSIDAD Pontifica Bolivariana. 2013. Determinación del límite líquido de los suelos afectados por derrames de hidrocarburos. 2013. pág. 14.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. 2002. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta.* Lima : Editorial San Marcos E. I. R. L., 2002. pág. 495. 9786123028787.

ANEXOS

ANEXO 1 Matriz de Operacionalización de Variable y Matriz de Consistencia

"APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA-AMAZONAS 2020"					
Variables	Definición	Definición	Dimensiones	Indicadores	Escala de medicion
	Conceptual	Operacional			
CAL	Según la Publicación de la Nacional Lime Association; la cal, sola o en combinación con otros materiales, puede ser utilizada para tratar una gama de tipos de suelos. Las propiedades mineralógicas de los suelos determinarán su grado de reactividad con la cal y la resistencia final que las capas estabilizadas desarrollarán. (2002, p.7)	La variable independiente que es la cal tiene una dimensión, tres indicadores y un instrumento con la que será medido	DOSIFICACIÓN	S + 2% DE CAL	Escala de Razón
				S + 5% DE CAL	
				S + 8% DE CAL	
CENIZA VOLANTE	Según López son un polvo fino gris, que es arrastrado por los gases de combustión del carbón pulverizado[.] La composición química de las cenizas volantes varía considerablemente. Más del 85 % está formado por sílice, alúmina, óxido de hierro, cal y magnesia, con una pequeña proporción de óxido de sodio y potasio.(1967,p.24)	La variable independiente que es la ceniza volante tiene una dimensión, tres indicadores y un instrumento con la que será medido	DOSIFICACIÓN	S + 2% DE CENIZA VOLANTE	
				S + 5% DE CENIZA VOLANTE	
				S + 8% DE CENIZA VOLANTE	

SUB RASANTE	Según el MTC la subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.(2013, p. 23.)	La variable dependiente tiene 3 dimensión y 6 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que serán medidos	PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO	
				LIMITE PLASTICO	
				INDICE DE PLASTICIDAD	
			COMPACTACIÓN	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
				ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA	
			RESISTENCIA	CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	

TITULO							
"APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS 2020"							
AUTOR							
BARDALES ARÉVALO, KATTY							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE, INDICADOR E INSTRUMENTO				TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V.DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: explicativa causal Diseño: Experimental Cuasi experimental Unidad de análisis Es todas las sub rasantes de la carretera Caclic-Luya-Amazonas Población está conformado por todas las sub rasantes de la carretera Caclic-Luya-Amazonas (km. 0+000 – km. 13+840) Muestra
¿Cómo influye la incorporación de ceniza volante Y cal en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020?	Determinar cómo influye la cal y ceniza volante en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.	La cal y ceniza volante influyen de manera positiva en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.	SUB RASANTE	PLASTICIDAD	LÍMITE LÍQUIDO LÍMITE PLÁSTICO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG	
				COMPACTACIÓN	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
				RESISTENCIA	CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE	ENSAYO CBR	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cómo influye la dosificación de ceniza volante y cal en la plasticidad de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020 ?	Determinar la influencia de la dosificación de cal y cenizas volante en la plasticidad de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.	La dosificación de cal y cenizas volante influyen en la plasticidad de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, Amazonas 2020.	CAL	DOSIFICACIÓN	S + 2% DE CAL	Balanza	
					S + 5% DE CAL		

<p>¿Cómo influye la dosificación de ceniza volante y cal en la compactación de la subrasante en la carretera Cacli-Luya, Amazonas 2020?</p>	<p>Determinar la influencia de la dosificación de cal y ceniza volante en la compactación de la subrasante en la carretera Cacli-Luya, Amazonas 2020.</p>	<p>La dosificación de cal y ceniza volante influyen en la compactación de la subrasante en la carretera Cacli-Luya, Amazonas 2020.</p>			<p>S + 8% DE CAL</p>	<p>2 km de la carretera Cacli-Luya comprendidos entre las progresivas Km 11+840 – 13+840</p>	
<p>¿Cómo influye la dosificación de ceniza volante y cal en la resistencia de la subrasante en la carretera Cacli-Luya, Amazonas 2020?</p>	<p>Determinar la influencia de la dosificación de cal y ceniza volante en la resistencia de la subrasante en la carretera Cacli-Luya, Amazonas 2020.</p>	<p>La dosificación de cal y ceniza volante influye en la resistencia de la subrasante en la carretera Cacli-Luya, Amazonas 2020.</p>	<p>CENIZA VOLANTE</p>	<p>DOSIFICACIÓN</p>	<p>S + 2% DE CENIZA VOLANTE</p>		
<p>S + 5% DE CENIZA VOLANTE</p>							
<p>S + 8% DE CENIZA VOLANTE</p>							

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

Validación 01. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : VARGAS Chacaltana Luis Alberto
 Institución donde labora : UCV
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor (s) del instrumento (s) : Bardales Arevalo, Katty

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

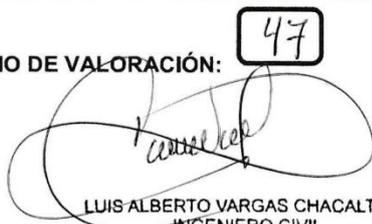
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

MUY APLICATIVO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Lima, 25 de 06 de 2020

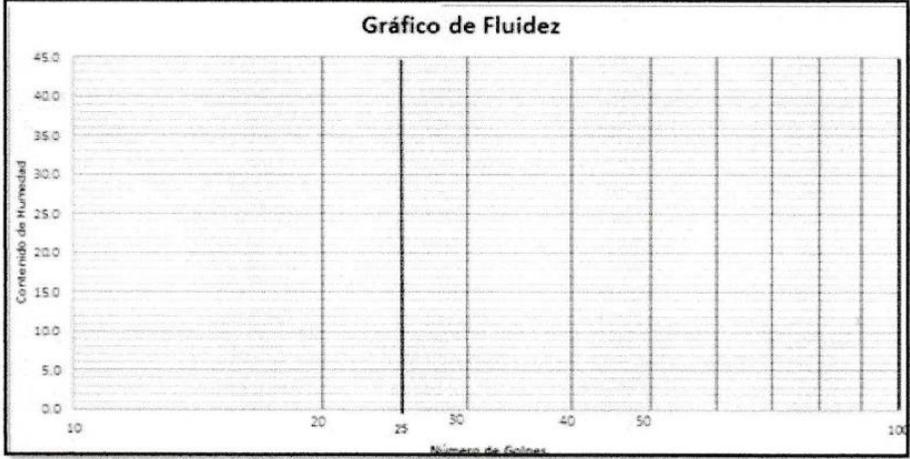

 LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 194542

ANEXO 2.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)					
PROYECTO :		APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS 2020			
ELABORADO :		BARDALES AREVALO KATTY			
UBICACIÓN :		Dpto:	provincia:	Distrito:	
FECHA :					
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido Pasa		% Grava
3"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
N° 4					
N° 10					
N° 20					
N° 30					
N° 40					
N° 60					
N° 100					
N° 140					
N° 200					
FONDO					
					% Arena
					% Finos
DATOS DEL ESPECIALISTA			FIRMA Y SELLO		
APELLIDOS Y NOMBRES : ESPECIALIDAD : CIP :					
LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 194542					

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)				
PROYECTO	:	APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS 2020		
ELABORADO	:	BARDALES AREVALO KATTY		
UBICACIÓN	:	Dpto:	provincia:	Distrito:
FECHA	:			
LÍMITE LIQUIDO (LL)				
N° tara				
N° de golpes				
Peso de tara (gr)				
Peso tara + suelo húmedo (gr)				
Peso tara + suelo seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso del suelo seco (gr)				
Humedad (%)				
LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
N° tara				
Peso de tara (gr)				
Peso tara + suelo húmedo (gr)				
Peso tara + suelo seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso del suelo seco (gr)				
Humedad (%)				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)= LL - LP				
				
DATOS DEL ESPECIALISTA			FIRMA Y SELLO	
APELLIDOS Y NOMBRES : ESPECIALIDAD : CIP :				

Fuente: Elaboración propia
ALBERTO VARGAS CHACALTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg.CIP N° 194542

ANEXO 2.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)				
PROYECTO :	APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS 2020			
ELABORADO :	BARDALES AREVALO KATTY			
UBICACIÓN :	Dpto:	provincia:	Distrito:	
FECHA :				
HUMEDAD				
Prueba N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Peso de tara (gr)				
Tara + suelo húmedo (gr)				
Tara + suelo seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso del suelo seco (gr)				
Contenido de humedad (%)				
DENSIDAD				
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + suelo húmedo (gr)				
Peso molde (gr)				
Peso suelo húmedo (gr)				
Volumen del molde (cm ³)				
Densidad húmeda (gr/cm ³)				
Densidad seca (gr/cm ³)				
Densidad seca (gr/cm ³)				
Contenido de humedad (%)				
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> </div>				
DATOS DEL ESPECIALISTA			FIRMA Y SELLO	
APELLIDOS Y NOMBRES : ESPECIALIDAD : CIP :				

Fuente: Elaboración propia **LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 194542

ANEXO 2.

Validación 02. Ing. Albán Contreras, Jorge

ANEXO 5. Validación de Instrumentos

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : ALBAN CONTRERAS, JORGE
 Institución donde labora : _____
 Especialidad : CONSULTOR DE INGENIERIA - PROYECTOS.
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor (s) del instrumento (s) : Bardales Arevalo, Katty

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

COLOCAR NORMA DE REFERENCIA.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49

Lima, 29 de JUNIO de 2020

ANEXO 2.

Anexo 6. Instrumentos de Recolección de Datos

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)					
PROYECTO :		APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS 2020			
ELABORADO :		BARDALES AREVALO KATTY			
UBICACIÓN :		Dpto:	provincia:	Distrito:	
FECHA :					
Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)		
			Retenido	Pasa	
3"					% Grava
2"					% Arena
1 1/2"					% Finos
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
N° 4					
N° 10					
N° 20					
N° 30					
N° 40					
N° 60					
N° 100					
N° 140					
N° 200					
FONDO					

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO					
Nombre		Número de Muestra		Clasificación M.E.T.	
Apellido y Nombre		Número de Muestra		Clasificación M.E.T.	

DATOS DEL ESPECIALISTA	FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRES: ALBAN CONTRERAS, JORGE ESPECIALIDAD: CIVIL CIP: 64895	

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2.

Anexo 6. Instrumentos de Recolección de Datos

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)				
PROYECTO	: APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS 2020			
ELABORADO	: BARDALES AREVALO KATTY			
UBICACIÓN	: Dpto:	províca:	Distrito:	
FECHA	:			
LÍMITE LIQUIDO (LL)				
N° tara				
N° de golpes				
Peso de tara (gr)				
Peso tara + suelo húmedo (gr)				
Peso tara + suelo seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso del suelo seco (gr)				
Humedad (%)				
LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
N° tara				
Peso de tara (gr)				
Peso tara + suelo húmedo (gr)				
Peso tara + suelo seco (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso del suelo seco (gr)				
Humedad (%)				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)= LL - LP				
DATOS DEL ESPECIALISTA			FIRMA Y SELLO	
APELLIDOS Y NOMBRES: ALBÁN CONTRERAS, JORGE ESPECIALIDAD: CIVIL CIP: 64895				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2.

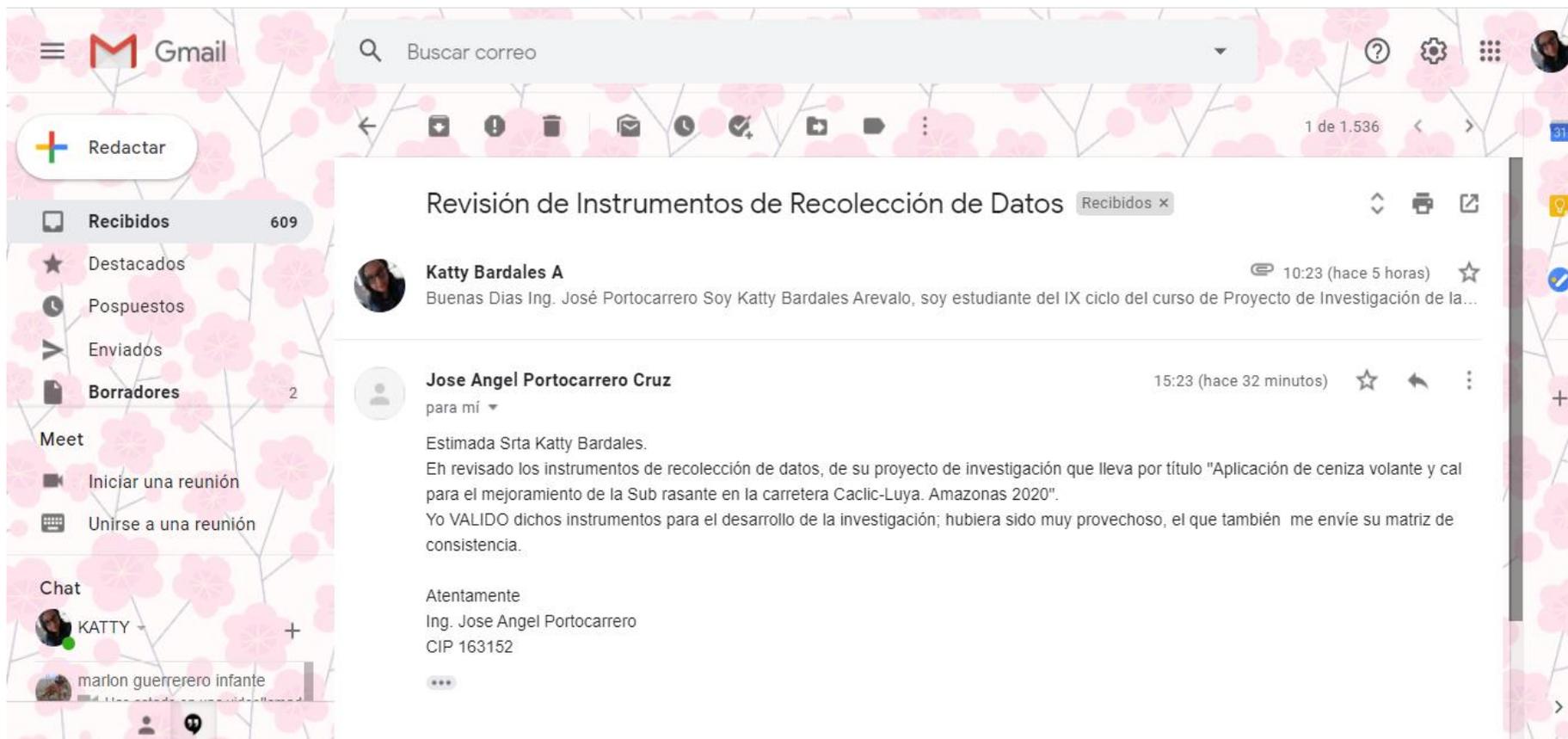
Anexo 6. Instrumentos de Recolección de Datos

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) (ASTM 1883)									
PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA VOLANTE Y CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE EN LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS 2020									
INVESTIGADORA : Bardales Arevalo Katty									
UBICACIÓN : Dpto:			Provincia:			Distrito:			
FECHA :									
Molde N°	A	B	C						
Cargas N°									
N° de golpes por capa									
CONDICIÓN DE LA MUESTRA									
Peso del molde + suelo húmedo									
Peso del molde									
Peso del suelo húmedo									
Volumen del molde									
Densidad húmeda									
% de humedad									
Densidad seca									
AREA DEL PISTON : <input type="text" value="pulg2"/>									
	MOLDE A			MOLDE B			MOLDE C		
PENETRACIÓN PULGADAS	Kg	Lb	Lb.Pulg2	Kg	Lb	Lb.Pulg2	Kg	Lb	Lb.Pulg2
DATOS DEL ESPECIALISTA							FIRMA Y SELLO		
APELLIDOS Y NOMBRES : ALBAN CONTRERAS JORGE									
ESPECIALIDAD : CIVIL									
CIP : 64895									

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2.

Validación 04. Ing. José Ángel Portocarrero



ANEXO 3. Declaratoria de Originalidad del Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, Bardales Arevalo, Katty, egresado de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede lima norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulada: “Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic- Luya- Amazonas 2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

- 1) No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
- 2) He mencionado todas las fuentes empleadas, identificado correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
- 3) No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 27 de noviembre del 2020

Apellidos y nombres del autor Bardales Arevalo, Katty	
DNI: 72240369	Firma: 
ORCID: 0000-0002-7835-0540	

ANEXO 4. Pantallazo del Turnitin

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Bardales Arévalo Katty (Código ORCID 0000-0002-7835-0540)

ASESOR:
Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (Código ORCID 000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

Resumen de coincidencias ✕

16 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

16

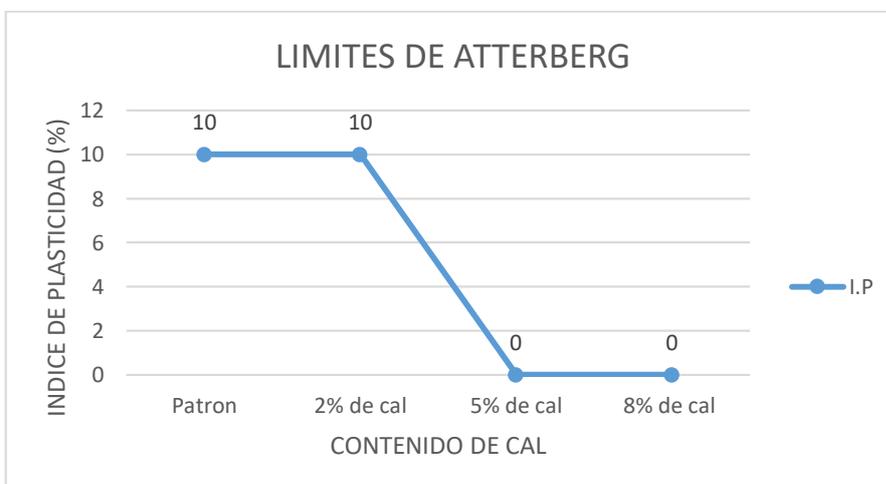
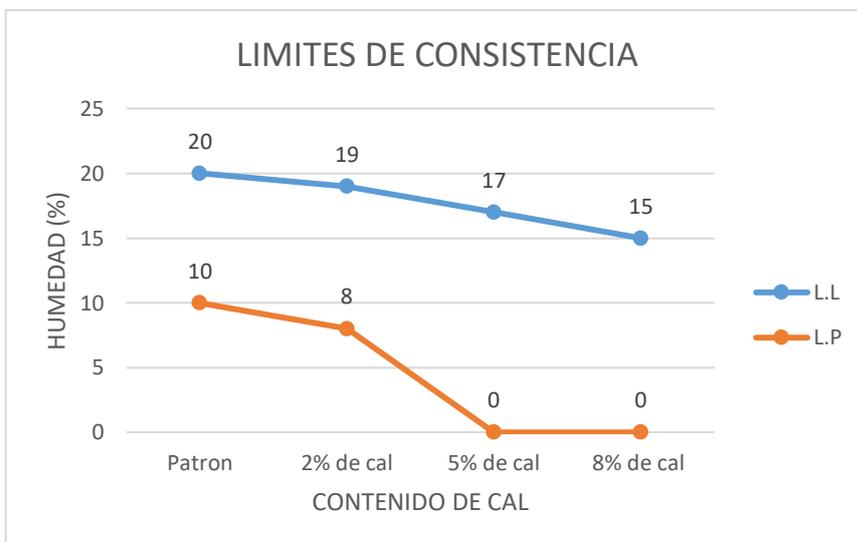
Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %	>
4	engineering.fuoye.edu.... Fuente de Internet	1 %	>
5	repositorio.continental....	1 %	>

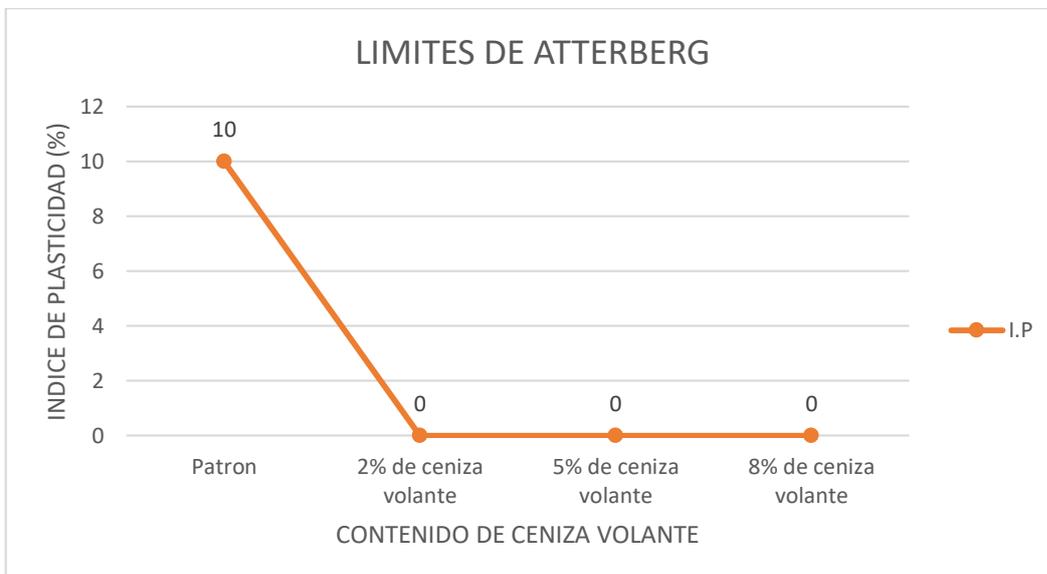
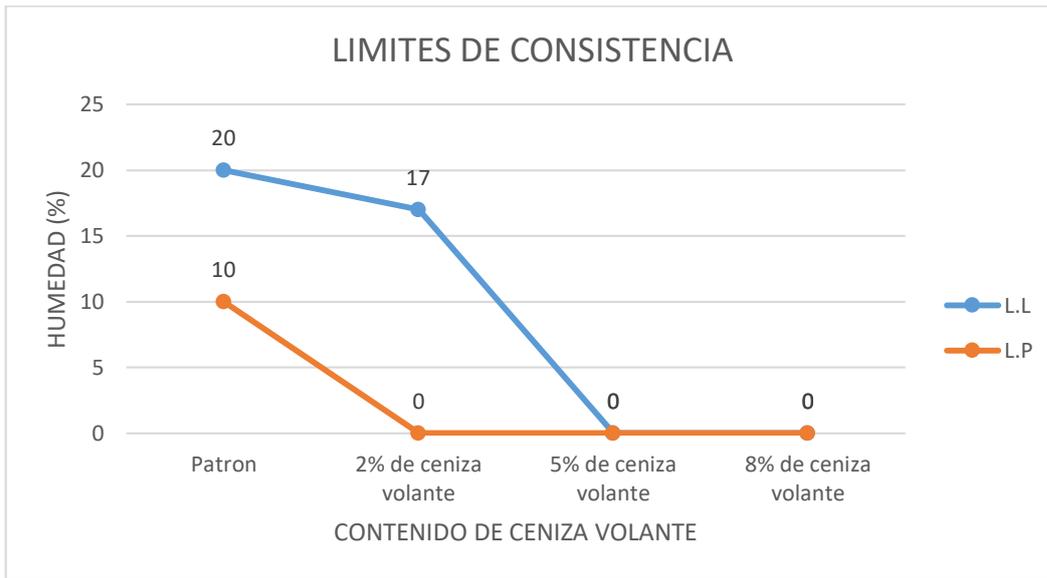
ANEXO 5. Hojas de cálculo de Excel

LIMITES DE ATTERBERG

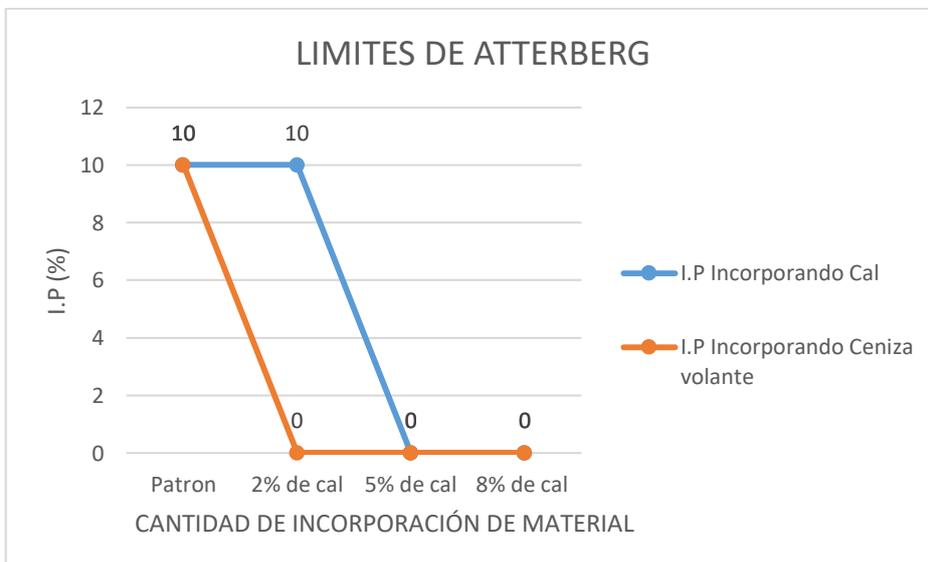
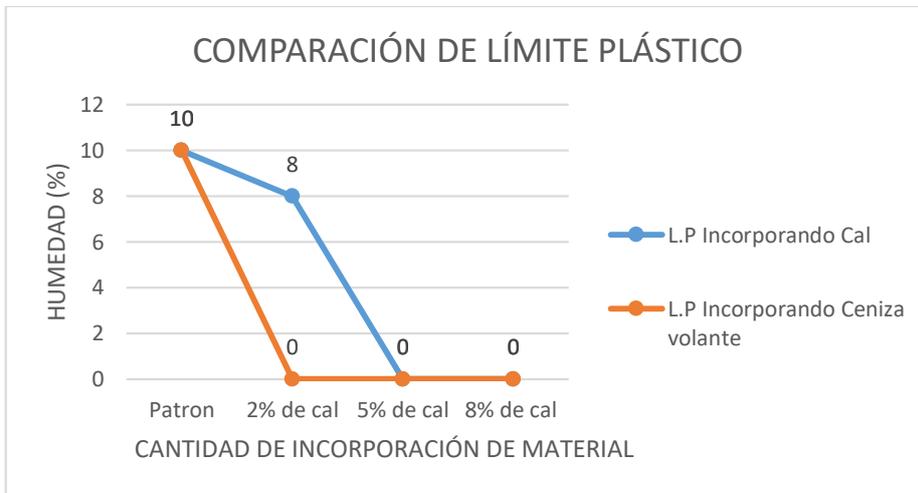
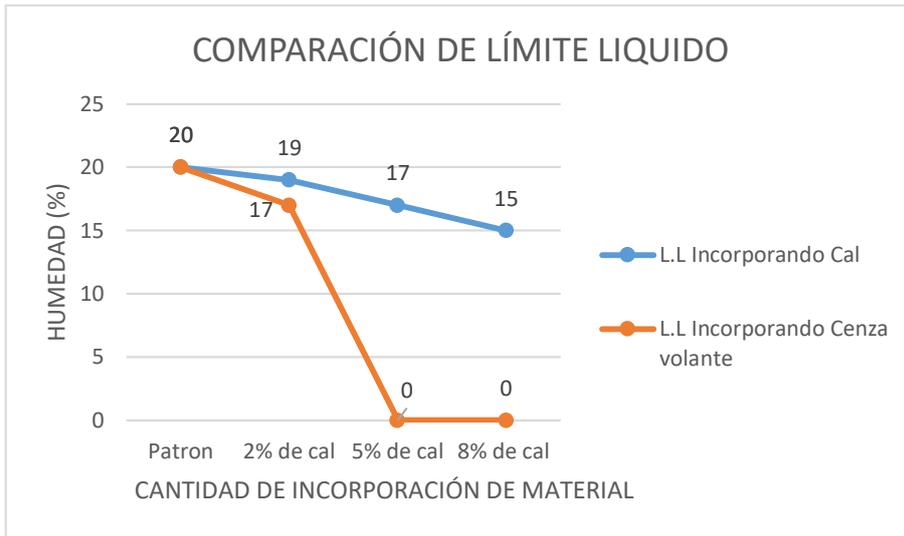
MATERIAL/MEZCLA	LIMITES DE CONSISTENCIA		
	L.L	L.P	I.P
Patrón	20	10	10
2% de cal	19	8	10
5% de cal	17	0	0
8% de cal	15	0	0



MATERIAL/MEZCLA	LIMITES DE CONSISTENCIA		
	L.L	L.P	I.P
Patron	20	10	10
2% de ceniza volante	17	0	0
5% de ceniza volante	0	0	0
8% de ceniza volante	0	0	0

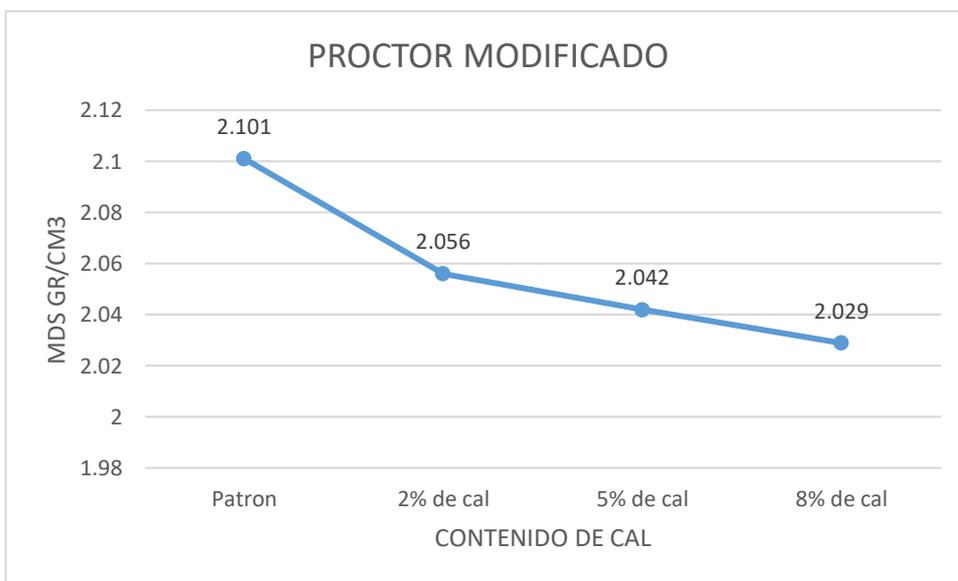


COMPARACIÓN ENTRE CAL Y CENIZA VOLANTE

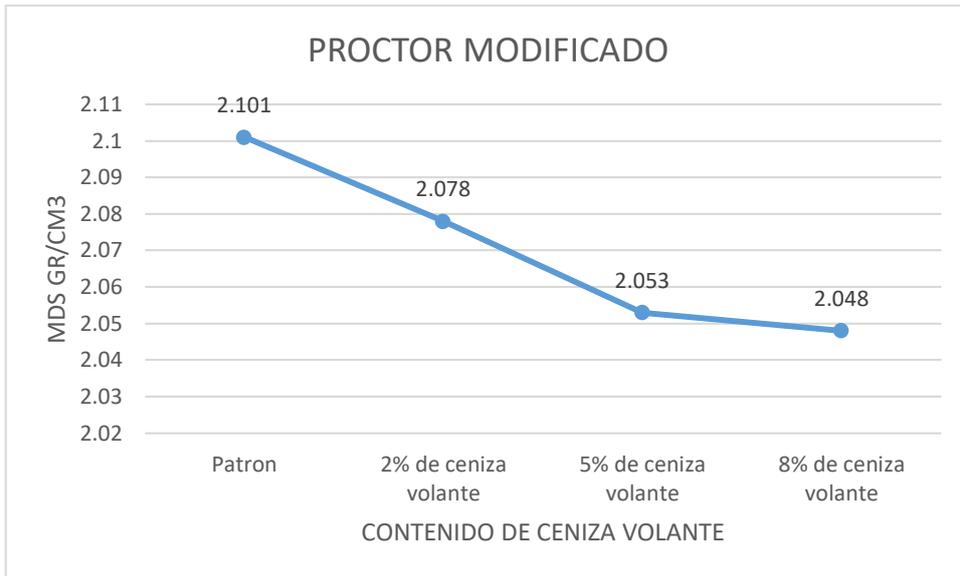


PROCTOR MODIFICADO

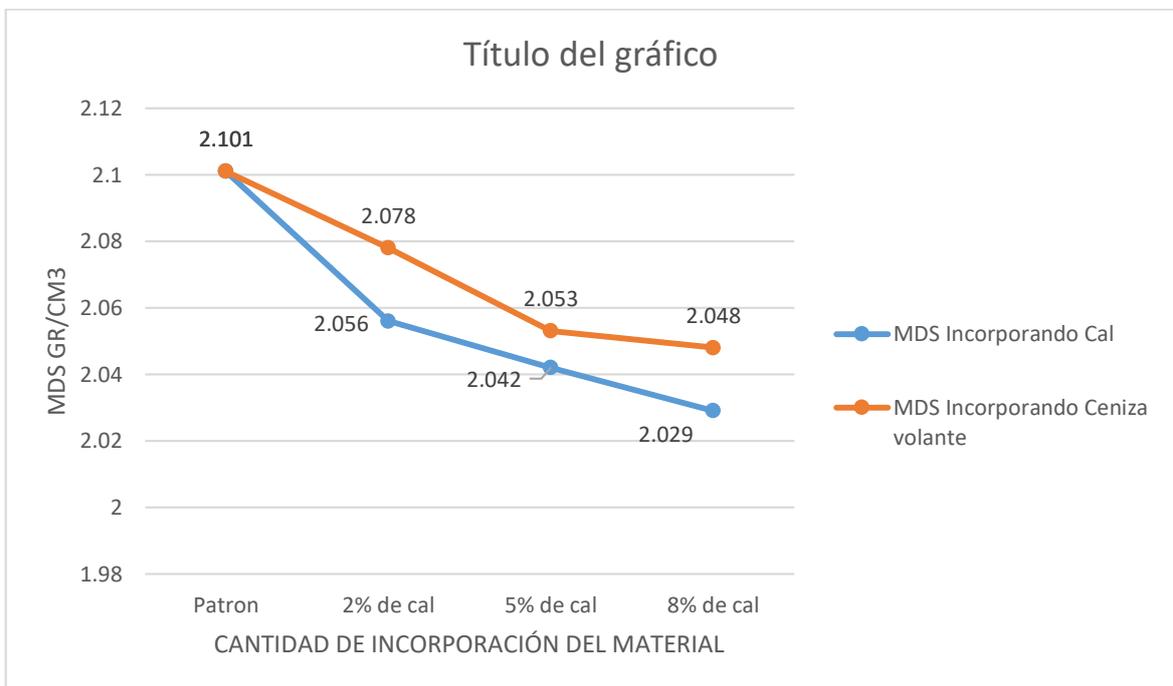
MATERIAL/MEZCLA	PROCTOR MODIFICADO	
	Optimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
S	9.2	2.101
S + 2% de cal	10.1	2.056
S + 5% de cal	10.5	2.042
S + 8% de cal	10.8	2.029



MATERIAL/MEZCLA	PROCTOR MODIFICADO	
	Optimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
S	9.2	2.101
S + 2% de ceniza volante	10.8	2.078
S + 5% de ceniza volante	11.2	2.053
S + 8% de ceniza volante	11.9	2.048

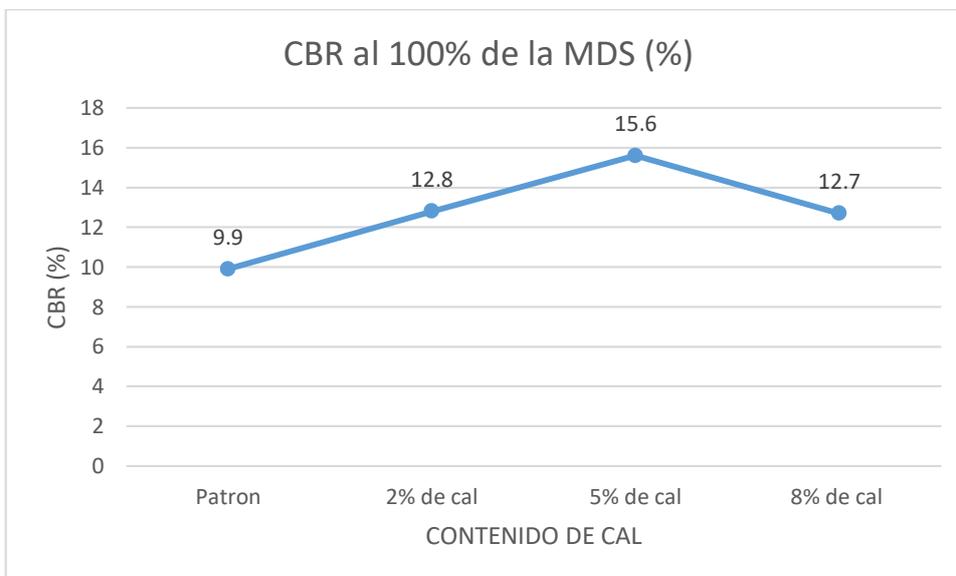


COMPARACIÓN ENTRE CAL Y CENIZA VOLANTE

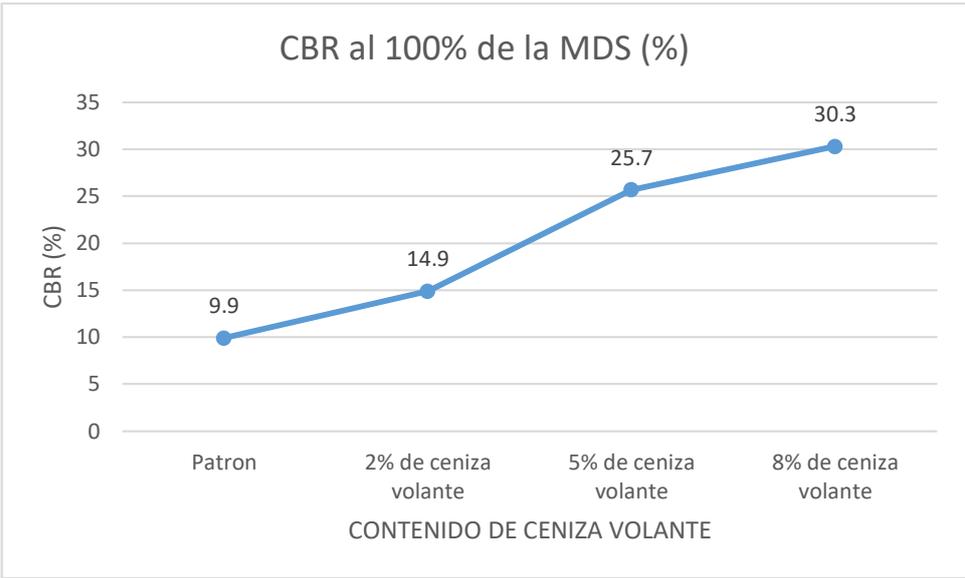


CBR

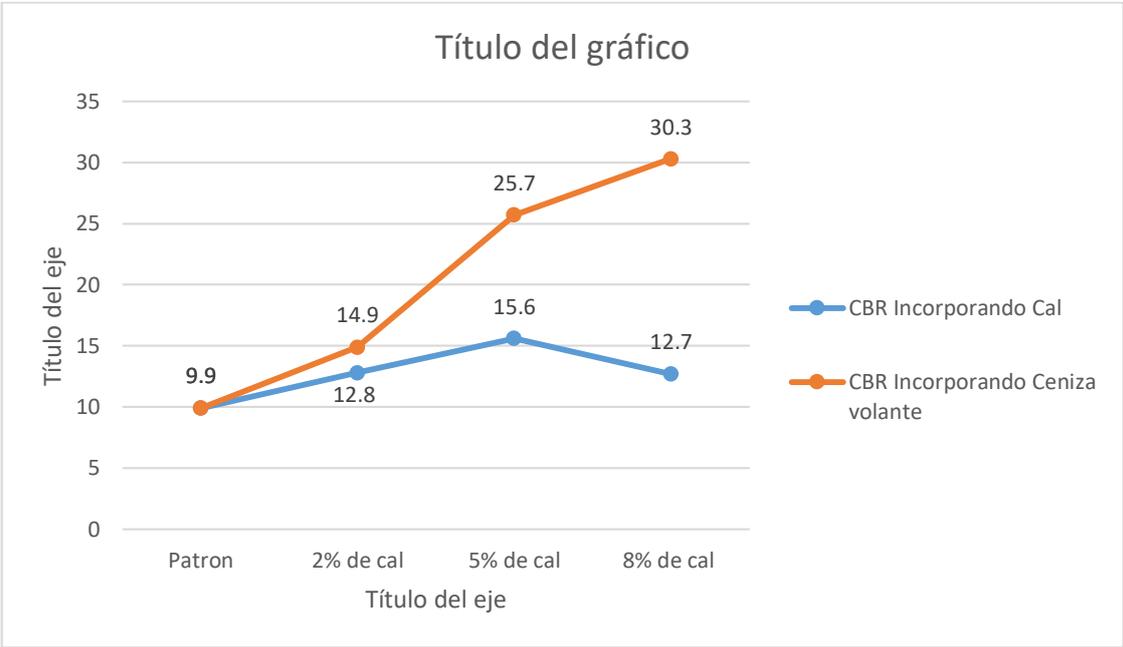
MATERIAL/MEZCLA	Símbolo	CBR al 100% de la MDS (%)
Suelo	S	9.9
Mezcla N° 1	S + 2% de cal	12.8
Mezcla N° 2	S + 5% de cal	15.6
Mezcla N° 3	S + 8% de cal	12.7



MATERIAL/MEZCLA	Símbolo	CBR al 100% de la MDS (%)
Suelo	S	9.9
Mezcla N° 1	S + 2% de ceniza volante	14.9
Mezcla N° 2	S + 5% de ceniza volante	25.7
Mezcla N° 3	S + 8% de ceniza volante	30.3



COMPARACIÓN ENTRE CAL Y CENIZA VOLANTE

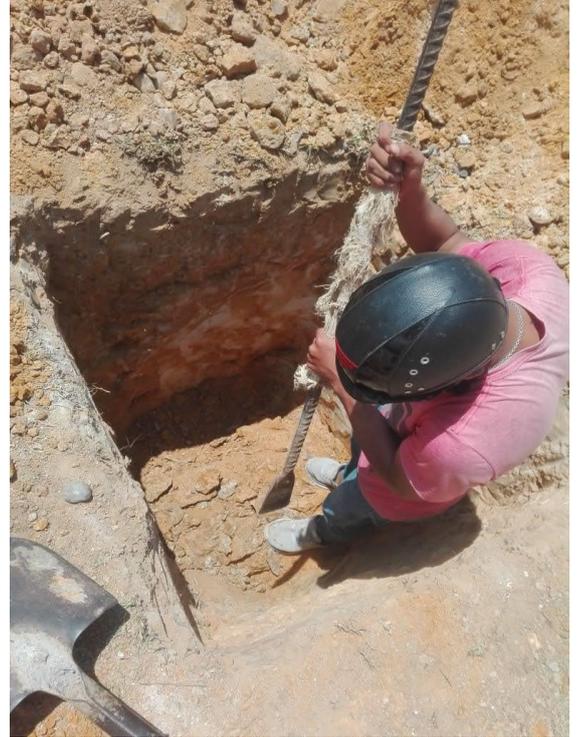


ANEXO 6. Panel fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1 Trazo para realización de calicata



Fotografía 2 Excavación de la calicata



Fotografía 3 Comprobación de ancho de calicata



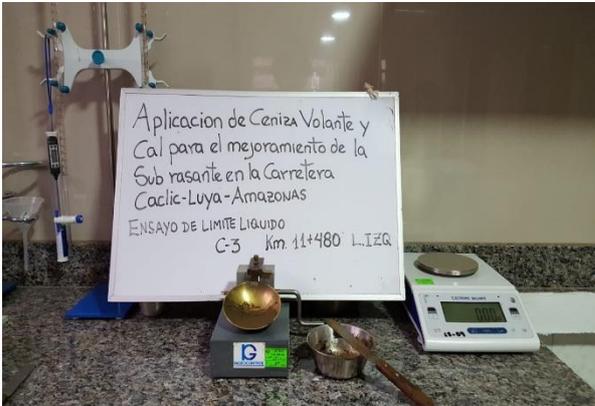
Fotografía 4 Comprobación de profundidad de calicata



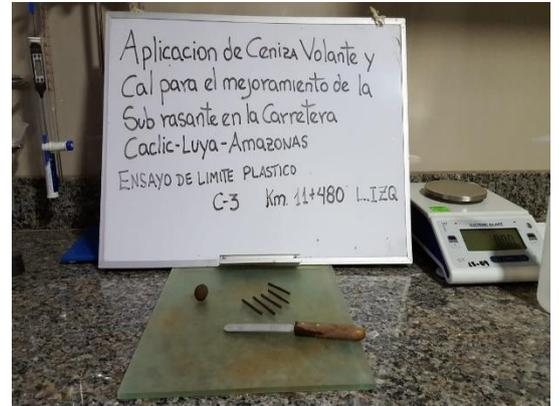
Fotografía 5 Material para ensayo de Granulometría



Fotografía 6 cuarteo del material para su clasificación



Fotografía 7 Ensayo de Limite Líquido



Fotografía 8 Ensayo de Limite Plástico



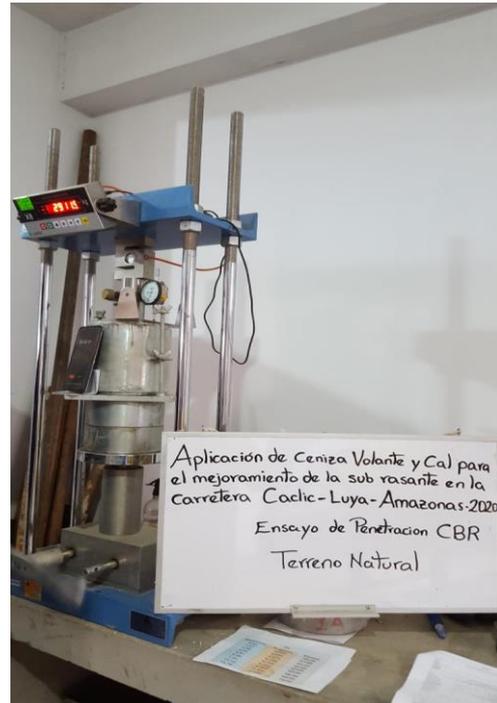
Fotografía 9 Ensayo de Proctor Modificado



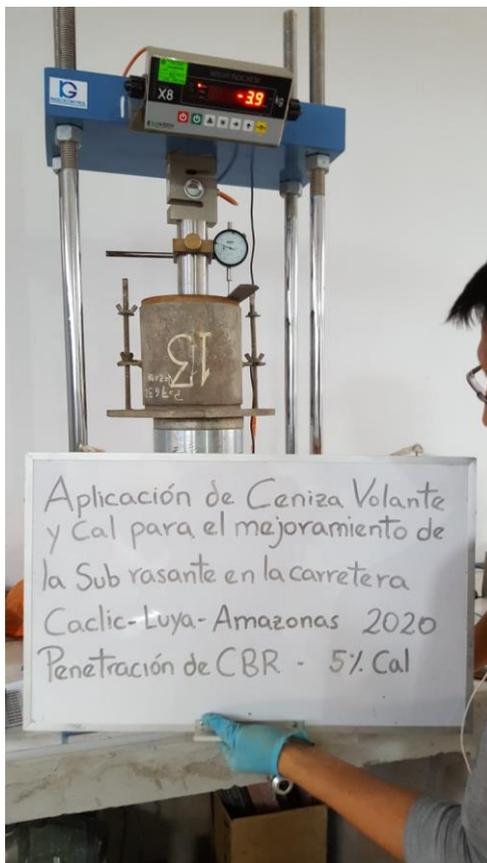
Fotografía 10 Ensayo de Proctor Modificado



Fotografía 5 Ensayo de CBR terreno natural



Fotografía 6 Ensayo de CBR en terreno natural



Fotografía 5 Ensayo de CBR terreno natural + 5% de cal



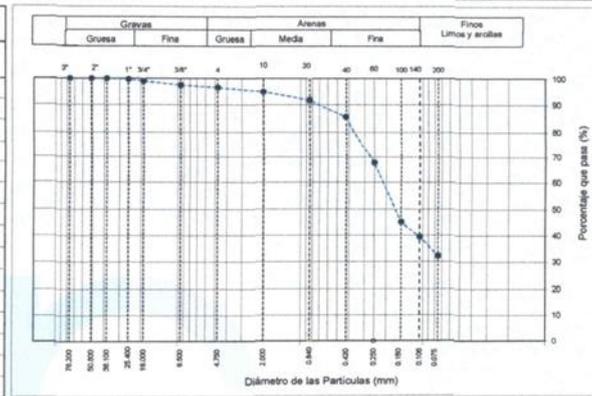
Fotografía 5 Ensayo de CBR terreno natural + 5% de ceniza volante

ANEXO 7. Certificados de Laboratorio

	INFORME		Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-06-2018
			Página	1 de 1

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclio-Luya	Registro N°:	IGC20-LEM-297-01
Solicitante	: Kitty Bardeles	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Kitty Bardeles	Ensayado por :	L. Mejías
Ubicación de Proyecto	: Caclio-Luya-Amazonas.	Fecha de Ensayo:	3/10/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Duomo
Tramo	: Lado izquierdo	Profundidad:	---
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: K.M. 13+840	Cota:	---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	99.7
3/4"	19.000	99.1
3/8"	9.500	97.5
N° 4	4.750	96.5
N° 10	2.000	94.9
N° 20	0.840	91.8
N° 40	0.425	85.3
N° 60	0.250	67.9
N° 100	0.150	45.1
N° 140	0.106	39.5
N° 200	0.075	32.4



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.3
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Decada al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITE LÍQUIDO	19
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	3.5
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	64.1
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	32.4

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM - Arena limosa, de color marrón beige
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de INGENIOCONTROL



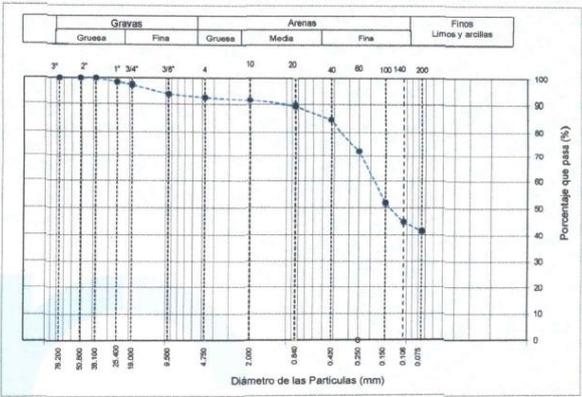
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-G (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caelio-Luya. Registro N°: IGC20-LEM-297-02
 Solicitante : Katty Bardales. Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Katty Bardales. Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Caelio-Luya-Amazonas. Fecha de Ensayo: 2/10/2020
 Material : Terreno natural. Turno: Diurno
 Tramo : Lado Derecho. Profundidad: ---
 Sondaje / Calicata : C-2. Norte: ---
 N° de Muestra : M-1. Este: ---
 Progresiva : K.M. 12+480. Cota: ---

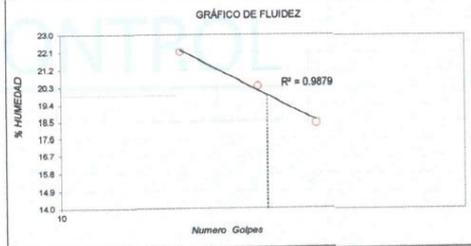
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	98.5
3/4"	19.000	97.5
3/8"	9.500	94.1
N° 4	4.750	92.7
N° 10	2.000	91.8
N° 20	0.840	89.6
N° 40	0.425	84.5
N° 80	0.250	72.0
N° 100	0.150	51.9
N° 140	0.106	44.6
N° 200	0.075	41.5



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.9
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM - Arena limosa, de color beige
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de INGEOCONTROL

LÍMITE LÍQUIDO	20
LÍMITE PLÁSTICO	10
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.3
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-0.3
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	7.3
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	51.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	41.5

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena arcillosa

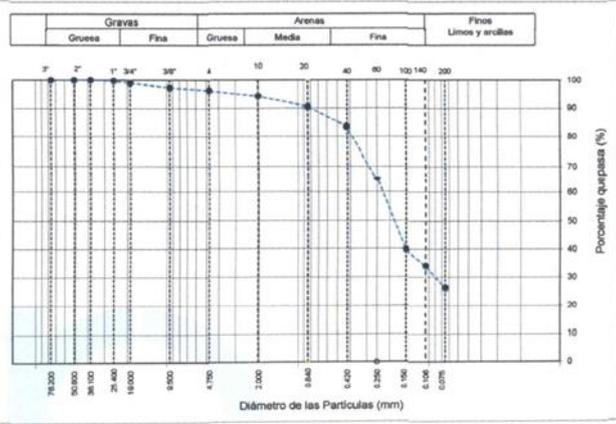
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Cadiç-Luya- Registro N°: IGC20-LEM-297-03
 Solicitante : Kafly Bardales. Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Kafly Bardales. Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Cadiç-Luya-Amazonas. Fecha de Ensayo: 2/10/2020
 Material : Terreno natural. Turno: Diurno

Tramo : --- Profundidad: ---
 Sondaje / Calicata : C-3 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : K.M. 11+480 Cota: ---

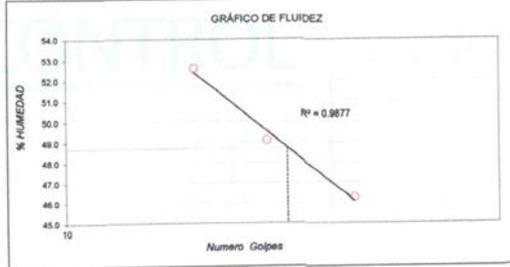
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	99.7
3/4"	19.000	99.0
3/8"	9.500	97.3
N° 4	4.750	96.3
N° 10	2.000	94.4
N° 20	0.840	90.5
N° 40	0.425	83.4
N° 60	0.250	65.2
N° 100	0.150	40.0
N° 140	0.106	34.0
N° 200	0.075	26.2



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.6
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color marrón oscuro
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de INGENCOCONTROL

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	49
LÍMITE PLÁSTICO	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	32
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	0.9
ÍNDICE DE LIQUEDEZ (IL)	0.1
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-7 (6)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena arcillosa

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	3.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	70.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	26.2

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-04
Propietario	: Katy Bardales.	Muestreado por	: J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	6/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Derecho	Profundidad:	---
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: K.M. 13+840	Cola:	---

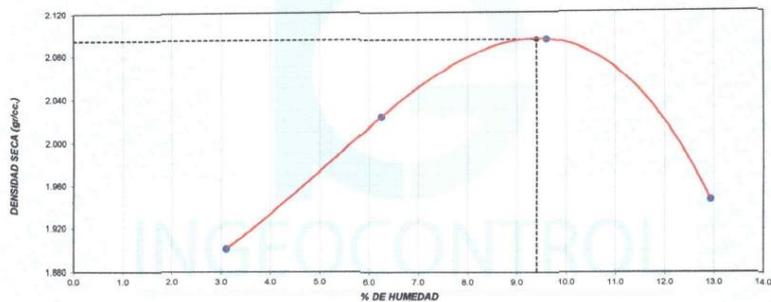
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.960	2.150	2.295	2.198
Contenido de agua	%	3.1	6.3	9.6	12.9
Densidad Seca	gr/cc	1.901	2.023	2.094	1.946

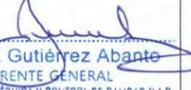
Densidad Máxima Seca:	2.094	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	9.4	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

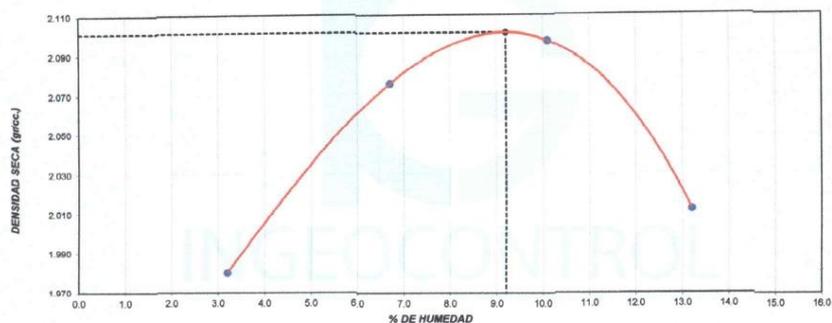
- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3
Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°: IGC20-LEM-297-05		
Propietario : Katty Bardales Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural	Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo : 6/10/2020 Turno : Diurno		
Identificación : Lado Izquierdo Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Progresiva : K.M. 12+480	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---		

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde	2136	cm ³			
Peso Molde	6723	gr.			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
Peso Volumetrico Humedo	gr. 2.043	2.214	2.309	2.278	
Contenido de agua	% 3.2	6.7	10.1	13.2	
Densidad Seca	gr/cc 1.980	2.075	2.097	2.012	
Densidad Máxima Seca:		2.101 gr/cm³	Contenido Humedad Óptima:		9.2 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
-
-

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-08
Propietario	: Katy Bardales.	Muestreado por	: J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	24/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado derecho	Profundidad:	---
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: K.M. 11+480	Cota:	---

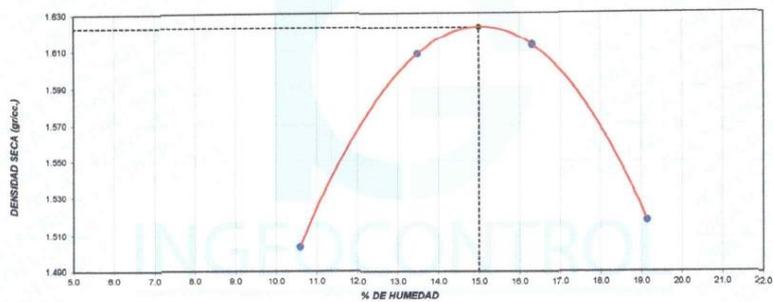
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.663	1.825	1.876	1.809
Contenido de agua	%	10.6	13.5	16.3	19.1
Densidad Seca	gr/cc	1.504	1.608	1.613	1.518

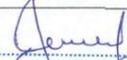
Densidad Máxima Seca:	1.623	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	15.0	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Cacho-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-04
Propietario	Katty Bardales.		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	Lima		Fecha de Ensayo:	10/10/2020
Material	Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	Lado Derecho		Profundidad:	---
Procedencia	C-1		Norte:	---
N° de Muestra	M-1		Este:	---
Progresiva	K.M. 13+840		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

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

Molde N°	1		11		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	13,053		13,145		12,438	
Peso molde (gr.)	8,186		8,507		8,089	
Peso suelo compactado (gr.)	4,877		4,638		4,349	
Volumen del molde (cm³)	2,140		2,135		2,119	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,279		2,172		2,052	
Densidad Seca (gr./cm³)	2,087		1,984		1,878	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	152.0	160.2	147.9
Tara + suelo húmedo (gr.)	512.6	534.7	548.4
Tara + suelo seco (gr.)	482.2	502.2	514.3
Peso de agua (gr.)	30.4	32.5	34.1
Peso de suelo seco (gr.)	330.2	342.0	366.4
Humedad (%)	9.2	9.5	9.3

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
10-Oct	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
11-Oct	14:00	24	1	0.03	0.02	1	0.03	0.02	3	0.06	0.07
12-Oct	14:00	48	3	0.08	0.07	3	0.08	0.07	7	0.16	0.15
13-Oct	14:00	72	5	0.13	0.11	7	0.16	0.15	9	0.23	0.20
14-Oct	14:00	96	8	0.20	0.17	10	0.25	0.22	13	0.33	0.28

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 11				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		51	2.5			50	2.5			20	1.0		
0.050		107	5.3			93	4.6			52	2.6		
0.075		139	6.9			119	5.9			73	3.6		
0.100	70.307	164	8.1	8.1	11.5	141	7.0	6.9	9.7	85	4.2	4.3	6.0
0.150		197	9.8			171	8.4			104	5.1		
0.200	105.460	230	11.4	11.6	11.0	195	9.7	9.6	9.3	118	5.8	5.8	8.8
0.300		293	14.5			238	11.8			139	6.9		
0.400		332	16.5			271	13.4			158	7.8		
0.500		374	18.5			313	15.5			172	8.5		

OBSERVACIONES:

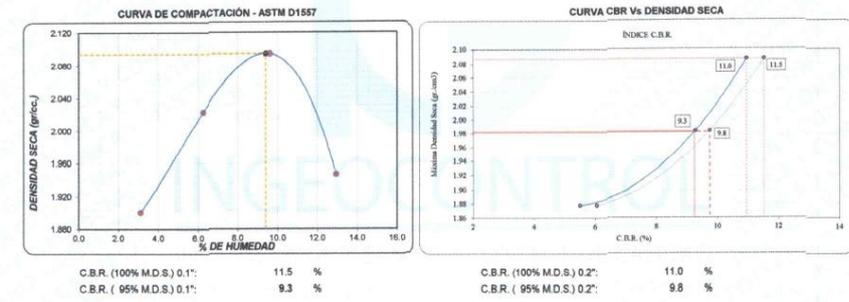
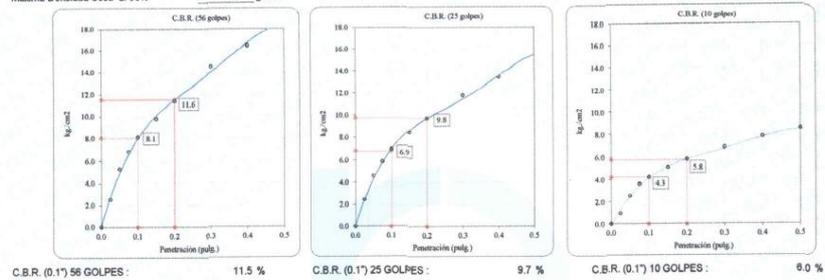
- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

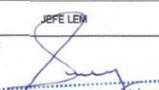
	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Cacico-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-04
Propietario	: Katy Bardales.		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgár
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	10/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Duomo
Identificación	: Lado Derecho		Profundidad:	---
Procedencia	: C-1		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: K.M. 13+840		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca 2.094 gr/cm³ Optimo Contenido de Humedad 9.4 %
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.989 gr/cm³



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENECONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENECONTROL.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-05
Propietario	: Katy Bardales		Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	10/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diuño
Identificación	: Lado Izquierdo		Profundidad:	--- m
Procedencia	: C-2		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	7		1		24	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.848		12.348		12.064	
Peso molde (gr.)	8.026		7.784		7.702	
Peso suelo compactado (gr.)	4.822		4.564		4.322	
Volumen del molde (cm³)	2.123		2.115		2.133	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.271		2.158		2.026	
Densidad Seca (gr./cm³)	2.078		1.980		1.852	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	157.0		158.0		149.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	487.0		453.0		512.0	
Tara + suelo seco (gr.)	458.9		428.7		480.3	
Peso de agua (gr.)	28.1		24.3		31.2	
Peso de suelo seco (gr.)	301.9		270.7		331.8	
Humedad (%)	9.3		9.0		9.4	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
10-oct	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
11-oct	14:00	24	3	0.06	0.05	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15
12-oct	14:00	48	7	0.18	0.11	8	0.20	0.17	11	0.28	0.24
13-oct	14:00	72	9	0.23	0.14	11	0.28	0.24	16	0.41	0.35
14-oct	14:00	96	13	0.33	0.20	17	0.43	0.37	21	0.53	0.46

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 7				Molde N° 1				Molde N° 24			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		46	2.3			45	2.2			18	0.9		
0.050		97	4.8			85	4.2			47	2.3		
0.075		126	6.2			108	5.3			66	3.3		
0.100	70.307	149	7.4	7.3	10.4	128	6.3	6.3	9.0	78	3.8	3.9	5.8
0.150		179	8.9			155	7.7			94	4.7		
0.200	105.400	209	10.3	10.4	9.9	176	8.8	8.8	8.3	107	5.3	5.3	5.0
0.300		266	13.2			216	10.7			126	6.2		
0.400		302	15.0			246	12.2			143	7.1		
0.500		340	16.8			284	14.1			158	7.7		

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---

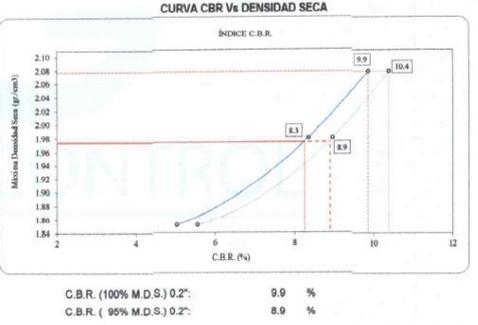
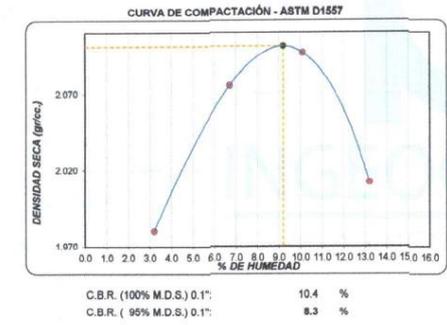
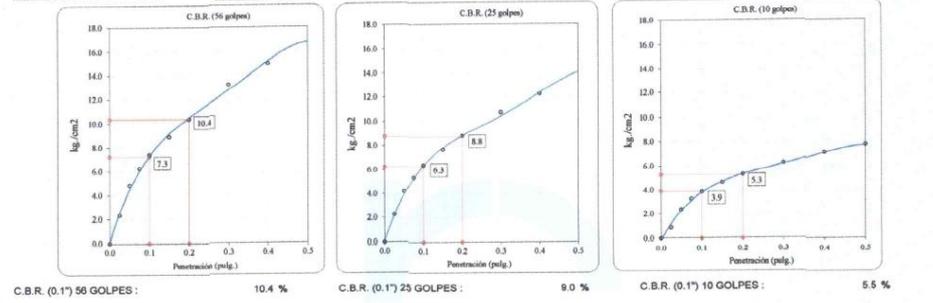
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020. Propietario : Katy Bardales Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural	Registro N°: IGC20-LEM-297-05 Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 10/10/2020 Turno: Diurno
Identificación : Lado Izquierdo Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Progresiva : K.M. 12+480	Profundidad: --- m Norte: --- Este: --- Cota: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 2.101 gr/cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 9.2 %
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.998 gr/cm³



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENIOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abadto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

 INGEOCONTROL <small>INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caelic-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-06
Propietario	: Katy Bardales.		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	R. Layva
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	28/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado derecho		Profundidad:	---
Procedencia	: C-3		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: K.M. 11+480		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1683**

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

Molde N°	24		5		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	58		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	10.920		11.942		11.828	
Peso molde (gr.)	7.952		8.170		8.186	
Peso suelo compactado (gr.)	3.868		3.772		3.842	
Volumen del molde (cm³)	2.099		2.123		2.140	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.843		1.777		1.702	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.604		1.541		1.471	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	148.0		157.0		161.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	531.4		554.6		548.2	
Tara + suelo seco (gr.)	481.7		501.8		495.7	
Peso de agua (gr.)	49.7		52.8		52.5	
Peso de suelo seco (gr.)	333.7		344.8		334.7	
Humedad (%)	14.9		15.3		15.7	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 24				Molde N° 5				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		80	3.0			55	2.7			20	1.0		
0.050		120	5.9			101	5.0			53	2.6		
0.075		157	7.8			128	6.4			74	3.7		
0.100	70.307	197	9.8	9.3	13.2	152	7.5	7.7	11.0	87	4.3	4.4	6.3
0.150		224	11.1			185	9.1			106	5.2		
0.200	105.480	254	12.6	12.9	12.2	211	10.4	10.5	10.0	121	6.0	5.9	5.8
0.300		326	16.1			257	12.7			142	7.0		
0.400		367	18.2			292	14.5			162	8.0		
0.500		441	21.8			338	16.7			176	8.7		

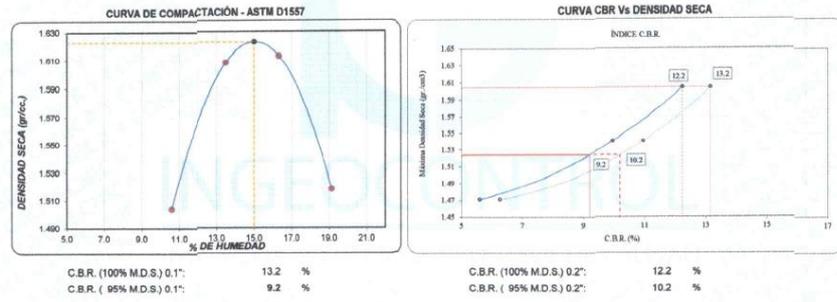
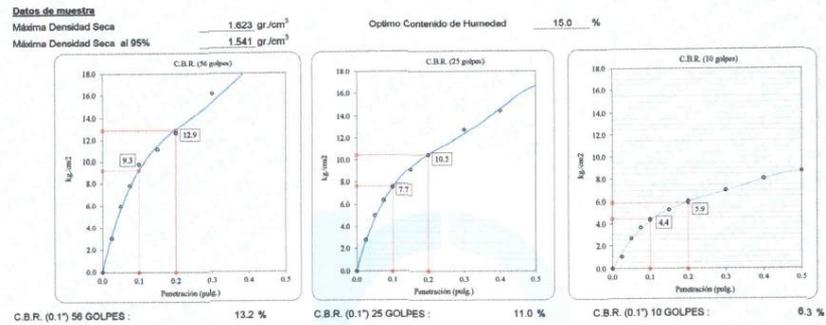
OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

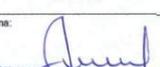
	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclico-Luya-Amazonas 2020. Propietario : Katty Bardales. Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural	Registro N° : IGC20-LEM-297-06 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : R. Leyva Fecha de Ensayo : 28/10/2020 Turno : Diurno
Identificación : Lado derecho Procedencia : C-3 NP de Muestra : M-1 Progresiva : K.M. 11+480	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

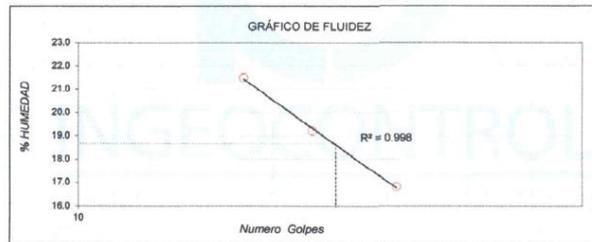
	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclic-Luya- Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-13
Solicitante	: Katy Bardales.	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Katy Bardales.	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Caclic-Luya-Amazonas.	Fecha de Ensayo:	19/10/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Duño
Identificación	: Lado Izquierdo		
Sondaje / Calicata	: C-2		
Adición	: 2% CAL		
Progresiva	: K.M. 12+480		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>		Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
DESCRIPCION	1	2	3	DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente	1	5	2	Nro. de Recipiente	15	21
Peso de Recipiente	10.23	10.58	11.05	Peso de Recipiente	10.28	11.84
Peso Recipiente + Suelo Humedo	39.12	36.84	37.51	Peso Recipiente + Suelo Humedo	18.11	18.10
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	34.01	32.61	33.70	Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	17.52	17.61
Contenido de Humedad %	21.50	19.20	16.80	Contenido de Humedad %	8.15	8.49
N° De Golpes	18	23	31	Cantidad mínima requerida 6g	¡Cumple!	¡Cumple!

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
Método de secado Horno Ambiente



DESCRIPCION	
LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	8
INDICE DE PLASTICIDAD	10

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclico-Luya- Amazonas 2020. Registro N°: IGC20-LEM-297-14
 Solicitante : Katy Bardales. Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Katy Bardales. Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Caclico-Luya-Amazonas. Fecha de Ensayo: 22/10/2020
 Material : Terreno natural. Turno: Diurno

Identificación : Lado Izquierdo
 Sondaje / Calicata : C-2
 Adición : 5% CAL
 Progresiva : K.M. 12+480

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO

Método de ensayo Multipunto Unipunto

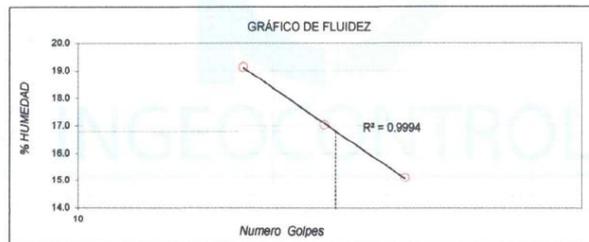
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente	2	7	12
Peso de Recipiente	11.05	12.43	10.45
Peso Recipiente + Suelo Humedo	41.02	37.61	35.12
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	36.21	33.95	31.88
Contenido de Humedad %	19.13	17.03	16.10
N° De Golpes	18	24	32

LÍMITE PLÁSTICO

Método de secado Horno Ambiente

DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente		
Peso de Recipiente		
Peso Recipiente + Suelo Humedo		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		
Contenido de Humedad %		
Cantidad mínima requerida 6g		

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



DESCRIPCION	
LIMITE LIQUIDO	17
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
 	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685 3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com/ informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclic-Luya- Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-15
Solicitante	: Katty Bardales.	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Katty Bardales.	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Caclic-Luya-Amazonas.	Fecha de Ensayo:	20/10/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno

Identificación	: Lado Izquierdo
Sondaje / Calicata	: C-2
Adición	: 8% CAL
Progresiva	: K.M. 12+480

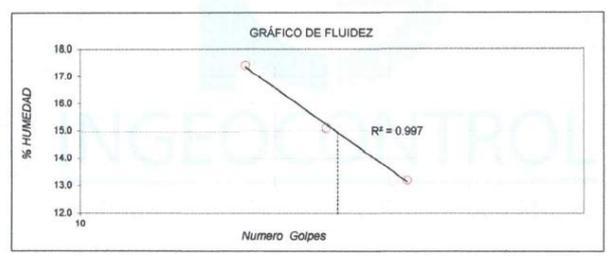
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>		Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>

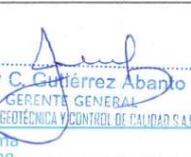
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente	6	21	19
Peso de Recipiente	10.12	10.34	10.74
Peso Recipiente + Suelo Humedo	36.48	35.74	37.11
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	32.57	32.41	34.03
Contenido de Humedad %	17.40	15.10	13.20
N° De Golpes	18	24	32

DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente		
Peso de Recipiente		
Peso Recipiente + Suelo Humedo		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		
Contenido de Humedad %		
Cantidad mínima requerida 6g		

Método de preparación	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	110±5°C	Ambiente <input type="checkbox"/>
Método de secado	Horno <input type="checkbox"/>		Ambiente <input type="checkbox"/>



DESCRIPCION	
LIMITE LIQUIDO	15
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caelio-Luya- Amazonas 2020. Registro N°: IGC20-LEM-297-16
 Solicitante : Katy Bardales. Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Katy Bardales. Ensayado por : L. Malgar
 Ubicación de Proyecto : Caelio-Luya-Amazonas. Fecha de Ensayo: 23/10/2020
 Material : Terreno natural. Turno: Diurno

Identificación : Lado Izquierdo
 Sondaje / Calicata : C-2
 Adición : 2% CENIZA
 Progresiva : K.M. 12+480

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LIQUIDO

Método de ensayo Multipunto Unipunto

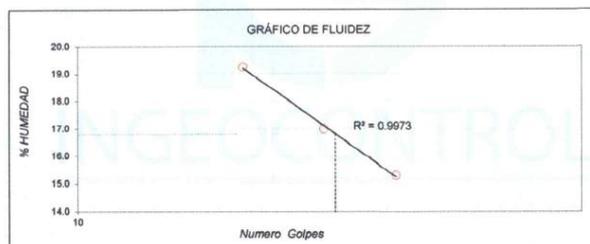
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente	4	1	8
Peso de Recipiente	11.02	10.31	10.79
Peso Recipiente + Suelo Humedo	37.22	36.21	35.13
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	32.99	32.45	31.90
Contenido de Humedad %	19.25	16.98	15.30
N° De Golpes	18	24	31

LÍMITE PLÁSTICO

Método de secado Horno Ambiente

DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente		
Peso de Recipiente		
Peso Recipiente + Suelo Humedo		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		
Contenido de Humedad %		
Cantidad mínima requerida 6g		

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



DESCRIPCION	
LIMITE LIQUIDO	17
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Zanchi Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685 3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 188
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-08-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Cacho-Luya- Amazonas 2020.
Solicitante : Katy Bardales.
Cliente : Katy Bardales.
Ubicación de Proyecto : Cacho-Luya-Amazonas.
Material : Terreno natural.

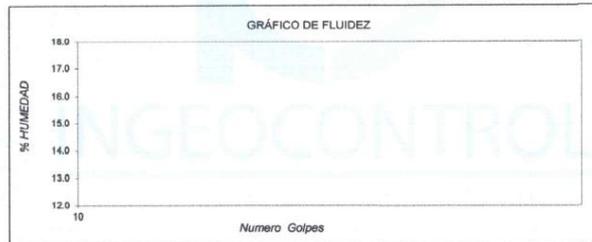
Registro N°: IGC20-LEM-297-17
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : L. Melger
Fecha de Ensayo: 28/10/2020
Turno: Diurno

Identificación : Lado Izquierdo
Sondaje / Calicata : C-2
Acción : 5% CENIZA
Progresiva : K.M. 12+480

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			
Método de ensayo		Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>	Método de secado		Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
DESCRIPCION	1	2	3	DESCRIPCION	1	2	
Nro. de Recipiente				Nro. de Recipiente			
Peso de Recipiente				Peso de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo				Peso Recipiente + Suelo Humedo			
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)				Peso Recipiente + Suelo Seco (B)			
Contenido de Humedad %				Contenido de Humedad %			
Nº De Golpes				Cantidad mínima requerida 6g			

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



DESCRIPCION	
LIMITE LIQUIDO	N.P
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de subrasante de la carretera Caclico-Luya- Amazonas 2020.
 Solicitante : Katy Bardales.
 Cliente : Katy Bardales.
 Ubicación de Proyecto : Caclico-Luya-Amazonas.
 Material : Terreno natural

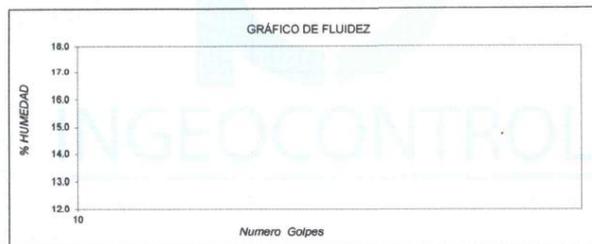
Registro N°: IGC20-LEM-287-18
 Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : L. Melgar
 Fecha de Ensayo : 27/10/2020
 Turno : Diurno

Identificación : Lado Izquierdo
 Sondaje / Calicata : C-2
 Adición : 8% CENIZA
 Progresiva : K.M. 12+480

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>		Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
DESCRIPCION	1	2	3	DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente				Nro. de Recipiente		
Peso de Recipiente				Peso de Recipiente		
Peso Recipiente + Suelo Humedo				Peso Recipiente + Suelo Humedo		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)				Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		
Contenido de Humedad %				Contenido de Humedad %		
N° De Golpes				Cantidad mínima requerida 6g		

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



DESCRIPCION	
LIMITE LIQUIDO	N.P
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERIA DE TECNICIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abando GERENTE GENERAL INGENIERIA DE TECNICIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685 3852 Cel.: 924 513 299 / 924 140 819 / 946 545 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



INFORME	Código	AE-FO-15
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-07
Propietario	: Katty Bardales	Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	19/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado izquierdo	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
Adición	: 2% CAL	Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---

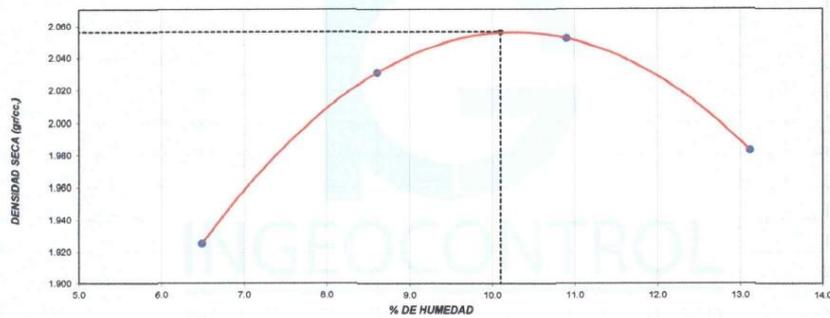
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr. 2.050	2.206	2.276	2.243
Contenido de agua	% 6.5	8.6	10.9	13.1
Densidad Seca	gr/cc 1.925	2.031	2.052	1.983

Densidad Máxima Seca:	2.056	gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	10.1 %
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	--------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



- OBSERVACIONES:**
- * Muestra ensayada por personal de INGENEOCONTROL
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL
 - * ---
 - * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.	Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-08
Propietario	: Katty Bardales		Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo :	22/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo	Profundidad:	---	
Procedencia	: C-2	Norte:	---	
Adición	: 5% CAL	Este:	---	
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---	

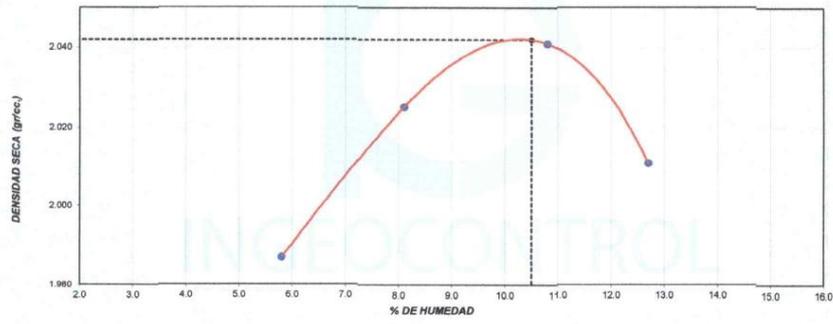
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr. 2.102	2.189	2.261	2.266
Contenido de agua	% 5.8	8.1	10.8	12.7
Densidad Seca	gr/cc 1.987	2.025	2.041	2.011

Densidad Máxima Seca:	2.042	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	10.5 %
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENCOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020. Propietario : Katty Bardales Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural	Registro N° : IGC20-LEM-297-09 Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Meigar Fecha de Ensayo : 19/10/2020 Turno : Diurno
Identificación : Lado Izquierdo Procedencia : C-2 Adición : 8% CAL Progresiva : K.M. 12+480	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---

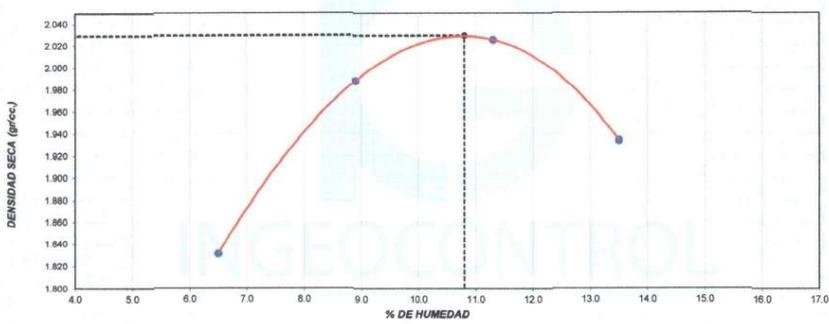
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr. 1.950	2.165	2.254	2.195
Contenido de agua	% 6.5	8.9	11.3	13.5
Densidad Seca	gr/cc 1.831	1.988	2.025	1.934

Densidad Máxima Seca:	2.029	gr/cm ³	Contenido Humedad Óptima:	10.8 %
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	--------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME	Código	AE-FO-15
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-10
Propietario	: Katy Bardales	Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	21/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado izquierdo	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
Adición	: 2% CENIZA	Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---

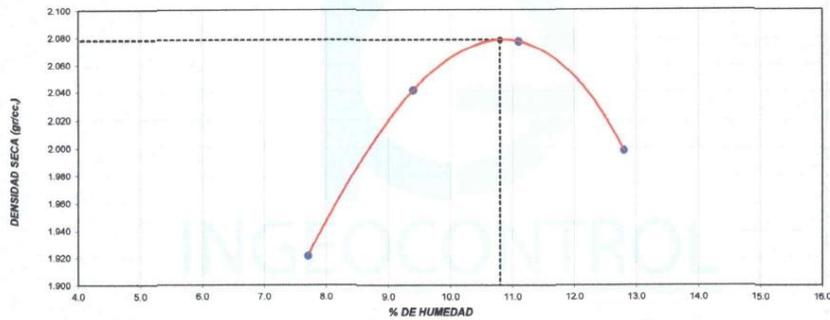
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2130	cm ³
Peso Molde	6725	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.070	2.233	2.308	2.254
Contenido de agua	%	7.7	9.4	11.1	12.8
Densidad Seca	gr/cc	1.922	2.041	2.077	1.998

Densidad Máxima Seca:	2.078	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	10.8 %
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



- OBSERVACIONES:**
- * Muestra ensayada por personal de INGENEOCONTROL
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemi C. Sánchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-11
Propietario	: Katy Bardales		Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	22/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
Adición	: 5% CENIZA		Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480		Cota:	---

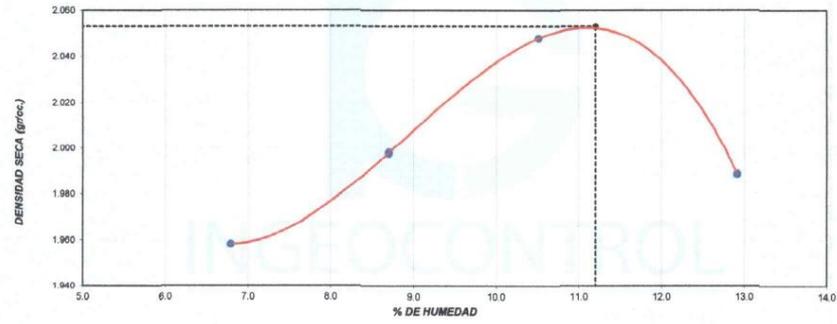
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr. 2.091	2.172	2.263	2.246
Contenido de agua	% 6.8	8.7	10.5	12.9
Densidad Seca	gr/cc 1.958	1.998	2.048	1.989

Densidad Máxima Seca:	2.053	gr/cm³	Contenido Humedad Óptima:	11.2 %
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-12
Propietario	: Katty Bardales	Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Meigar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	19/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
Adición	: 8% CENIZA	Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---

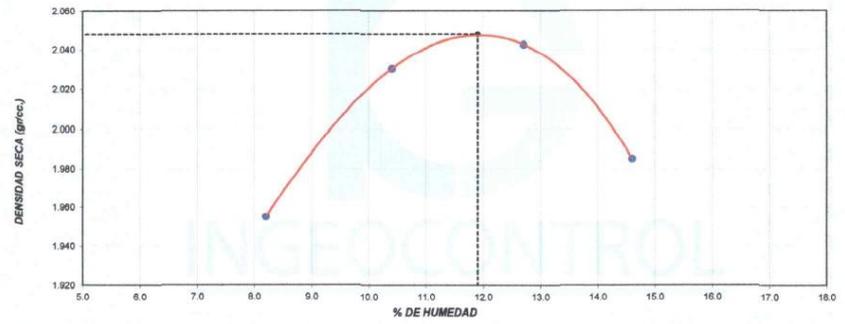
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr. 2.115	2.241	2.302	2.275
Contenido de agua	% 8.2	10.4	12.7	14.6
Densidad Seca	gr/cc 1.955	2.030	2.043	1.985

Densidad Máxima Seca:	2.048	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	11.9 %
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



- OBSERVACIONES:**
- Muestra ensayada por personal de INGENCOCONTROL
 - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL
 - ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Cacic-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-07	
Propietario	: Kitty Bardales	Muestreado por :	Propietario	
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Melgar	
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	23/10/2020	
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno	
Identificación	: Lado Izquierdo	Profundidad:	---	
Procedencia	: C-2	Norte:	---	
Adición	: 2% CAL	Este:	---	
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---	

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Molde N°	1		3		10		1
Número de capas	5		5		5		5
Número de golpes	56		25		10		10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	12.995		12.306		12.049		
Peso molde (gr.)	8.186		7.784		7.762		
Peso suelo compactado (gr.)	4.809		4.522		4.287		
Volumen del molde (cm³)	2.140		2.115		2.133		
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.247		2.138		2.010		
Densidad Seca (gr./cm³)	2.039		1.944		1.830		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)	217.0		164.2		125.4		
Tara + suelo húmedo (gr.)	692.0		712.4		659.4		
Tara + suelo seco (gr.)	648.0		662.6		611.7		
Peso de agua (gr.)	44.0		49.8		47.7		
Peso de suelo seco (gr.)	431.0		498.4		486.3		
Humedad (%)	10.2		10.0		9.8		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-oct	14.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
24-oct	14.00	24	8	0.20	0.17	10	0.25	0.22	9	0.23	0.20
25-oct	14.00	48	15	0.36	0.33	26	0.66	0.57	25	0.64	0.55
26-oct	14.00	72	21	0.53	0.46	43	1.09	0.94	46	1.17	1.00
27-oct	14.00	96	32	0.81	0.70	54	1.37	1.18	78	1.98	1.70

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 3				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		50	2.5			40	2.0			24	1.2		
0.050		102	5.1			81	4.0			50	2.5		
0.075		142	7.0			113	5.6			69	3.4		
0.100	70.307	171	8.5	8.6	12.2	137	6.8	7.0	10.0	83	4.1	4.5	6.4
0.150		223	11.0			198	9.8			144	7.1		
0.200	105.460	288	14.3	13.5	12.8	232	11.5	11.5	10.9	169	8.4	8.1	7.7
0.300		323	16.0			287	14.2			208	10.3		
0.400		400	19.8			324	16.0			266	13.2		
0.500		467	23.1			364	18.0			301	14.9		

- OBSERVACIONES:**
- * Muestra ensayada por personal de INGENEOCONTROL
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

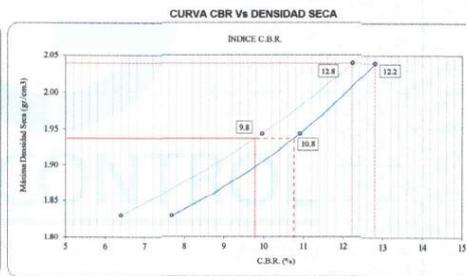
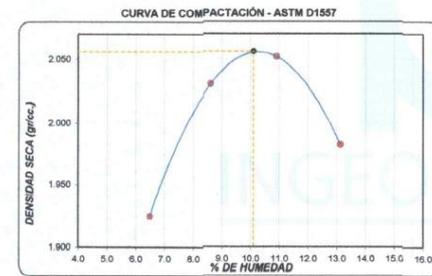
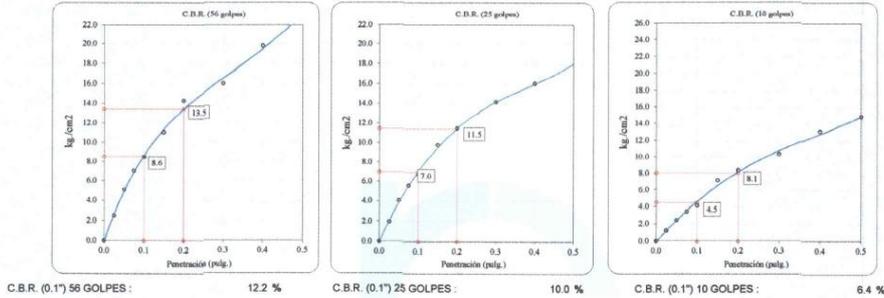
	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-07
Propietario	: Katty Bardales	Muestreado por	: Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo	: 23/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno	: Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo	Profundidad:	: --- m
Procedencia	: C-2	Norte:	: ---
Adición	: 2% CAL	Este:	: ---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 2.056 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.953 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 10.1 %



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGENCOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL
- * ---
- * ---

INGENCOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony E. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-16
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-08
Propietario	: Katty Bardales	Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
Adición	: 5% CAL	Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		3		10	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,995		12,306		12,049	
Peso molde (gr.)	6,186		7,784		7,762	
Peso suelo compactado (gr.)	4,809		4,522		4,287	
Volumen del molde (cm³)	2,140		2,115		2,133	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,247		2,138		2,010	
Densidad Seca (gr./cm³)	2,045		1,942		1,832	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	0.0		0.0		0.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	693.0		643.0		584.0	
Tara + suelo seco (gr.)	630.6		584.0		514.1	
Peso de agua (gr.)	62.2		59.0		49.9	
Peso de suelo seco (gr.)	630.8		584.0		514.1	
Humedad (%)	9.9		10.1		9.7	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26-oct	14.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27-oct	14.00	24	7	0.16	0.15	13	0.33	0.28	16	0.41	0.35
28-oct	14.00	48	12	0.30	0.26	22	0.56	0.48	24	0.61	0.52
29-oct	14.00	72	15	0.38	0.33	25	0.64	0.55	37	0.94	0.81
30-oct	14.00	96	25	0.64	0.55	31	0.79	0.68	42	1.07	0.92

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 3				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		61	3.0			51	2.5			27	1.3		
0.050		125	6.2			104	5.2			69	3.4		
0.075		174	8.6			145	7.2			94	4.7		
0.100	70.307	209	10.4	10.4	14.8	175	8.7	8.5	12.1	112	5.6	5.6	8.0
0.150		273	13.5			228	11.3			163	8.1		
0.200	105.460	352	17.4	16.4	18.6	295	14.6	13.8	13.0	182	9.0	9.2	8.7
0.300		395	19.6			331	16.4			234	11.6		
0.400		489	24.2			409	20.3			276	13.7		
0.500		571	28.3			448	22.2			298	14.8		

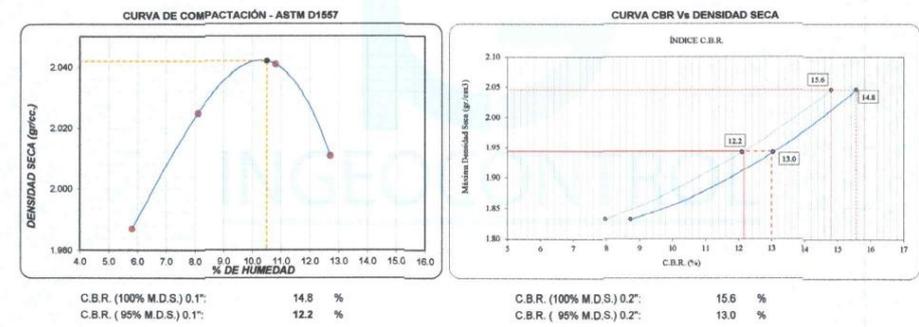
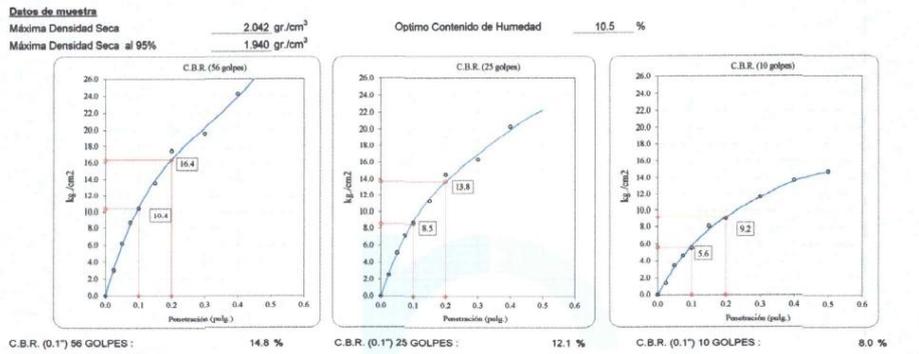
OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL.
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Cacic-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-08
Propietario	: Katy Bardales	Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Meigar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	28/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
Adición	: 5% CAL	Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---
 **

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-09
Propietario	: Katty Bardales		Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	23/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
Adición	: 8% CAL		Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Molde N°	17		8		10		
Número de capas	5		5		5		
Número de golpes	56		25		10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	12.507		12.299		12.083		
Peso molde (gr.)	7.749		7.784		7.762		
Peso suelo compactado (gr.)	4.758		4.515		4.321		
Volumen del molde (cm ³)	2.130		2.115		2.133		
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.234		2.135		2.026		
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.009		1.925		1.825		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)	199.0		210.2		134.8		
Tara + suelo húmedo (gr.)	507.0		734.6		648.2		
Tara + suelo seco (gr.)	476.0		683.1		597.3		
Peso de agua (gr.)	31.0		51.5		50.9		
Peso de suelo seco (gr.)	277.0		472.9		462.5		
Humedad (%)	11.2		10.9		11.0		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-oct	14.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
24-oct	14.00	24	18	0.46	0.39	27	0.69	0.59	19	0.48	0.41
25-oct	14.00	48	39	0.99	0.85	47	1.19	1.03	54	1.37	1.16
26-oct	14.00	72	58	1.47	1.27	68	1.73	1.49	73	1.85	1.59
27-oct	14.00	96	78	1.98	1.70	87	2.21	1.90	96	2.44	2.09

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 17				Molde N° 8				Molde N° 10			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		46	2.3			36	1.8			31	1.5		
0.050		96	4.8			79	3.9			65	3.2		
0.075		133	6.6			105	5.2			91	4.5		
0.100	70.307	159	7.9	8.2	11.7	154	7.6	7.5	10.7	112	5.5	5.8	8.2
0.150		232	11.5			211	10.4			167	8.3		
0.200	105.460	268	13.3	13.4	12.7	246	12.2	12.2	11.6	194	9.6	9.4	8.9
0.300		336	16.6			269	13.3			200	9.9		
0.400		382	18.9			270	13.4			207	10.2		
0.500		429	21.2			281	13.9			210	10.4		

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

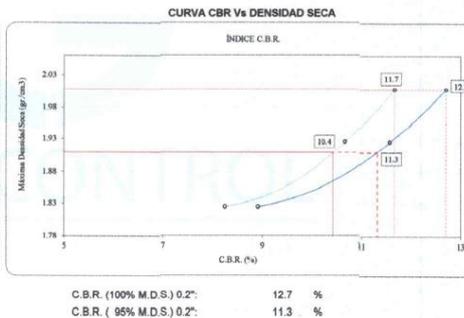
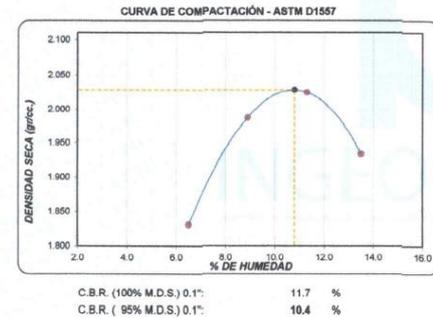
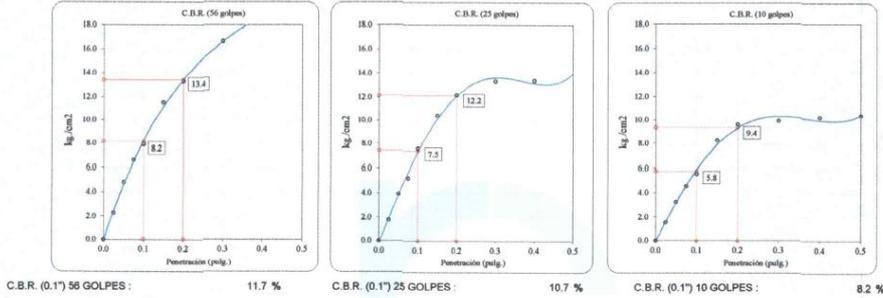
	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020. Propietario : Katty Bardales Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural	Registro N°: IGC20-LEM-297-09 Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 23/10/2020 Turno: Diurno
Identificación : Lado izquierdo Procedencia : C-2 Adición : 8% CAL Progresiva : K.M. 12+480	Profundidad: --- Norte: --- Este: --- Cota: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 2.029 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.928 gr./cm³
 Optimo Contenido de Humedad : 10.8 %



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-10
Propietario	: Katty Bardales	Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo :	25/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
Adición	: 2% CENIZA	Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cola:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Molde N°	3		4		2		
Número de capas	5		5		5		
Número de golpes	56		25		10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	13,088		12,897		12,458		
Peso molde (gr.)	5,185		8,251		8,094		
Peso suelo compactado (gr.)	4,900		4,646		4,364		
Volumen del molde (cm³)	2,149		2,131		2,128		
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,280		2,180		2,054		
Densidad Seca (gr./cm³)	2,061		1,973		1,855		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)	157.0		121.8		134.5		
Tara + suelo húmedo (gr.)	576.0		642.3		612.7		
Tara + suelo seco (gr.)	535.8		592.8		566.5		
Peso de agua (gr.)	40.2		49.5		46.2		
Peso de suelo seco (gr.)	378.8		471.0		432.0		
Humedad (%)	10.6		10.5		10.7		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
25-oct	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26-oct	14:00	24	9	0.23	0.20	16	0.41	0.35	29	0.74	0.63
27-oct	14:00	48	18	0.46	0.39	27	0.69	0.59	41	1.04	0.89
28-oct	14:00	72	23	0.56	0.50	39	0.99	0.85	56	1.42	1.22
29-oct	14:00	96	34	0.86	0.74	51	1.30	1.11	72	1.83	1.57

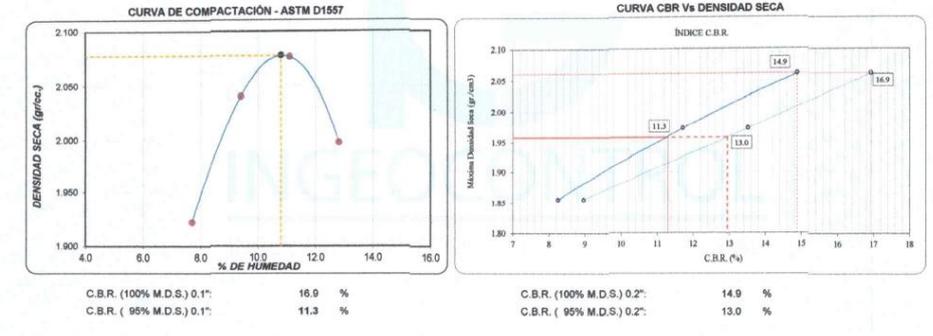
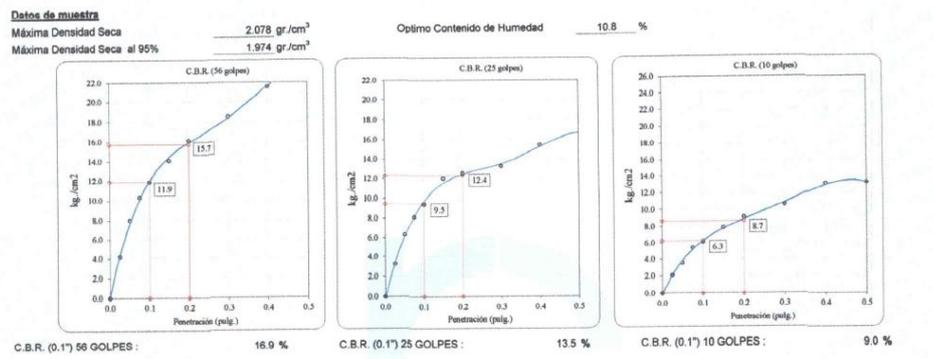
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 3				Molde N° 4				Molde N° 2			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		84	4.2			66	3.3			42	2.1		
0.050		161	8.0			127	6.3			72	3.6		
0.075		208	10.3			164	8.1			109	5.4		
0.100	70.307	239	11.8	11.9	16.9	189	9.3	9.5	13.5	123	6.1	6.3	9.0
0.150		284	14.1			242	12.0			159	7.9		
0.200	105.460	325	16.1	15.7	14.9	252	12.5	12.4	11.7	184	9.1	8.7	8.2
0.300		374	18.5			267	13.2			214	10.6		
0.400		435	21.5			311	15.4			264	13.1		
0.500		469	23.2			335	16.6			268	13.2		

- OBSERVACIONES:**
- * Muestra ensayada por personal de INGENEOCONTROL
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL
 -

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA ELECTRONICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA ELECTRONICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2010
			Página	3 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-10
Propietario	: Katty Bardales		Muestreado por	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	25/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
Adición	: 2% CENIZA		Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
* Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
* ---
* ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-11
Propietario	: Katty Bardales		Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	26/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado izquierdo		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
Adición	: 5% CENIZA		Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		1		10	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,058		12,832		12,791	
Peso molde (gr.)	8,251		8,186		8,336	
Peso suelo compactado (gr.)	4,807		4,646		4,365	
Volumen del molde (cm³)	2,131		2,140		2,135	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,256		2,171		2,044	
Densidad Seca (gr./cm³)	2,032		1,949		1,837	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	105.4		121.3		167.1	
Tara + suelo húmedo (gr.)	524.9		564.3		498.2	
Tara + suelo seco (gr.)	483.3		519.0		464.6	
Peso de agua (gr.)	41.6		45.3		33.6	
Peso de suelo seco (gr.)	377.9		397.7		297.5	
Humedad (%)	11.0		11.4		11.3	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26-oct	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27-oct	14:00	24	4	0.10	0.09	6	0.15	0.13	10	0.25	0.22
28-oct	14:00	48	6	0.15	0.13	9	0.23	0.20	16	0.41	0.35
29-oct	14:00	72	9	0.23	0.20	11	0.28	0.24	19	0.48	0.41
30-oct	14:00	96	11	0.28	0.24	14	0.36	0.31	21	0.53	0.46

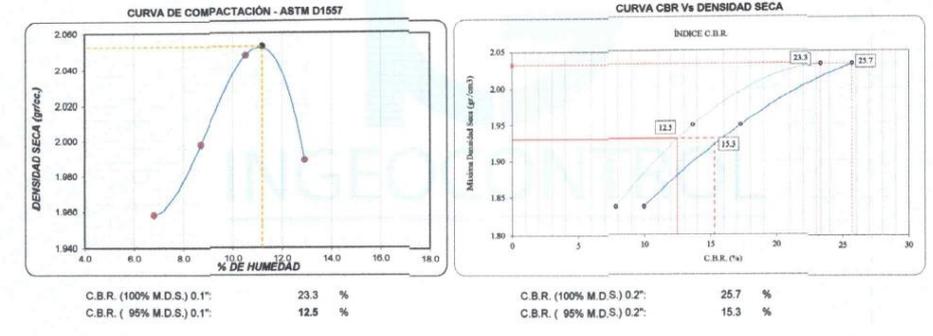
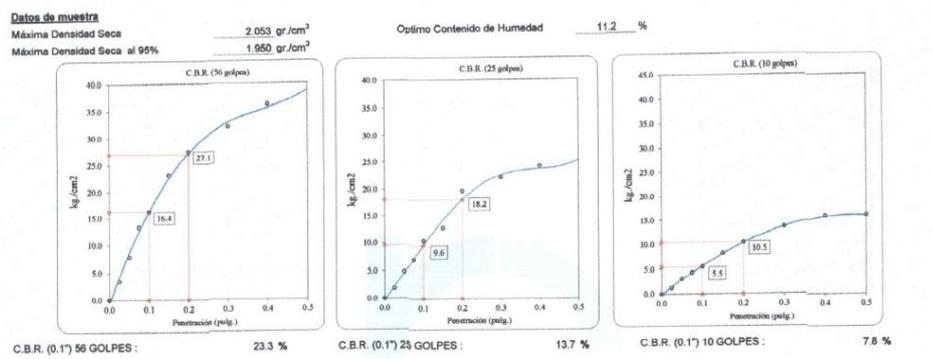
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 1				Molde N° 10			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		65	3.4			37	1.8			24	1.2		
0.050		158	7.8			98	4.9			61	3.0		
0.075		268	13.3			142	7.0			88	4.4		
0.100	70.307	328	16.2	16.4	23.3	210	10.4	9.6	13.7	112	5.5	5.5	7.8
0.150		466	23.1			258	12.8			167	8.3		
0.200	105.460	556	27.5	27.1	25.7	397	19.7	18.2	17.3	211	10.4	10.5	10.0
0.300		648	32.1			446	22.1			276	13.7		
0.400		731	36.2			487	24.1			319	15.8		
0.500		783	38.8			512	25.4			324	16.0		

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez-Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-11
Propietario	: Katy Bardales		Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	26/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
Adición	: 5% CENIZA		Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 3

Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-297-12
Propietario	: Katy Bardales	Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Meigar
Ubicación del Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo :	23/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Lado izquierdo	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
Adición	: 8% CENIZA	Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
	1		2		3	
Molde N°						
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,049		12,720		12,607	
Peso molde (gr.)	8,186		8,094		8,186	
Peso suelo compactado (gr.)	4,863		4,626		4,421	
Volumen del molde (cm³)	2,140		2,125		2,149	
Densidad húmeda (gr/cm³)	2,272		2,177		2,057	
Densidad Seca (gr/cm³)	2,028		1,947		1,835	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	220.0		168.2		134.6	
Tara + suelo húmedo (gr.)	685.0		612.3		596.7	
Tara + suelo seco (gr.)	635.0		565.4		546.8	
Peso de agua (gr.)	50.0		46.9		49.9	
Peso de suelo seco (gr.)	415.0		397.2		412.2	
Humedad (%)	12.0		11.8		12.1	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-oct	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
24-oct	14:00	24	2	0.05	0.04	5	0.13	0.11	3	0.08	0.07
25-oct	14:00	48	5	0.13	0.11	8	0.20	0.17	9	0.23	0.20
26-oct	14:00	72	6	0.15	0.13	11	0.28	0.24	12	0.30	0.26
27-oct	14:00	96	8	0.20	0.17	13	0.33	0.28	16	0.41	0.35

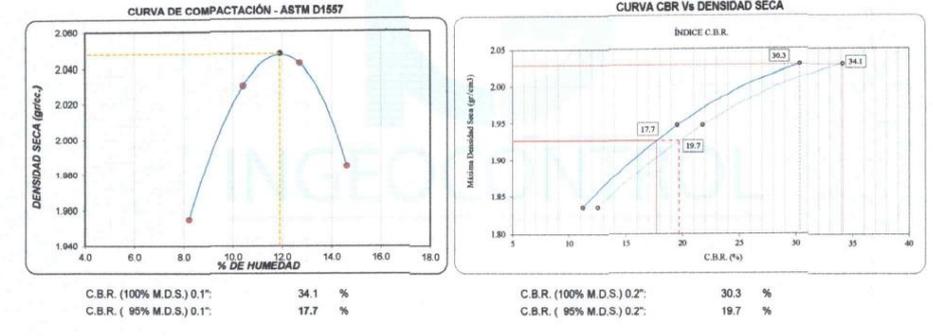
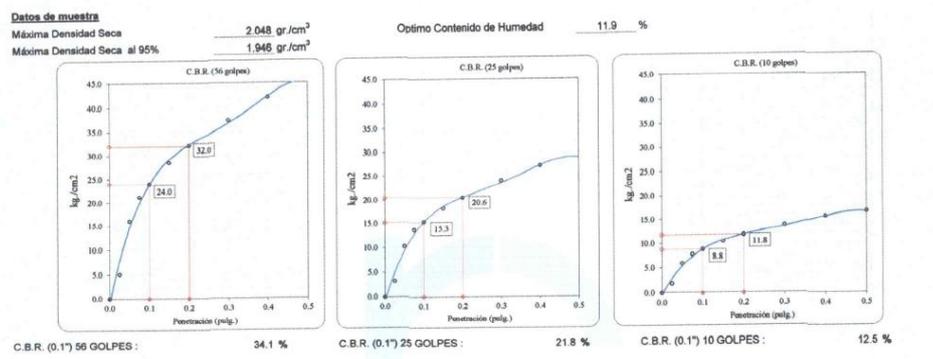
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		101	5.0			65	3.2			37	1.8		
0.050		323	16.0			207	10.2			119	5.9		
0.075		428	21.2			275	13.6			158	7.8		
0.100	70.307	482	23.9	24.0	34.1	309	15.3	15.3	21.8	178	8.8	8.8	12.5
0.150		573	28.4			368	18.2			211	10.4		
0.200	105.460	646	32.0	32.0	30.3	414	20.5	20.6	19.5	238	11.8	11.8	11.2
0.300		754	37.3			484	24.0			278	13.8		
0.400		850	42.1			546	27.0			314	15.5		
0.500		911	45.1			584	28.9			336	16.6		

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3
Proyecto	: Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclio-Luya-Amazonas 2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-297-12
Propietario	: Katy Bardales		Muestreado por :	Propietario
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	23/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: Lado Izquierdo		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
Adición	: 8% CENIZA		Este:	---
Progresiva	: K.M. 12+480		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
* Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
* ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

ANEXO 8. Certificado de calibración



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

*Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

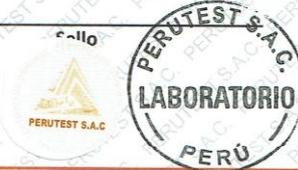
Página 1 de 3

1. Expediente	0386-2020	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	RUMISTONE	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERU	
Identificación	202052-6	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X5	
Número de Serie	215463	
Resolución	1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-03-05	

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2020-03-06

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 **Oficina:** (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe **Web:** www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	72 % HR	72 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 092-19

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 030 - 2020**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	499.4	499.2	499.3	499.3
20	1000	1000.7	1000.6	1000.6	1000.6
30	1500	1500.3	1500.4	1500.7	1500.4
40	2000	2001.8	2002.3	2004.8	2003.1
50	2500	2500.0	2500.0	2500.4	2500.2
60	3000	2999.4	2999.5	2999.8	2999.6
70	3500	3499.5	3499.6	3499.7	3499.6
80	4000	3999.8	3999.9	3999.9	3999.9
90	4500	4499.9	4499.8	4500.1	4500.0
100	5000	4999.5	5000.0	5000.4	4999.9
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.13	0.04	-0.04	0.20	0.36
1000	-0.06	0.01	0.01	0.10	0.34
1500	-0.03	0.03	0.01	0.07	0.34
2000	-0.15	0.15	-0.05	0.05	0.35
2500	-0.01	0.02	-0.02	0.04	0.34
3000	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
3500	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
4000	0.00	0.00	0.00	0.03	0.34
4500	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.34
5000	0.00	0.02	0.01	0.02	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 0386-2020
2. Solicitante INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección MZA. A LOTE: 24 INT: 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES
4. Equipo HORNO
Alcance Máximo 300 °C
Marca PERUTEST
Modelo PT-H76
Número de Serie 0135
Procedencia PERÚ
Identificación NO INDICA
Ubicación NO INDICA

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2020-06-17

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-06-17

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT-90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018, 2da edición, Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63%	63%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1268-2019
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT -LT -026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
 El controlador se sefo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T.prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.2	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.2
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.6
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.3
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DIT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT -LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	13.5
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	13.7
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	13.7

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

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

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN - MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

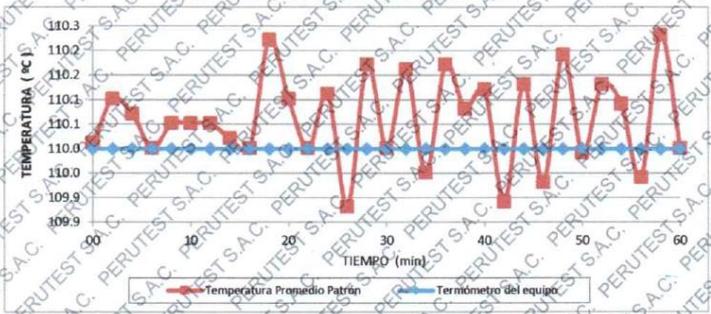
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

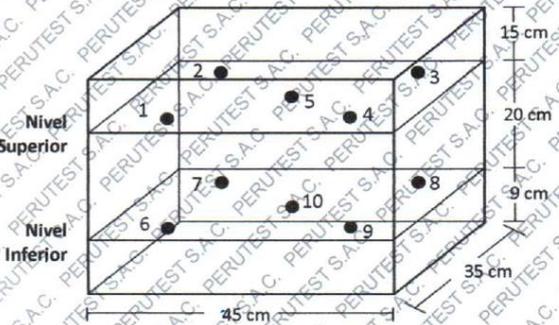
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 067 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente **0386-2020**
2. Solicitante **INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.**
3. Dirección **MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES**
4. Equipo de medición **BALANZA ELECTRÓNICA**
 - Capacidad Máxima **3000 g**
 - División de escala (d) **0.10 g**
 - Div. de verificación (e) **1.0 g**
 - Clase de exactitud **III**
 - Marca **OHAUS**
 - Modelo **SE3001F**
 - Número de Serie **8346750775**
 - Capacidad mínima **2.0 g**
 - Procedencia **CHINA**
 - Identificación **LS-02**
5. Fecha de Calibración **2020-03-05**

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-03-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 067 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.4 °C
Humedad Relativa	71%	71%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0884-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0883-2019

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 067 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,500 g			Carga L2 = 3,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1500.0	50	0	3000.0	50	0	
2	1500.0	60	-10	3000.1	70	80	
3	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
4	1500.0	50	0	3000.0	50	0	
5	1499.9	30	-80	3000.0	40	10	
6	1500.0	60	-10	2999.9	30	-80	
7	1500.0	40	10	3000.0	60	-10	
8	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
9	1500.1	70	80	3000.0	50	0	
10	1500.1	80	70	3000.1	80	70	
Diferencia Máxima			160	Diferencia Máxima			160
Error Máximo Permissible			2,000	Error Máximo Permissible			3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.5 °C

Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero E ₀			Determinación del Error Corregido E _c				
		l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1		1.1	80	70		999.9	30	-80	-150
2		1.0	50	0		1000.0	50	0	0
3	1.0	1.0	50	0	1000.0	1000.0	60	-10	-10
4		1.0	40	10		1000.0	50	0	-10
5		1.0	50	0		1000.0	60	-10	-10
* Valor entre 0 y 10e								Error máximo permisible	2,000





PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 067 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	40	10						
2.0	2.0	40	10	0	2.0	40	10	0	1,000
10.0	10.0	50	0	-10	10.0	50	0	-10	1,000
50.0	50.0	70	-20	-30	50.0	50	0	-10	1,000
100.0	100.0	50	0	-10	100.0	40	10	0	1,000
500.0	500.0	60	-10	-20	500.0	60	-10	-20	2,000
1000.0	1000.0	50	0	-10	1000.0	50	0	-10	2,000
1500.0	1499.9	30	-80	-90	1500.0	40	10	0	2,000
2000.0	1999.9	20	-70	-80	2000.0	50	0	-10	3,000
2500.0	2499.9	30	-80	-90	2500.0	50	0	-10	3,000
3000.0	3000.0	50	0	-10	3000.0	40	10	0	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E_o: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.004346 \text{ g}^2 + 0.00000000196 \text{ g}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000248 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 065 - 2020**

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	0386-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21P30	
Número de Serie	20200-2	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	LS-04	
5. Fecha de Calibración	2020-03-05	

Fecha de Emisión

2020-03-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 065 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 5 kg - 10 kg - 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	M-0882-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0883-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0884-2019
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 065 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

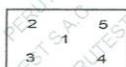
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.7 °C	21.8 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	14,999	0.3	-0.8	29,999	0.3	-0.8	
2	14,999	0.2	-0.7	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	-0.0	
5	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
6	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.8	-0.3	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.2	-0.7	30,000	0.6	-0.1	
9	15,000	0.6	-0.1	30,001	0.7	0.8	
10	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.6	-0.1	
Diferencia Máxima			-0.9	Diferencia Máxima			1.6
Error Máximo Permisible			± 2.0	Error Máximo Permisible			± 3.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1		10	0.4	0.1		10,000	0.6	-0.1	-0.2	
2		9	0.3	-0.8		10,000	0.6	-0.1	0.7	
3	10 g	11	0.9	0.6	10,000	9,999	0.2	-0.7	-1.3	
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.6	-0.1	-0.3	
* Valor entre 0 y 10e								Error máximo permisible		± 2.0



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 065 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.7	-0.2	0.1	1.0
100	100	0.6	-0.1	0.2	100	0.6	-0.1	0.2	1.0
500	500	0.5	0.0	0.3	500	0.6	-0.1	0.2	1.0
1,000	1,000	0.6	-0.1	0.2	1,000	0.8	-0.3	0.0	1.0
5,000	5,000	0.7	-0.2	0.1	5,000	0.4	0.1	0.4	2.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.6	-0.1	0.2	2.0
15,000	14,999	0.3	-0.8	-0.5	15,000	0.5	0.0	0.3	2.0
20,000	19,999	0.2	-0.7	-0.4	19,999	0.3	-0.8	-0.5	3.0
25,000	24,999	0.3	-0.8	-0.5	24,999	0.2	-0.7	-0.4	3.0
30,000	30,000	0.6	-0.1	0.2	30,000	0.5	0.0	0.3	3.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4306667 \text{ g}^2 + 0.0000000134 \text{ g}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000091 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 023 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0386-2020
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR CUADRANTE (DIAL)
Alcance de indicación	0 pulg. a 1.00 pulg.
División de Escala / Resolución	0.001 pulg.
Marca	INSIZE
Modelo	2307-1
Número de Serie	0657
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	: 2020-03-05

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma

Fecha de Emisión: 2020-03-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 023 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.4 °C
Humedad Relativa	70%	71%

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA - 102 - 2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 023 - 2020

Área de Metrología
 Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg.)
(mm)	(pulg.)		
2.0	0.0787	0.0793	-0.0006
4.0	0.1575	0.1582	-0.0007
5.0	0.1969	0.1974	-0.0005
8.0	0.3150	0.3155	-0.0005
12.0	0.4724	0.4726	-0.0002
16.0	0.6299	0.6306	-0.0007
18.0	0.7087	0.7092	-0.0005
20.0	0.7874	0.7882	-0.0008
22.0	0.8661	0.8667	-0.0006
25.0	0.9843	0.9845	-0.0002

Alcance del error de indicación (f_e) : -0.001

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg.)
(mm)	(pulg.)		
20.0	0.78740	0.7875	-0.0001
		0.7876	-0.0002
		0.7879	-0.0005
		0.7878	-0.0004
		0.7875	-0.0001

Error de Repetibilidad (f_w) : 0.00 mils

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para ($k=2$)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4 μ m.

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LT - 116 - 2019

Laboratorio de Termometría

Página 1 de 4

Expediente	1033105	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	TEST & CONTROL S.A.C.	
Dirección	Condesa De Lemos 117 Urb. San Miguelito - San Miguel - San Miguel - Lima - Lima	
Instrumento de Medición	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL	
Intervalo de Indicación	-200 °C a 962 °C (*)	
Resolución	0,001 °C ; 0,01 °C	
Marca	ASL	
Modelo	F250 MK II	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	
Número de Serie	1197 019 2372 (para el indicador); 5762D-03; 5918D-09 (Para los sensores)	
Elemento Sensor	Dos termorresistencias de platino de 100 ohm	
Fecha de Calibración	2019-05-13 al 2019-05-15	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Área de Electricidad y Termometría	Laboratorio de Termometría
 2019-05-15	 BILLY QUISPE CUSIPUMA Dirección de Metrología	 JOAN CALZADO Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 116 – 2019

Página 2 de 4

Método de Calibración

Calibración por comparación siguiendo el procedimiento INDECOPI-SNM PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" (2da Edición Diciembre 2012)

Lugar de Calibración

Laboratorio de Termometría
Calle De la Prosa 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	22 °C ± 2 °C
Humedad Relativa	63 % ± 5 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología	Indicador digital con sensores de platino de 100 ohm (sensores 7 y 8) con incertidumbres del orden desde 8,3 mK hasta 25,0 mK	LT-766-2016 Noviembre 2016

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de la Dirección de Metrología - INACAL. Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
(*) Dato tomado de la página de internet del fabricante, solo para el indicador.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 116 – 2019

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Para el sensor N° 5762D-03

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
-35,082	-34,986	0,096	0,028
-0,040	0,019	0,059	0,027
79,915	79,930	0,015	0,031
159,953	159,954	0,001	0,035
240,094	240,082	-0,012	0,040

Para el sensor N° 5918D-09

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
-35,037	-34,986	0,051	0,028
0,002	0,019	0,017	0,027
79,949	79,930	-0,019	0,031
159,979	159,954	-0,025	0,035
240,112	240,082	-0,030	0,040

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

- Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue de 25 cm aproximadamente.
Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.
Nota 3.- El sensor con número de serie 5762D-03 fue conectado a la entrada A del indicador.
Nota 4.- El sensor con número de serie 5918D-09 fue conectado a la entrada B del indicador.
Nota 5.- La calibración se realizó con resolución de 0,001 °C a pedido del solicitante.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 116 – 2019

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LLA - 102 - 2020

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 7

Expediente	1036927	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	PERUTEST S.A.C.	
Dirección	Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos	
Instrumento de Medición	BLOQUES PATRON DE LONGITUD	
Valor Nominal	1 mm a 20 mm	
Grado	0 (*)	
Marca	INSIZE	
Modelo	4100-32 (*)	
Número de Serie	140099 (*)	
Cantidad	11	
Material	ACERO	
Fecha de Calibración	2020-03-02	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.



Responsable del área



Firmado digitalmente
por DE LA CRUZ
GARCIA Leonardo FAU
20600283015 soft
Fecha: 2020-03-03
17:55:13

Dirección de Metrología

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente
por CANO URIBE Daniel
Adolfo FAU 20600283015
soft
Fecha: 2020-03-03
10:44:39

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8620 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 2 de 7

Método de Calibración

Determinación del error en la longitud central, por el método de comparación, utilizando bloques patrón de longitud y un comparador mecánico de bloques patrón de longitud.
Se tomó como referencia la Norma ISO 3650:1998

Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Ángulo
Calle De La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	20,0 °C ± 0,5 °C
-------------	------------------

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia del Centro Español de Metrología - CEM	LA 01 021 Bloques patrón de longitud Grado K	170439001
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología - INACAL	LA 05 019 Comparador mecánico de bloques con incertidumbre del orden de 0,034 µm	INACAL DM/LLA-208-2019

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM.
(*) Datos dados en la caja que los contiene.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 3 de 7

Resultados de Medición

Valor Nominal (mm)	Número de Serie	CARA IZQUIERDA / CARA SIN MARCAR						CARA DERECHA / CARA MARCADA						DESMG
		AR	LR	R	SR	C/O	AD	AR	LR	R	SR	C/O	AD	
1	146299		X				SI		X				SI	NO
2	147782		X				SI		X				SI	NO
3	142411		X				SI		X				SI	NO
4	146863		X				SI		X				SI	NO
5	149402		X				SI			X			SI	NO
6	143587		X				SI		X				SI	NO
7	147130		X				SI		X				SI	NO
8	140420		X				SI		X				SI	NO
9	146827		X				SI		X				SI	NO
10	144104		X				SI		X				SI	NO
20	148861		X				SI		X				SI	NO

Un casillero marcado con X significa que el instrumento de medición entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.

Un casillero sin marca alguna significa que el instrumento de medición no entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.

Las clasificaciones se describen en la siguiente página.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

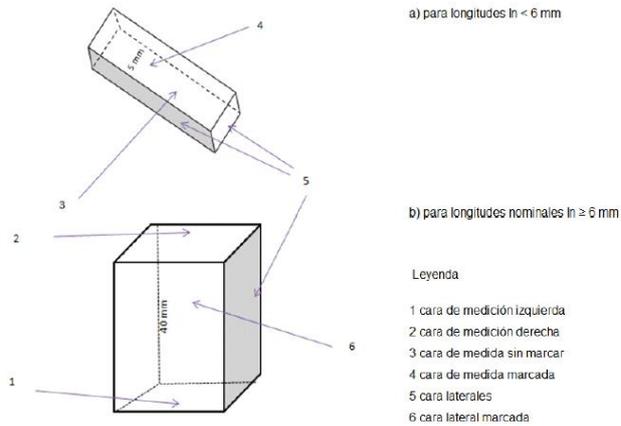
Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 4 de 7

Denominación de las caras de los bloques patrón de longitud



Considerar las clasificaciones siguientes:

AR	Ausencia de rayas. No debe observarse rayas en la totalidad de la cara.
LR	Levemente rayado. Se observa una pequeña cantidad de rayas, no mayor de veinte.
R	Rayado. Se observa una cantidad de rayas considerablemente mayor a las del caso anterior, prácticamente es imposible de determinar su número.
SR	Severamente rayado. No existe sector alguno libre de rayas sobre la cara observada, o bien esta presenta al menos una raya de gran longitud y profundidad.
C/O	Corrosión y/o oxidación. Se observa corrosión y/o oxidación de cualquier tipo sobre la cara observada.
AD	Resultado de la prueba de adherencia (S/N/O)
DESMG	Fue necesario desmagnetizar el bloque (S/N/O)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 5 de 7

LONGITUD NOMINAL	N° DE SERIE DEL BLOQUE	CORRECCIÓN AL LONGITUD NOMINAL ($l_c - l_n$) (μm)	LONGITUD CENTRAL MEDIDA (l_c) (mm)	VARIACION DE LONGITUD ($v = l_{\text{max}} - l_{\text{min}}$) (μm)	GRADO 0	
					ERROR MAXIMO PERMITIDO	
					EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL $\pm t_e$ (μm)	VARIACION DE LONGITUD t_v (μm)
l_n (mm)						
1	146299	0,06	1,00006	0,01	0,12	0,10
2	147782	0,03	2,00003	0,01	0,12	0,10
3	142411	0,08	3,00008	0,05	0,12	0,10
4	146863	-0,01	3,99999	0,02	0,12	0,10
5	149402	0,00	5,00000	0,02	0,12	0,10
6	143587	0,07	6,00007	0,02	0,12	0,10
7	147130	0,00	7,00000	0,02	0,12	0,10
8	140420	0,06	8,00006	0,03	0,12	0,10
9	146827	0,03	9,00003	0,07	0,12	0,10
10	144104	0,04	10,00004	0,06	0,12	0,10
20	148861	0,01	20,00001	0,01	0,14	0,10



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

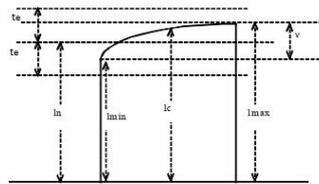
Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 6 de 7

Determinación de la corrección de los bloques patrón de longitud



INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN : $2 \times [(61,68)^2 + (0,56)^2 \times (L)^2]^{1/2}$ nm
L : Valor Nominal expresado en milímetros.

Nota :

El coeficiente de dilatación térmica utilizado $(11,5 \pm 1,0) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ y los errores máximos permitidos, datos tomados de la Norma ISO 3650.1998.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 7 de 7

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0883-2019



EXP.: 88124
Pág. 1 de 2

Fecha de emisión : 2019 - 07 - 04

- Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
- Dirección** : Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 - Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
- Medida materializada** : Pesas
 - **Marca** : FUYUE
 - **Material** : Acero inoxidable
 - **Procedencia** : China
 - **N° de serie** : 19E10
 - **Código** : No indica
 - **Valor Nominal** : 1 kg a 5 kg
 - **Clase de exactitud** : F1
 - **Cantidad** : 04 unidades
 - **Ubicación** : No indica
- Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
- Fecha de calibración** : 2019 - 07 - 04
- Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 2ª Ed. : Abril 2015 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1150	Pesa patrón Clase : E2	101876-D-K-15192-01-00 / HAFNER
IM-1101	Pesa patrón Clase : E2	LM-175-2019 / INACAL-DM
IM-1100	Pesa patrón Clase : E2	M-0510-2019 / METROIL S.A.C

8. Condiciones de calibración

- **Temperatura Ambiental** : 22,7 °C a 22 °C
- **Humedad Relativa** : 58 %H.R. a 56 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1002 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

CESAR GUIZA VILLANUEVA
Jefe de Laboratorio



9. Resultados

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (F1)
1	--	Cilíndrica con botón	TIENE	1 kg	1 kg + 0,5 mg	1,6 mg	5,0 mg
2	--	Cilíndrica con botón	TIENE	2 kg	2 kg + 2,0 mg	3,0 mg	10 mg
3	.	Cilíndrica con botón	TIENE	2 kg	2 kg + 2,0 mg	3,0 mg	10 mg
4	--	Cilíndrica con botón	TIENE	5 kg	5 kg + 7,0 mg	8,0 mg	25 mg

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permisible

10. Observaciones :

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- No se realizó ajuste a la pesa antes de su calibración.
- Se colocó en la caja que contiene la pesa una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° A - 20378
- Para la determinación de la masa se considero la densidad de la pesa 7950 kg/m^3

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0882-2019



EXP.: 88124

Pág. 1 de 2

Fecha de emisión : 2019 - 07 - 04

- Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
- Dirección** : Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 - Urb. Los Olivos
- San Martín de Porres - Lima
- Medida materializada** : **Pesas**
 - **Marca** : No indica
 - **Material** : Hierro fundido
 - **Color** : Negro
 - **Procedencia** : Perú
 - **Código Identificación** : Ver tabla de resultados
 - **Valor Nominal** : 5 kg a 20 kg
 - **Clase de exactitud** : M2
 - **Cantidad** : 03 unidades
 - **Ubicación** : No indica
- Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
- Fecha de calibración** : 2019 - 07 - 04

6. Método de calibración

La calibración se efectuó mediante el método de sustitución simple con los patrones del laboratorio según el PC-008: 2ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Pesas de trabajo de las clases de exactitud M₂, M₂₋₃ y M₃" del INDECOPI - SNM.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-001	Pesa patrón Clase : M1	M-1044-2018 / METROIL S.A.C.
IM-002	Pesa patrón Clase : M1	M-1045-2018 / METROIL S.A.C.
IM-003	Pesa patrón Clase : M1	M-1046-2018 / METROIL S.A.C.

8. Condiciones de calibración

- **Temperatura Ambiental** : 21,1 °C a 21,2 °C
- **Humedad Relativa** : 54 %H.R. a 55 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1002 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

CESAR GUIZA VILLANUEVA
Jefe de Laboratorio

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.



9.- Resultados

N°	IDENT.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (M2)
1	KM17-010	Paralelepípeda	Tiene	5 kg	5 kg + 220 mg	240 mg	800 mg
2	KM17-011	Paralelepípeda	Tiene	10 kg	10 kg + 450 mg	470 mg	1600 mg
3	KM17-012	Paralelepípeda	Tiene	20 kg	20 kg + 1600 mg	930 mg	3000 mg

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permisible

10.- Observaciones

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- El código de identificación se encuentra grabada en cada pesa.

FIN DEL DOCUMENTO

INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 092-19

SOLICITANTE : **PERUTEST S.A.C.**
Calle Yahuar Huaca N°215
Comas, Lima
Att. : Sr. Alejandro Flores

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA OAP
Celda de Carga OAP Tipo: ZSF-A
10000 kg N°55P4331
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT
Modelo: TP9901 N° 0284064

FECHA : San Miguel, 30 de abril de 2019


Ing. Daniel Torrealva
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas



CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 25 de abril de 2019.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : OAP Tipo: ZSF-A
- N° serie : 55P4331
- Capacidad : 10000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9901
- N° serie : 0284064
- Carga nominal : 10000 kg
- Resolución : 0.5 kg

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 98950, 200 KN, con última calibración efectuada el 15 de febrero de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch1
- Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 KN, con última calibración efectuada el 16 de abril de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.





Celda calibrada: OAP
N° serie: 55P4331

Tipo: ZSF-A
Capacidad: 10t

Indicador Digital : HIGH WEIGHT
N° serie: 0284064

Modelo: TP9901

Celda patrón: HBM #serie: 98950 Capacidad: 200 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch1
Calibrada en LEDI-PUCP el 15 de febrero 2019
Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6
Calibrada en LEDI-PUCP el 16 de abril 2019
Celdas patrones calibradas con patrones trazables al DKD-Alemania

Norma de referencia: ASTM E74-18
Fecha: 2019-04-25 Ejecutores: S. Llanos I. - M. Bernardo L.
La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			INDICADOR HIGH WEIGHT (kg)		
1019.6	1019.6	1019.6	1018.0	1017.5	1018.5
2039.3	2039.2	2039.1	2037.5	2037.5	2039.0
3059.5	3059.3	3059.3	3060.0	3061.5	3064.5
4080.7	4080.4	4080.4	4082.0	4083.0	4084.0
5101.9	5101.6	5101.6	5103.0	5104.0	5105.5
6123.1	6122.8	6122.8	6125.5	6125.5	6127.0
7144.4	7144.0	7144.0	7146.5	7146.5	7148.5
8165.7	8165.3	8165.3	8169.0	8167.5	8170.5
9187.1	9186.6	9186.6	9191.0	9191.0	9192.0
9902.0	9901.5	9901.5	9905.0	9906.0	9908.5

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = -2.7227030797
B = 1.0014098063
C = -0.0000000701

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 1.4 kg
LLF(Lower Limit Factor) = 3.3 kg
U = 13 kg

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 10000 kg
Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Este informe contiene 3 páginas.
Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-1268-2019

SERV - 1197 - 2019
 Pág. 1 de 2

- 1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.
Dirección : Jr. La Madrid Mza. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima - Lima
- 2. Instrumento de Medición** : TERMÓMETRO DE INDICACION DIGITAL
- Marca : Digi-Sense
 Modelo : 92800-05
 Número de Serie : G93004772
 Procedencia : No indica
 Intervalo de Indicación : No indica
 Resolución : 0,1 °C
 Elemento Sensor : Diez Termopares Tipo T
 Identificación : No indica
- 3. Fecha y Lugar de calibración**
 Fecha de calibración : 2019-11-20
 Lugar de calibración : Laboratorio de Temperatura de SAT S.A.C.

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

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

- 4. Método de Calibración** :
 La calibración se realizó por comparación directa según el procedimiento PC-017 2da. Ed , "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" del INDECOPI-SNM.

- 5. Trazabilidad** :
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Instrumento patrón	Certificado de calibración N°
Termómetro de código LT-T-12 con incertidumbre del orden desde 0,016 °C	LT-272-2018 del INACAL-DM.
Termómetro de código LT-T-13 con incertidumbre del orden desde 0,016 °C	LT-271-2018 del INACAL-DM.

- 6. Condiciones Ambientales** :
 Temperatura ambiental : Mínima : 21,9 °C Máxima : 22,3 °C
 Humedad relativa : Mínima : 56 % H.R. Máxima : 58 % H.R.

Fecha de emisión: 2019-11-25



JORGE R. QUILLE RAMOS
 Jefe de Laboratorio de Temperatura (e)



Ing. YANET I. MALDONADO PANÉZ
 Jefe de División de Metrología

F-DM-08/4ta/Febrero 2018



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

Certificado de Calibración N° LT-1268-2019
Pág. 2 de 2

7. Resultados:

TCV (°C)	CORRECCIONES (°C)										Incertidumbre (°C)
	CH-01	CH-02	CH-03	CH-04	CH-05	CH-06	CH-07	CH-08	CH-09	CH-10	
	PT-01	PT-02	PT-03	PT-04	PT-05	PT-06	PT-07	PT-08	PT-09	PT-10	
0,00	-1,30	-1,20	-1,20	-1,15	-1,30	-1,00	-1,15	-1,20	-1,35	-1,25	0,25
60,00	-1,05	-1,00	-1,10	-1,10	-1,35	-1,25	-1,30	-1,35	-1,50	-1,30	0,25
110,00	0,20	0,10	0,10	-0,05	-0,05	-0,10	-0,05	-0,05	-0,10	-0,20	0,25

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$$

CH: Canal de entrada del indicador

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

8. Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La profundidad de inmersión de los sensores fue de 30 cm.
- El tiempo de estabilización no menor a 5 minutos.
- Las identificaciones PT-01 hasta PT-10 están grabadas en etiquetas adheridas a sus respectivos conectores.



F-DM-08/4ta/Febrero 2018

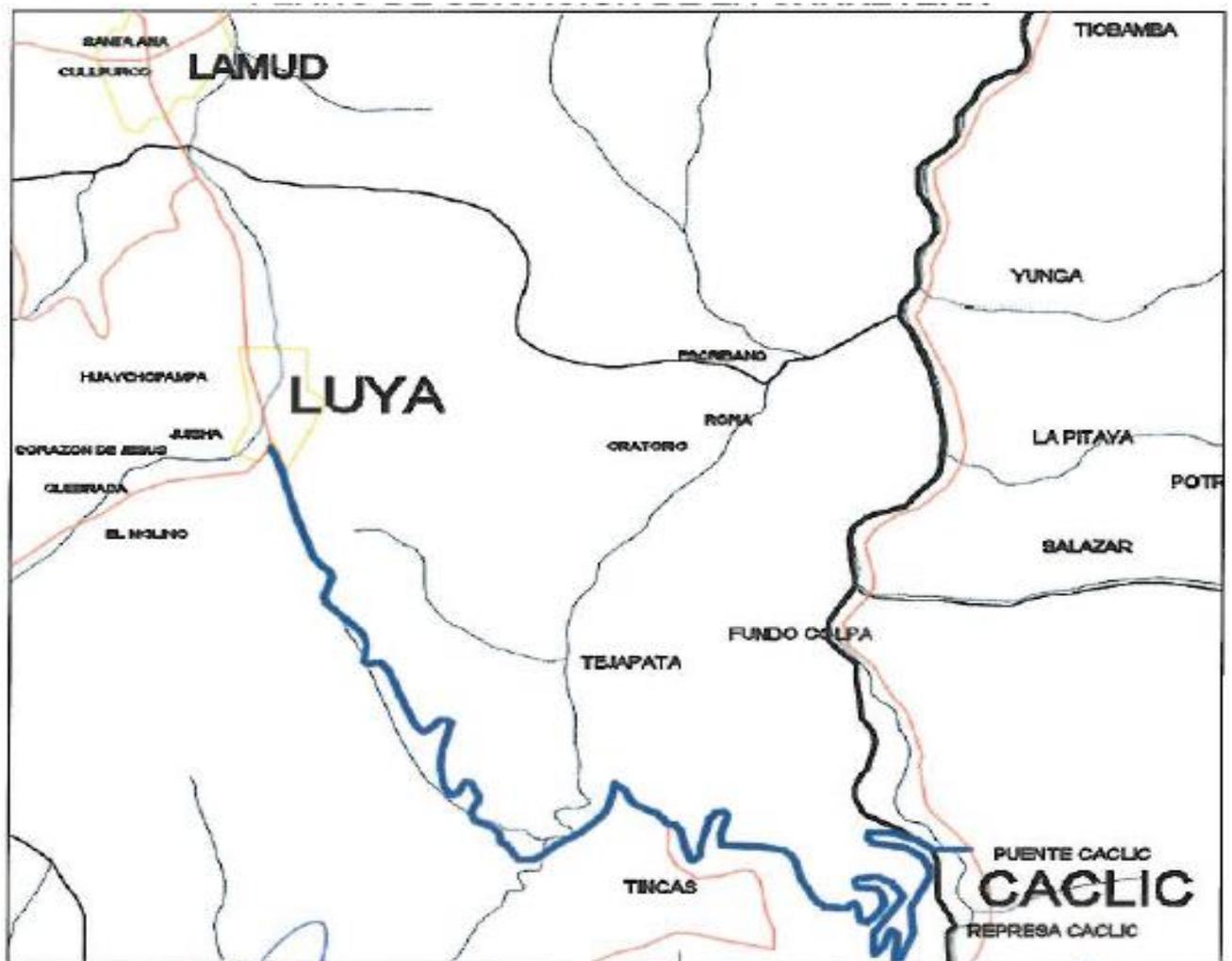
ANEXO 9. Recibo del pago realizado por los ensayos en Laboratorio

24/11/2020

:: Factura Electronica - Impresion ::

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGECONTROL S.A.C. MZA. A INT. 1 LOTE. 24 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ET SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20602979190 E001-490		
Fecha de Vencimiento :				
Fecha de Emisión :	24/11/2020			
Señor(es) :	BARDALES AREVALO KATTY			
RUC :	10722403695			
Dirección del Cliente :	---- PRO. VIV. RESID. SAN ANTO			
Tipo de Moneda :	SOLES			
Observación :	COTIZACION:Nº IGC20-LEM-297			
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYOS PARA TESIS, SEGUN LA COTIZACION:Nº IGC20-LEM-297	2688.14	0.00
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas :		<input type="text" value="S/ 0.00"/>		
SON: TRES MIL CIENTO SETENTA Y DOS Y 01/100 SOLES				
		Sub Total Ventas :	S/ 2,688.14	
		Anticipos :	S/ 0.00	
		Descuentos :	S/ 0.00	
		Valor Venta :	S/ 2,688.14	
		ISC :	S/ 0.00	
		IGV :	S/ 483.87	
		ICBPER :	S/ 0.00	
		Otros Cargos :	S/ 0.00	
		Otros Tributos :	S/ 0.00	
		Importe Total :	S/ 3,172.01	
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.				

ANEXO 10. Planos



FUENTE: Gobierno Regional Amazonas