



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja
capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara
de maní, VMT 2019**

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

AUTOR:

Rosales Castillo, Frank Jossimar (ORCID: 0000-0002-9255-1410)

ASESOR:

Mg. Benítez Zúñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a mis padres Zoraida y Leocadio, a mi abuelita María y a toda mi familia en general que siempre estuvieron apoyándome en buenos y malos momentos.

Agradecimiento

Agradezco en primera Instancia a Dios, porque sin su ayuda nada sería posible, a la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de estudiar ahí, a mis padres que siempre estuvieron apoyándome desde el principio a pesar de las situaciones complicadas, a mi Abuelita María Ochicua, por sus oraciones y apoyo a pesar de encontrarse lejos, a mis hermanos y mis tíos, que también fueron un soporte para mí, a mi Asesor de Tesis José Luis Benítez Zúñiga, por la dedicación y enseñanza para hacer posible esta investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	28
3.2 Variables y operacionalización.....	30
3.3 Población, muestra y muestreo.....	31
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5 Procedimiento.....	35
3.6 Método de análisis de datos.....	37
3.7 Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS.....	40
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS.....	64

Índice de tablas

Tabla 1: Categorías de la subrasante.....	12
Tabla 2: Análisis químico en tusa de maíz.....	23
Tabla 3: Técnicas e instrumentos.....	33
Tabla 4: Ensayos.....	37
Tabla 5: Resultados del ensayo Proctor Modificado.....	43
Tabla 6: Resultados del ensayo CBR.....	45
Tabla 7: Resultados de los límites de Atterberg.....	48
Tabla 8: Análisis Granulométrico.....	52
Tabla 9: Resultados de la clasificación de suelos.....	53
Tabla 10: Resultados de la clasificación de suelos.....	58
Tabla 11: Operacionalización de la variable.....	64
Tabla 12: Matriz de consistencia.....	65

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Sección transversal – Pavimento Flexible.....	12
Figura 2: Pavimento Flexible.....	14
Figura 3: Falla de corte general de un suelo.....	17
Figura 4: Falla de corte local de un suelo.....	18
Figura 5: Falla al corte por punzonamiento de un suelo.....	19
Figura 6: Tusa de maíz.....	20
Figura 7: Estructura de la tusa de maíz.....	22
Figura 8: El maní.....	24
Figura 9: El maní.....	24
Figura 10: Mapa del Perú.....	40
Figura 11: Mapa de la región Lima.....	40
Figura 12: Mapa del distrito de Villa María del Triunfo.....	41
Gráfico 1: Muestra vs Densidad máxima seca.....	43
Gráfico 2: Muestra vs Contenido de humedad óptimo.....	44
Gráfico 3: Resultados del CBR añadiendo ceniza de tusa de maíz.....	46
Gráfico 4: Resultados del CBR añadiendo ceniza de cáscara de maní	47
Gráfico 5: Resultados del Límite Líquido.....	49
Gráfico 6: Resultados del Límite Plástico.....	50
Gráfico 7: Resultados del Índice de Plasticidad.....	51
Gráfico 8: Ensayo de CBR.....	54
Gráfico 9: Muestra vs Densidad máxima seca.....	55
Gráfico 10: Muestra vs Contenido de humedad óptimo.....	56
Gráfico 11: Índice de plasticidad.....	57

Resumen

El presente informe de investigación titulado “Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019” de tipo aplicada, diseño de investigación cuasi experimental y un enfoque cuantitativo, la cual se propuso el mejoramiento de una subrasante añadiendo ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní. El objetivo general fue probar que estos elementos influyan en la subrasante de un suelo arcilloso de baja plasticidad. Para analizar la tesis se tomó en cuenta como población las subrasantes de baja capacidad portante del distrito, como muestra fueron 3 calicatas que se llevaron al laboratorio y se tomó la muestra de menor capacidad portante, Se escogió como dosificaciones para la ceniza de tusa de maíz un 5%, 10% y 15% y para la cáscara de maní las dosificaciones de 3%, 6% y 9% que se analizaron en los ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Contenido de humedad, Proctor modificado y CBR. Se concluyó que la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní influyen en el mejoramiento de la subrasante con baja capacidad portante, habiendo una diferencia en valores de Índice de plasticidad, CBR, Densidad máxima seca.

Palabras clave: ceniza de tusa de maíz, ceniza de cáscara de maní, subrasante.

Abstract

This research report entitled "Evaluation of the properties of the subgrade with low bearing capacity adding ash from corncob and peanut shell, VMT 2019" of applied type, quasi-experimental research design and a quantitative approach, which was proposed improving a subgrade by adding corn cob ash and peanut shells. The general objective was to prove that these elements influence the subgrade of a clay soil with low plasticity. To analyze the thesis, the district's low bearing capacity subgrades were taken into account as a population, as a sample were 3 pits that were taken to the laboratory and the sample with the lowest bearing capacity was taken, It was chosen as dosages for corncob ash 5%, 10% and 15% and for peanut shells the dosages of 3%, 6% and 9% that were analyzed in the Granulometry, Atterberg Limits, Moisture Content, Modified Proctor and CBR tests. It was concluded that the ash from corncob and peanut shell influence the improvement of the subgrade with low bearing capacity, with a difference in values of Plasticity Index, CBR, maximum dry density.

Keywords: Corn cob ash, peanut shell ash, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las especialidades de la Ingeniería civil, una de las cuales tiene mayor demanda es el área de infraestructura vial o carreteras, partiendo desde la construcción de pavimentos y de las partes que las componen, estos necesitan una rehabilitación y mantenimiento en menos años comparados con otras construcciones, esto hace que haya más especialistas y se fabriquen mayor cantidad de materiales acondicionados para el propósito final que es la vida útil de la vía.

Si bien es cierto el mercado de hoy en cuanto a productos y materiales para carreteras va en aumento por la misma demanda que cada vez es mayor, ya no es tan fácil usar siempre de lo mismo, hoy cada producto se ve en la obligación de mostrarte algo diferente, algo que cumpla mucho más que las expectativas de las empresas constructoras para poder ser tomado en cuenta. En este tiempo la eficacia del producto no lo que único que el constructor observa, si bien es cierto es la característica principal y obvia por lo cual escogemos un producto, ahora también otras cualidades ya se están mirando de reojo como por ejemplo el daño al medio ambiente, es importante que una construcción trate de mitigar los impactos ambientales, pues eso reduciría tiempo y economía dentro de su cronograma de actividades y presupuesto, es por ello que las empresas buscan ahora productos o herramientas que le permitan disminuir en este problema.

hay un número importante de residuos que genera las grandes industrias que se pueden reutilizar. Por el nivel de producción y la regularidad con que consume materiales, la construcción puede ser una opción para dar volver a usar los residuos que por lo general son desperdiciados. [...].¹

Hablando del nivel de la subrasante, siendo la superficie del terreno con destino a la construcción de un pavimento, muchas veces vemos suelos que tienen baja capacidad portante; es decir, que técnicamente es la presión máxima media que la

¹ (Materiales compuestos de cascaras de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos químicos sobre las propiedades mecánicas., 2010 pág. 138)

cimentación tiene contacto con el terreno; y hoy en día necesitamos la búsqueda de aumentar esa capacidad.

Hay técnicas para incrementar la resistencia de suelos que poseen baja capacidad portante en la construcción han ido mejorando en los últimos años, de manera que, en este tiempo, nos permiten construir obras de mayor resistencia y calidad, con un costo más ajustado y un plazo de tiempo óptimo. Cuando realizamos obras de construcción sobre terrenos blandos, ellos transmiten una presión de contacto, que generan esfuerzos cortantes superando en la mayoría de casos la resistencia al corte del suelo, generando una falla en la base del terraplén.

La utilización de materiales de desechos orgánicos [...] permite reducir la cantidad de residuos sólidos, y reduce el tamaño de materias primas a sustraer, dándole un buen uso así a los recursos no renovables.²

En este trabajo analizaremos las propiedades que tienen la tusa de maíz y la cáscara de maní como elementos que aportan resistencia al soporte del suelo. Trabajaremos con las cenizas de estos materiales para así poder mezclar con el terreno natural al nivel de la subrasante y analizaremos la influencia por sus propiedades mecánicas.

Formulación del problema

Problema general

¿Cómo influencia la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní en las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?

Problemas Específicos

¿Cómo contribuye la dosificación de ceniza de tusa de maíz en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?

¿Cómo influencia la dosificación de ceniza de cáscara de maní en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?

² (Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar, 2019 pág. 202)

¿De qué manera la dosificación de ceniza de tusa de maíz afecta en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?

¿De qué manera la dosificación de ceniza de cáscara de maní influye en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?

La Justificación Teórica es todo lo que se aprendió en el tiempo de estudio de la carrera, se considera los conceptos de los cursos de “física”, “introducción a la ingeniería civil”, “resistencia de los materiales”, “matemática básica”, “pavimentos”, “camino”, “mecánica de suelos” entre otros, los aportes que cada uno de estos cursos ha brindado podemos garantizar la ejecución del proceso de reciclaje de la tusa de maíz y cáscara de maní para optimizar la subrasante de un suelo con poca capacidad portante.

El curso de introducción de la ingeniería civil nos ayudará al proceso constructivo según a las fases que se seguirá en obra. El curso de matemática nos ayudará resolver y plantear los cálculos de volúmenes de materiales que debemos utilizar, escogiendo diversas estrategias y procesos a resolver.

El curso de resistencia de los materiales nos ayuda a identificar la fuerza con que trabaja cada material y nos ayuda a ver los esfuerzos que este está sometido.

La asignatura de análisis estructural nos ayudará a establecer bien la cantidad y posición de nuestro material para que no sufra daños estructurales, verificando bien las reacciones y no excederse en los pesos a las cuales pueda estar sometido.

En la Justificación Práctica se tomó en cuenta el elemento de la subrasante con baja capacidad portante a analizar y luego este mismo con la mezcla del terreno natural y la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, las propiedades de estos elementos tienen cualidades que cumplen técnicamente con las condiciones.

La mezcla para estos materiales no necesita ningún aditivo o material extra para poder utilizarlo, se obtendrá las cenizas de la tusa de maíz y cáscara de maní elaborado de manera natural y de esta manera se obtendrá el material deseado.

La intención de utilizar este método de la ceniza de estos materiales es darle conocer al público que podemos volver a usar los materiales desechables y así poder aprovechar en crear nuevos productos para el diseño de subrasantes, además es de fácil proceso y elaboración tanto que no utiliza mano de obra capacitada y alta tecnología en equipos.

La Justificación Económica Siendo la tusa de maíz y cáscara de maní materiales reciclables, se pudo encontrar en ellos, productos que pueden ayudar a resolver un problema, en este caso, mejorar la poca capacidad portante del suelo y brindarnos una reducción de costo en comparación de otras técnicas que podrían requerir un mayor gasto. Incluso, en algunos casos estos materiales son desechados por los agricultores porque no le encuentran un uso productivo, nosotros podemos aprovechar este recurso en muchos casos a un costo cero.

En la Justificación Social El proyecto beneficia directamente a la población donde se realizará la investigación, pues el distrito de Villa María del Triunfo suele tener problemas en cuanto a la construcción de sus pavimentos, estos no duran lo suficiente porque no lo hacen de la manera correcta, además de esto, añadimos que el distrito posee entre sus suelos una poca capacidad portante en la mayoría de casos. De esta manera la población podrá tener un pavimento con mucha mayor durabilidad gracias al mejoramiento de la capacidad del suelo.

La Justificación Ambiental Trata de concientizar el problema que vemos en muchos casos, estos materiales son quemados al aire libre sin ningún tipo de conciencia ambiental por parte de los agricultores, la contaminación es perjudicial para los sectores aledaños a la quema de estos productos. Es por ello que la recolección y el aprovechamiento de la tusa de maíz y cáscara de maní puede contribuir a que cada vez estos materiales sean menos desechados o quemados.

Objetivo general

Determinar si la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní influencia en las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

Objetivos Específicos

Indicar si la dosificación de ceniza de tusa de maíz contribuye en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

Señalar si la dosificación de ceniza de cáscara de maní influencia en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

Calcular si la dosificación de ceniza de tusa de maíz afecta en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

Determinar si la dosificación de ceniza de cáscara de maní influye en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

Hipótesis general

La ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní influencia positivamente en las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

Hipótesis Específicas

La dosificación de ceniza de tusa de maíz contribuye positivamente en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

La dosificación de ceniza de cáscara de maní influencia en gran manera en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

La dosificación de ceniza de tusa de maíz afecta considerablemente en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

La dosificación de ceniza de cáscara de maní influye en gran manera en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019

II. MARCO TEÓRICO

Ramos (2014), propuso “Mejorar las subrasantes de poca capacidad de soporte utilizando reciclaje de polímeros en vías, paucará - huancavelica 2014” en la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Su objetivo es utilizar el polímero reciclado procedente de las botellas desechables, con la finalidad de mejorar la capacidad de soporte del suelo como uso en aditivos. Se escogió de la subrasante una muestra de la carretera sin pavimentar, cuatro calicatas fueron seleccionadas para las muestras; se llevaron los ensayos al laboratorio de materiales y suelos. La subrasante que se analizó la dividimos en dos tramos por sus características físicas, el tramo primero tiene un suelo con arcilla que presenta plasticidad regular con arena y grava, el segundo tiene un suelo con arcilla que presenta arena y con poca grava, los dos tramos tienen poca capacidad de soporte, su CBR es menor al 6%, por consiguiente, tenemos dos alternativas, una es mejorar la existente, y la otra es modificar el terreno con otro material de una cantera mejor, para este trabajo se escogió la primera. El autor expresó a las siguientes conclusiones: La subrasante que tiene arcilla tiene propias características que le hacen tener una baja capacidad portante. Esto es por su composición mecánica, física y química. El problema es porque la subrasante es un suelo de muy mala granulometría y plástico. El suelo que se ha estudiado tiene dos de problemas, la baja capacidad portante y la plasticidad, cuando se le añadió el PR se mejoró sólo el primer componente, en cambio, cuando le añadimos la cal pudimos solucionar ambos componentes, no obstante, hay suelos que la cal cambia sólo la textura mas no afecta en el aumento de la resistencia.

Castro (2017), realizó la propuesta de “Estabilizar suelos con presencia de arcilla usando la ceniza de la cascara de arroz para mejorar la subrasante” en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil. El autor menciona que cada año el sector agrícola, proporciona grandes cantidades de materiales desechos como la ceniza de la cáscara de arroz, la cual nos causan problemas de medio ambiente. Por ejemplo, en la región de San Martín abundan los suelos finos, estos casi siempre tienen una capacidad portante que no es apta para soportar los pavimentos y las cargas que son generadas por el tránsito de vehículos. El autor trató la forma de desarrollar la

estabilización de suelos con presencia de arcilla aplicando cenizas que se obtienen de la calcinación de cáscara de arroz y usarlo en la subrasante del suelo que tiene poca capacidad de soporte. Este trabajo comenzamos estudiando las muestras. En los laboratorios se iniciaron estudios de cualidades mecánicas, químicas y físicas de los diversos materiales que obtuvimos. Luego se mezclaron los suelos con la ceniza de la cáscara de arroz en diversas cantidades para analizar cómo se comporta geotécnicamente como primer estabilizador. Además, se combinaron suelo con arcilla, ceniza de cáscara de arroz y cal para aumentar sus características y así saber si las cenizas de cáscara de arroz pueden funcionar como un estabilizante opcional. El autor añadió las siguientes conclusiones: La tesis termina añadiendo que la utilización de la ceniza de la cáscara de arroz usado como un material estabilizante de los suelos nos puede traer buenos resultados y siendo utilizado como agente estabilizador secundario podría ser más favorable.

Ipince (2020), quien realizó la tesis de “Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019” en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Esta investigación trató en probar que la ceniza de tusa de maíz influye en una subrasante de baja capacidad portante. Para analizar esta tesis, la población fue los ensayos de suelos, pero se utilizó como muestra sólo los que son para estabilizar y la dosis de 15% del agregado en comparación al peso de la muestra, resultados positivos para Proctor modificado, CBR, granulometría y límites de Atterberg. La conclusión fue que la ceniza de bagazo de caña de azúcar tiene influencia en que subrasante en suelos limo arcillosos mejore, en características como la DMS del suelo, el óptimo contenido de humedad y la resistencia del suelo limo arcilloso.

Pérez (2014), quien realizó el tema de “Estabilizar los suelos con arcilla elevada agregando cenizas de carbón para mejorar la subrasante” en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil. La presente investigación trató en emplear un método opcional para estabilizar los suelos con mucha arcilla añadiendo las cenizas del carbón para la subrasante de un pavimento. La muestra de esta ceniza se obtuvo partiendo de la quema de carbón, con el fin de ver su aplicación en la subrasante con poca capacidad portante, a través de la mezcla del suelo arcilloso con media

plasticidad y las cenizas, se pudo comprobar que mezclando la ceniza en una dosificación óptima con un suelo con mucha arcilla es más resistente en la mezcla final, con la finalidad de considerarse capa de la subrasante de un pavimento y este pueda cumplir técnicamente con las especificaciones para su uso. Se hicieron varios ensayos de laboratorio, para la arcilla: Se hizo ensayos de caracterización física, ensayo Proctor Modificado, ensayo de capacidad portante C.B.R, límites de contracción, gravedad específica, materia orgánica y composición química. Ensayo Proctor Modificado, límite de contracción, gravedad específica, etc. La mezcla de las cenizas y del suelo mostró un comportamiento mecánico que fue compatible con los requerimientos de un pavimento de poco volumen de tráfico.

Chicaiza (2017), de la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador, desarrolló el tema de “Analizar la resistencia a compresión comparado entre bloques comunes y bloques a base de poliestireno granular expandido y bloques hechos con la trituración de tusa de maíz para sustituir el agregado grueso” siendo un trabajo experimental para obtener el título de ingeniera civil. El trabajo presente es experimental y trata sobre la evaluación de como resisten los bloques comunes a la compresión, estos bloques hechos con poliestireno y también con tusa de maíz reemplazando el agregado grueso, aparte, su finalidad es la de establecer las dosis adecuadas para su sustitución. En primer lugar, los ensayos se hicieron en el árido grueso que proviene de las minas del laboratorio de la región de Salcedo, además en el poliestireno y la tusa de maíz se pudo comprobar la granulometría.

Causil y Guzmán (2016), de la Universidad de Córdoba, desarrollaron la propuesta de tema de “Caracterizar las fibras de capacho de maíz para reforzar opcionalmente el concreto a través de ensayos mecánicos” siendo una tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Este trabajo tiene como objetivo general el dar características a estas fibras del maíz considerarlo un material para el reforzamiento opcional en el uso del concreto a través de experimentos mecánicos. Con el objetivo de dar una opción para el uso de la biomasa residual de maíz, en esta tesis se establecieron ciertas propiedades mecánicas de fibras tomadas del capacho de maíz partiendo de ensayos de tensión y se evaluó la influencia de la suma de estas fibras en la resistencia del concreto a ser comprimida usualmente usado en el sector de la

construcción en Montería. El autor concluyó con lo siguiente: En suma, se puede dar garantía a una adición de FCM de hasta 0,5 % sin alterar la resistencia del concreto a ser comprimido, a esto le sumamos la capacidad que le da la fibra de lograr mantener unido el concreto aun luego de la falla y permite restar el peso propio de la construcción. Cuando se realizaron los ensayos de la resistencia del concreto a la compresión reforzado con FCM ninguna excede el 7,8 % de desviación, por lo tanto, es el rango aceptado por la norma ASTM C39 (2014), esto permite darle validez estadística a esta tesis.

Rosero (2018), de la Universidad de Las Américas en Ecuador, desarrolló la propuesta de “Procesar el reciclaje de la cáscara de maní para crear y añadir ladrillos no portantes en mamposterías” para adquirir el título en la profesión de Ingeniero Civil. La investigación tiene como fin indicar el procedimiento de cómo la cáscara de maní es reciclada para fabricar y también implementar ladrillos en mamposterías no estructurales. Además, trata como objetivos secundarios tratar de identificar las cualidades que tiene de la cáscara del maní, sus medidas y componentes para fabricar estos ladrillos, y después hacer los ensayos térmicos y de compresión, así mismo se harán ensayos térmicos y de compresión. El autor añadió las conclusiones siguientes: De todas las estrategias empleadas para la aplicación de los ensayos que se han propuesto para tratar de cumplir el área de experimentos de este trabajo realiza de alguna forma su fin, queremos señalar que la cáscara de maní, se recicló con el fin de que sea usado en la preparación de materiales para la construcción y así poder hacer un objeto de mampostería como el ladrillo, pero con cáscara de maní. El ladrillo hecho con cáscara de maní retarda al instante de transmitir calor, es decir, prolonga más tiempo para dar calor de una superficie a otra, por ello es considerado como el mejor aislante térmico.

Kreiker et al. (2014), desarrolló el tema de “Study of peanut husk ashes properties to promote its use as supplementary material in cement mortars”. En el siguiente trabajo realizó el procedimiento siguiente: En el laboratorio se estudiaron las propiedades de las cenizas de cáscara de maní como potencial material suplementario en morteros de cemento. Las cenizas se prepararon en un horno eléctrico a 500, 650 y 800 °C durante 180 minutos y se usaron sin tratamiento

adicional. La caracterización de las cenizas incluye fluorescencia de rayos X, difracción de rayos X, SEM y determinación de la actividad puzolánica por conductividad. Las cenizas se analizaron en morteros como sustitutos parciales del cemento Portland, en una proporción del 15% de sustitución. La resistencia a la compresión de los morteros se evaluó entre 7 y 120 días, para sondas preparadas usando una proporción de cemento: arena de 1: 3 en peso con una relación agua / cemento de 0,5 v / v. Se observó que las condiciones de calcinación influían en el comportamiento de las cenizas, dando mejores resultados a las cenizas obtenidas a 500 °C. Las pruebas de compresión mostraron valores cercanos al 70% a los 7 días, pero superiores al 80% después de 28 días para morteros preparados con cenizas, con respecto a la referencia de mortero de cemento.

Seyed (2017), realizó la investigación de “Rice husk ash as a partial replacement of cement in high strength concrete containing micro silica: Evaluating durability and mechanical properties”. Y utilizó el siguiente procedimiento: El interés preliminar e inevitable en el uso de reemplazos parciales o subproductos como materiales puzolánicos complementarios fue inducido principalmente por la aplicación del control de la contaminación del aire como resultado de la industria de producción de cemento. La cáscara de levadura es un subproducto tomado del proceso de molienda de arroz, con una proporción aproximada de 200 kg. Este documento presenta los beneficios resultantes de varias proporciones de cenizas de cascarilla de arroz (RHA) en indicadores concretos a través de 5 planes de mezcla con proporciones de 5, 10, 15, 20 y 25% de RHA en peso de cemento, además de 10% de microsílíce (MS) para comparar con una mezcla de referencia con cemento Portland 100%.

Se define la mecánica del suelo sobre cómo aplicar los principios y las normas de la mecánica e hidráulica de la ingeniería a los problemas relacionados con el suelo como material de ingeniería. El suelo tiene muchos significados diferentes, dependiendo del campo de estudio.³

³ (DAY, 2001 pág. 1)

El suelo es uno de los materiales de ingeniería más importantes.⁴

La mecánica de los suelos es el uso de normas de hidráulica y mecánica aplicados a cuestiones de ingeniería tratar con partículas sólidas de sedimentos y otros materiales provocadas por que químicamente y mecánicamente las rocas son descompuestas, independientemente de si contienen o no mezcla de constituyente orgánico.⁵

Muy a menudo, el lecho natural de los suelos de gravilla es observado en fundaciones de tierra ⁶

La subrasante es parte importante de nuestro estudio, pues siendo la unidad de análisis es el centro de nuestra investigación, por lo tanto, es importante tener bien claro los conceptos y definiciones para poder hacer un correcto análisis.

Se denomina subrasante al soporte natural, compactado y preparado, en donde podemos hacer un pavimento. Tiene como función brindar un apoyo que sea en lo posible, uniforme, sin desniveles en la superficie, es decir, es más relevante que una subrasante tenga un soporte estable y parejo a que pueda poseer una mayor capacidad para soportar cargas. Por ello, debemos cuidarnos de la expansión de los suelos.⁷

Si bien es cierto el autor menciona que es más relevante que la subrasante nos dé un apoyo que la capacidad misma que pueda ofrecer, en nuestro trabajo es necesario lograr una capacidad de soporte mayor a la que conseguimos con el terreno natural antes de combinar con nuestros materiales.

⁴ (KRISHNA, 2002 pág. 1)

⁵ (MOHAMMED, 2014 pág. 13)

⁶ (The study of the anisotropy of gravel soils under conditions of stabilometrical tests., 2019 pág. 253)

⁷ (AASHTO, 1993 pág. 4)

Tabla 1. Categorías de la subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3 % A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6 % A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2013

Podemos considerar aptos estos materiales, para una buena subrasante, el suelo debe tener un CBR igual o superior de 6%



Figura 1: Sección transversal – Pavimento Flexible, 2008

Fuente: Elaboración propia

En esta época el cálculo de tensión y deformación del grupo estructura-geomaterial se tiende a tratar partiendo de modelos ya no tan confiables, en raras ocasiones a través de métodos numéricos como los elementos finitos. No obstante, aún se suele graficar los geomateriales partiendo de la hipótesis de Winkler, por que ofrecen un cálculo más fácil [...].⁸

Para efectos de nuestra comprobación de suelos blandos o de baja capacidad portante, nosotros no pretendemos utilizar métodos numéricos o modelos convencionales, por el contrario, realizaremos ensayos más físicos.

Para nuestra evaluación de información, la aplicación de tecnologías nuevas es cada vez más tangible y posee secuelas que hasta este momento se exploran en varias áreas de ingeniería e investigación, así son los sistemas que tienen información geográfica lo cual en los últimos años han propuesto una nueva visión y una forma práctica para tomar decisiones sobre todo en las superficies de estimación y en el área de la geoestadística (parte de datos específicos).⁹

Como menciona el autor, si bien es cierto hoy en día hay muchos recursos que han aportado a la investigación de la ingeniería, no podemos dejar de lado las técnicas e instrumentos ya conocidos y que nos han sido útiles a lo largo de los años para el pavimento en todas sus capas.

La superficie en contacto con el vehículo es el pavimento para diversidad de estas unidades de transportes y está formada por un grupo de secciones de diversos materiales que tienen como función transmitir y distribuir las cargas por el tráfico al terraplén, que llamaremos subrasante. Los pavimentos pueden ser rígidos, que son elaborados con hormigón y con varillas de acero correctamente puestas, y el pavimento flexible es aquel que tiene en su superficie el acabado de asfalto.

En este caso mostraremos un gráfico del tipo de pavimento de análisis, que es pavimento flexible, y está estructurado de la siguiente manera:

⁸ (Elementos para obtener el módulo de reacción de subrasante, 2009 pág. 1)

⁹ (Modelo de interpolación espacial mediante sistemas de información geográfica para el estudio de la variabilidad espacial de la resistencia a la penetración del suelo, 2010 pág. 110)

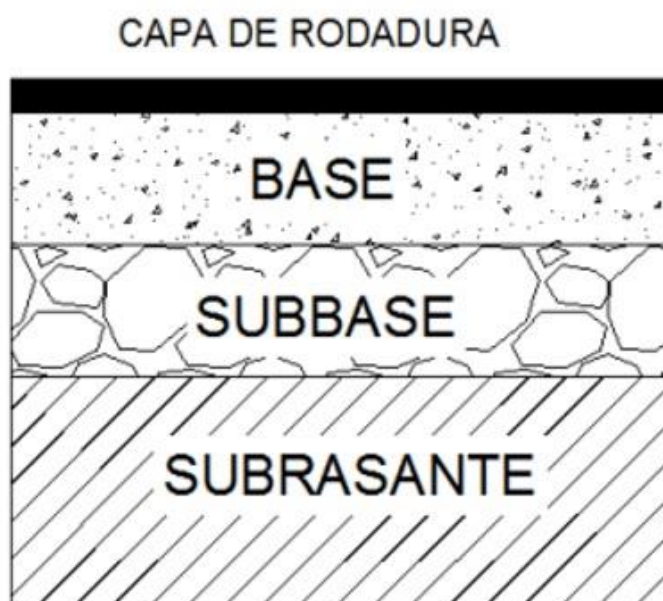


Figura 2: Pavimento Flexible

Fuente: Aguirre y Prado, 2012, p.6

Es necesario que los materiales que conforman cada capa puedan resistir al corte y así poder evitar las fallas, de igual manera el diseño de este carpeta estructural consiste en experimentos como el CBR, que son ensayos de penetración.

Llamamos subrasante a la superficie del área de los terraplenes, en relleno o corte, de terreno mejorado o natural, en donde se hará un pavimento.

Por consiguiente las cualidades del terreno que conforme esta capa es de gran importancia y para esto debemos aplicar las metodologías de trabajo mas comunes. También se estableció que para considerar el tipo de suelo en la subrasante debe alcanzar como mínimo del CBR el 5% o superior.¹⁰

El autor menciona que para obtener subrasantes aceptables para caminos debe superar el 5% de valor de CBR, sin embargo nosotros trataemos de incrementar ese valor con la ayuda de nuestros materiales a agregar.

La capacidad portante es cuando las cargas que transmiten la capa de rodadura no deben exceder el soporte de la subrasante. Una función del tipo de suelo es la

¹⁰ (AGUIRRE, y otros, 2012 pág. 7)

capacidad de carga, del nivel de cómo se compacte y del contenido de agua que posean.

Esto es, en resumen, una relación de capacidad y demanda, donde la primera tiene que superar a la segunda para poder continuar con el diseño, pues este es el principio de toda construcción.

En la Capacidad última de carga hay diversas formas de calcularlo, y esto es necesario para poder elaborar una mejor subrasante, de acuerdo a nuestra demanda.

Varios autores han creado muchos ejercicios para calcular la resistencia portante del suelo. El concepto de la gran mayoría expresa casi lo mismo, y nos dicen que lo que debe soportar un suelo viene de los aportes que genera la cohesión, el ángulo de fricción interna y el peso específico del suelo.¹¹

Podemos decir que la capacidad última de carga, es la carga por cada unidad de área de la base por la cual se presenta la falla por corte en el terreno. Es una regla relevante que considera la resistencia en la cual se apoya el suelo. No solamente es una característica del tipo de suelo, depende además de las condiciones donde se encuentra, como puede ser su compactación o su nivel de humedad.

Una vez identificado el suelo es importante reconocer su tipo y su clasificación, de esa manera mediante los ensayos vamos a reconocer sus características. Es importante también hacer una evaluación de la carpeta asfáltica para tener en cuenta cuanta carga va soportar nuestra subrasante y no permita que tenga fallas.

Podemos definir la deflexión de un pavimento como la respuesta de la estructura cuando está siendo sometida a una fuerza vertical. Podemos definirlo también como el movimiento vertical de la estructura un pavimento cuando se somete una carga; casi siempre, la carga es producida por el tránsito vehicular. Cuando aplicamos una carga en la superficie no solamente se mueve el punto bajo su aplicación, brindando una deflexión

¹¹ (PICÓN, y otros, 2019 pág. 10)

máxima, además también se mueve alrededor del eje donde se aplica la carga, que se llama cuenco de deflexión.¹²

Es importante saber la definición de la deflexión, pues la capacidad portante tiene que ver directamente con la carga que podrá soportar el terreno y poder ver su comportamiento nos ayudará a saber también si nuestra subrasante es apropiada para soportar toda la carpeta asfáltica y el peso del vehículo.

En el Modo de falla a corte en el suelo Consideraremos la falla a corte local lo siguiente:

Esta falla es producida cuando se alcanza la capacidad última de carga, la cual se muestra formando claramente definida una superficie que se puede deslizar, esta fundación termina por desbordarse hacia los lados y por último a la superficie del terreno. Esta falla será de manera repentina y con a veces se podrá ver inclinaciones muy marcadas que generará hacia un lado, el colapso final.

muestras muy claras de cómo se comportan las fundaciones verdaderas y algunos modelos de fundaciones nos permitieron identificar tres diferentes tipos de falla del suelo en algunas fundaciones en la superficie bajo cargas que son estáticas, y estas son: ¹³

- Falla: producida por corte general
- Falla: producida por corte local
- Falla: por punzonamiento

Estas tres fallas son las más comunes que encontramos, según el autor esto sucede cuando se alcanza la capacidad última de carga.

En la Falla producida por corte general Consideraremos la falla producida por corte general lo siguiente:

¹² (Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto, 2011 pág. 74)

¹³ (FERNÁNDEZ Gálvez, 2015 pág. 11)

Consideramos el caso de una fundación larga rectangular (eso quiere decir que teóricamente su longitud es infinita) tiene un ancho B , ubicada en la superficie de arena que es densa o suelo arcilloso que es rígido como se puede observar en la figura 3, Ahora bien, si aplicamos de manera gradual la carga " q " a la fundación, aumentará el asentamiento de la misma manera. En una situación particular, cuando la carga por área " q " es igual a la capacidad de la última carga de la fundación " q_u " se genera el asentamiento " S_u " eso quiere decir que, el suelo sufrirá una falla al corte y la zona de falla que está en el suelo de uno o de ambos lados de la fundación se ampliará hasta la superficie, y se podrá ver un 12 abombamiento interesante de la superficie del suelo alrededor de la fundación.¹⁴

Esta es una falla donde presenta una carga que abarca gran área del terreno de manera longitudinal y hasta infinita, suele ocurrir más en arena densa o suelo arcilloso.

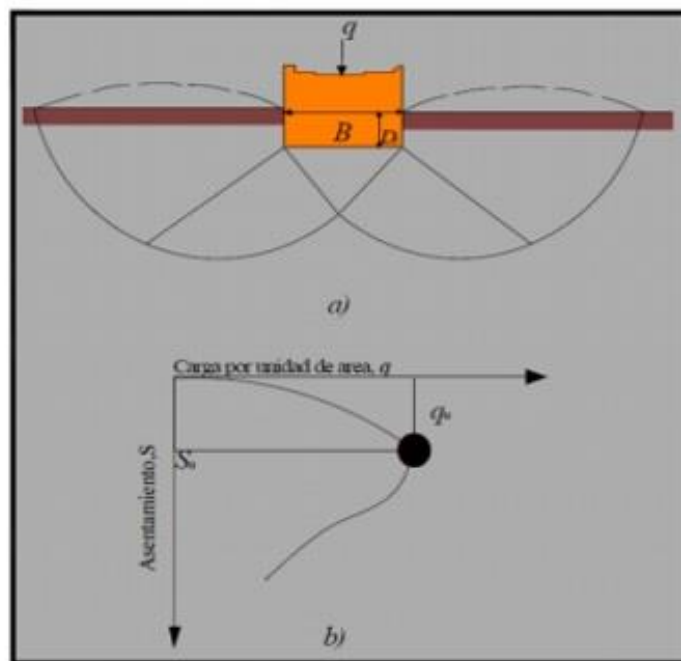


Figura 3: Falla de corte general del suelo

Fuente: Braja M, 2010

¹⁴ (FERNÁNDEZ Gálvez, 2015 pág. 11)

En la *Falla producida por corte local* Esto se presenta por que la fundación de la superficie, reposa sobre suelo arenoso o sobre un suelo arcilloso levemente compactado.

En la siguiente de carga-asentamiento, se puede ver que mientras más va aumentando la carga "q" sobre la base también el asentamiento crecerá. No obstante, en esta situación la superficie que falla que fue en el suelo se ampliará poco a poco hacia fuera desde la base, el movimiento de la base tendrá sacudidas repentinas. Entonces requerimos un movimiento importante de la base para que se extienda el área de falla en el suelo hasta el terraplén como muestra la línea discontinúa en la figura 4.¹⁵

A diferencia de la falla por corte general donde el asentamiento ocurre longitudinalmente de una forma más homogénea, esta falla se extiende a lo largo de la fundación, pero de forma más gradual.

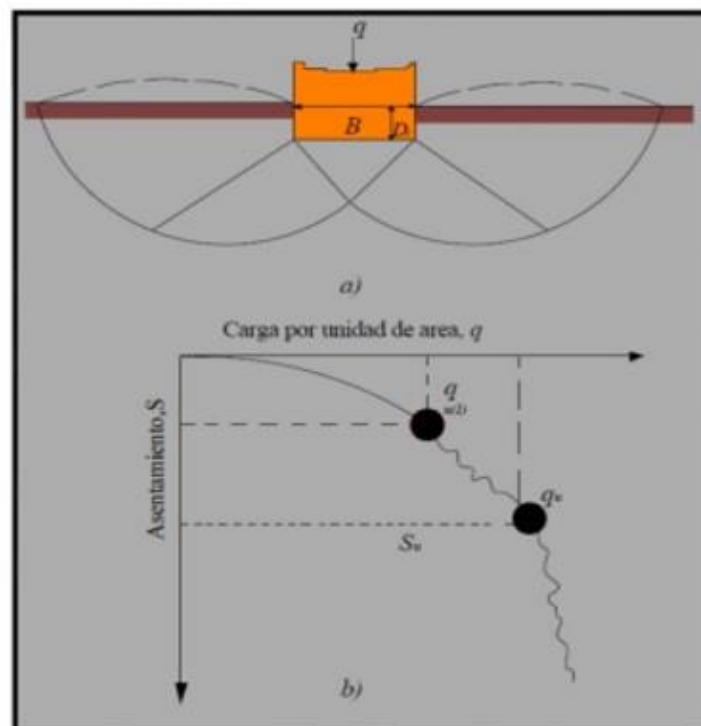


Figura 4: Falla de corte local de un suelo

Fuente: Braja M, 2010

¹⁵ (FERNÁNDEZ Gálvez, 2015 pág. 12)

En la *Falla por punzonamiento* este ejemplo es la base a considerar, soportará un suelo de arena muy suelta o quizá sobre un suelo arcilloso muy blando. La relación carga-asentamiento para este tipo de falla será como en la figura 5.

En esta ocasión la base tiende a hundirse cortando el la superficie del terreno desplazándose verticalmente y esto llega a dañar el terreno colindante, queremos decir que la superficie donde falla del suelo no se ampliará hasta la superficie del terraplén y asimismo como el caso pasado, aquí no podremos observar un valor de carga pico, pues más allá de la última carga que es la falla q_u , la relación carga y asentamiento se moverá y será casi lineal.¹⁶

Como menciona el autor, este tipo de falla no extiende su asentamiento de forma longitudinal o graduada como las anteriores, más bien esta falla corta el terreno y se extiende de manera vertical.

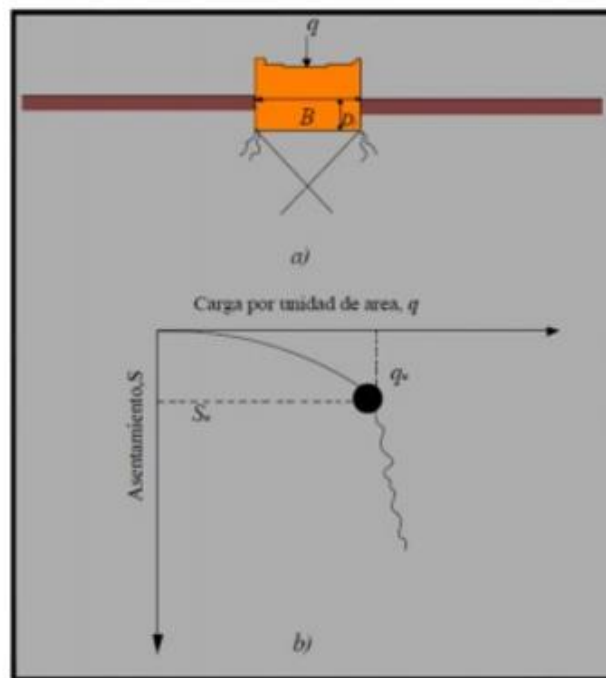


Figura 5: Falla al corte por punzonamiento de un suelo
Fuente: Braja M, 2010

¹⁶ (FERNÁNDEZ Gálvez, 2015 pág. 13)

La Tusa de maíz “Es la estructura que conecta la mazorca con el tallo, eje central o raquis al que se adhieren los granos en forma de hileras. Este residuo agrícola se obtiene al separar los granos de maíz de la mazorca.”¹⁷

Es la planta con origen en América y la FAO la considera como el cereal con mejor producción en el mundo, alimento con una rica historia de nuestros antepasados y con gran cantidad de usos, ahora también podemos encontrar dentro de sus características una alternativa para el combustible y que aumentan las posibilidades energéticas de la región y también ayuda en la prevención de la contaminación ambiental.¹⁸

Se ha descubierto que en el residuo del maíz ahora se encuentran propiedades de combustible, aparte de los demás usos que tiene (que posteriormente lo veremos), sigue el proceso de investigación por encontrarle más propiedades positivas.



Figura 6: Tusa de maíz

Fuente: Chicaiza, 2017

¹⁷ (CHICAIZA, 2017 pág. 27)

¹⁸ (Tusa del maíz: una fuente de energía renovable., 2013 pág. 62)

El uso de tusa de maíz es para diferentes fines, sin embargo, hay sectores donde no son aprovechados como debe ser, por el contrario, es un agente que aporta más a la contaminación que para otros fines.

[...] se convirtió en un elemento contaminante, como lo menciona Víctor Nova Casares, líder del proyecto de investigación: “gracias a que este producto suele quemarse al aire libre, no parece ser muy valorado por los agricultores, se está convirtiendo en un problema muy grande para poder manejarlo y darle una buena disposición. [...]”¹⁹

Parte de la investigación es también concientizar a las personas, productores y cultivadores de la tusa de maíz que están acostumbrados a desechar estos productos y quemarlos a espacios abiertos contaminando el medio ambiente, a poder reutilizar y aprovecharlos con fines más positivos como es el uso de sus cenizas en la subrasante, tratando de conseguir métodos y ensayos que no contaminen el medio ambiente.

Disminuye el color de las aguas residuales porque tiene una capacidad absorbente que le permite disminuir y filtrar el residuo de las aguas, generando un excelente resultado de reducción de color y turbiedad.

Es un Abrasivo de limpieza con tusa de maíz triturado y sirven para limpieza por abrasión o rozamiento, son colocadas en ollas vibro-giratorias permite secar las piezas, sin afectar la superficie sean metálicas, plásticas o de vidrio, mediante soplete sirve para la limpieza a presión en interiores de fábricas, equipos mecánicos y piezas metálicas.

Se producen tableros aglomerados con tusa de maíz triturado “Los tableros aglomerados son paneles compuestos de partículas o virutas de tusa maíz, son resistentes a perforaciones, los aglomerados presentan una estructura muy compacta con poco volumen, tienen buen comportamiento a flexión”.²⁰

¹⁹ (Tusa del maíz: una fuente de energía renovable., 2013 pág. 63)

²⁰ (CHICAIZA, 2017 pág. 28)

Estos aglomerados son usados en su mayoría para fines de carpintería, aprovechando bien estos recursos, en vez de ser botados o quemados a espacios abiertos.

Las Propiedades de tusa de maíz son muchas, por ejemplo, este producto es liviano, es de forma cilíndrica y material sólido, se forma a partir del esclerénquima las células muertas conforman este tejido y son ayudas en el soporte. Según cada especie de maíz, los colores varían. Además, no tiene una superficie uniforme, presenta una estructura formada en capas, es porosa y esponjosa con pequeños hoyos, su densidad está en el siguiente rango 170 kg/m³ hasta 295 kg/m³, aproximadamente.

Estructura de tusa de maíz es de forma tubular y alargada, tres capas la conforman, el núcleo es blanda y esponjoso, también está el anillo que tiene tejidos leñosos y además está la superficie externa paja leñosa.

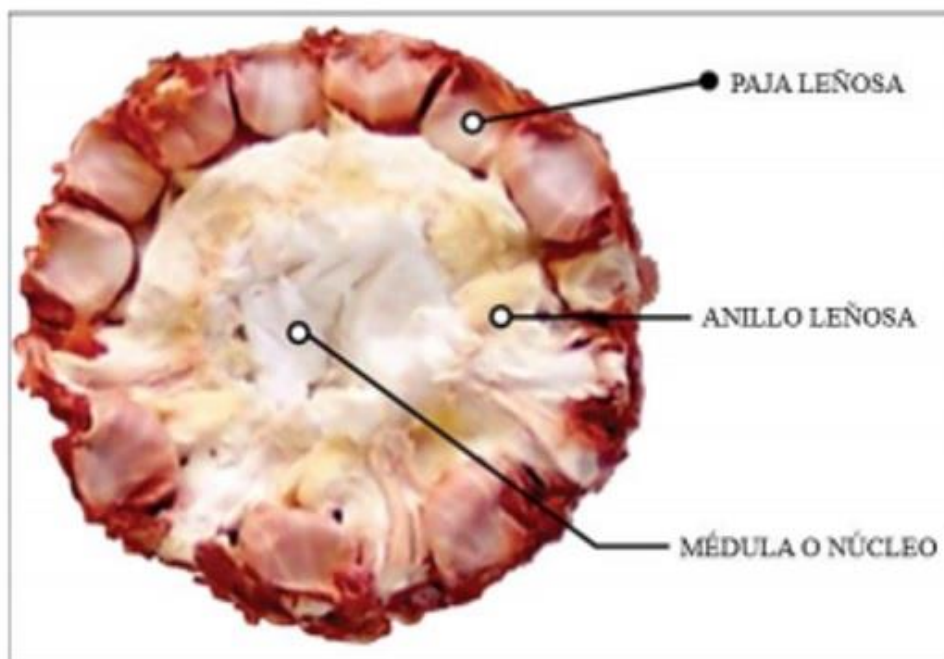


Figura 7: Estructura de la tusa de maíz

Fuente: Chicaiza, 2017

Propiedades Químicas

Tabla 2. Análisis químico en tusa de maíz

Análisis Químico	Contenido
Carbono	44%
Hidrógeno	7%
Oxígeno	47%
Nitrógeno	0.7%

Fuente: READE “Specialty chemicals resource”

Los residuos de este producto contienen gran materia orgánica y se pueden convertir en cenizas, para aprovechar su potencia en calor en aspectos industriales. Las cenizas generadas poseen cantidad de óxidos ácidos, y sobre todo de dióxido de silicio, y sorprendentemente pueden poseer propiedades puzolánicas.²¹

Las cenizas de muchos productos orgánicos tales como la tusa de maíz pueden presentar propiedades puzolánicas, puesto que contiene un alto porcentaje de óxidos ácidos.

El maní es una planta, parte de los frutos secos, este producto tiene propiedades muy importantes, no solamente para la alimentación, sino para otros fines, gracias a su capacidad y sus propiedades de resistencia que poseen.

²¹ (Utilización de residuos agroindustriales en ligantes puzolánicos para uso vial, 2016 pág. 64)

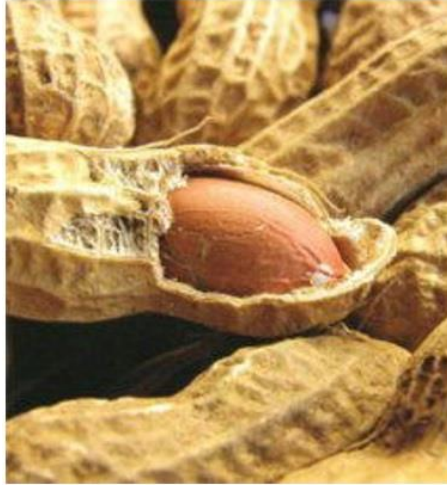


Figura 8: El maní

Fuente: Cuauro, 2015



Figura 9: El maní

Fuente: Sellan, 2015

Este producto presenta composiciones variadas. Generalmente estas provienen de un lugar de desecho, procesamiento y selección del grano. Sería importante y aprovechable la tierra vegetal o humus, y también insectos que pueden ser parte importante en el tiempo de la siega y el transporte del maní. ²²

Como menciona el autor, el maní tiene una composición variada, tiene poca humedad y más fibra cruda, esto hace que su capacidad de resistencia sea mayor.

²² (Materiales compuestos de cascaras de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos químicos sobre las propiedades mecánicas., 2010 pág. 139)

“La carga de los depósitos es un gran problema y la quema de pilas abiertas no es aceptable por razones medioambientales, por lo que la mayor parte del depósito va al vertedero”.²³

Como el autor menciona, la mayoría de cáscaras de alimentos son desechados y quemados al aire libre, generando una gran contaminación ambiental, es por ello que el uso de estos materiales también puede ayudar a menguar la contaminación.

“Puntualmente, las características químicas de un producto vegetal dependen mucho de la variedad, el clima o el lugar donde varios cultivan. Existen mucha variedad de maní, esto influye en la cantidad y diversidad de algunos de las características químicas de la cáscara.”²⁴

“Tenemos que decir que, esos compuestos químicos que se mencionaron, están en función de la metodología que se está aplicando, y de los objetivos de la investigación”.²⁵

En el Perú existen diversidad de zonas geográficas, diversidad de climas y, por ende, diversidad de suelos, eso hace que cada producto tenga una familia muy amplia, y esto ocurre también con el maní, haciendo más interesante el estudio que se le puede hacer.

La Ceniza de cáscara de maní Se ha descubierto cosas interesantes de la cáscara de maní, al igual que la tusa de maíz, este producto también se quema muchas veces al aire libre generando daños ecológicos.

“Las cenizas que se obtienen por la incineración de cáscaras de maní presentan propiedades puzolánicas que las hacen adecuadas para su uso como ligantes en mezclas con suelo y cal, y como aditivos puzolánicos del cemento portland”.²⁶

²³ (KARTINI, y otros, 2011 pág. 169)

²⁴ (Materiales compuestos de cascaras de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos químicos sobre las propiedades mecánicas., 2010 pág. 139)

²⁵ (Materiales compuestos de cascaras de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos químicos sobre las propiedades mecánicas., 2010 pág. 139)

²⁶ (Utilización de residuos agroindustriales en ligantes puzolánicos para uso vial, 2016)

Los desechos agroindustriales producidos por la industrialización de maní en Córdoba (Cosecha 2014 - 2015: 1,27 millones de toneladas, según el Informe de intercambio de cereales, en La Voz, 2015), se presentan como combustible para calderas industriales. Desde este último uso, el Las cenizas que constituyen entre 2 y 5% en peso de los depósitos utilizados como combustible permanecen como residuos. Una caldera cascarera que suministra vapor de agua y parte de la demanda de electricidad de una planta petrolera, utiliza 450 a 500 toneladas por día de cáscara, que produce 10 a 25 toneladas por día de cenizas.²⁷

Se han ido descubriendo características muy importantes de la cáscara de maní que pueden ser muy útiles en las industrias y también para objetos de investigación, sin embargo, no todos le dan el valor que le corresponde.

Este material normalmente no tiene ningún valor para quien lo posee a nivel agroindustrial, y al ser desechado inadecuadamente, puede generar problemas de contaminación ambiental y de salud. Los residuos, en muchos casos, no se reutilizan, sino solo son incinerados o lo botan a basureros, ríos y quebradas, sin algún tipo de tratamiento, contribuyendo a la contaminación del medio ambiente.²⁸

El autor menciona que las cenizas de cáscara de maní tienen características puzolánicas, por ello, puede ser un buen material para el mortero, con ello descubrimos o podemos hipotetizar que este producto nos sirve en varios campos en la ingeniería.

Como es sabido, las reacciones puzolánicas son aquellas que tienen en cuenta la interacción entre la sílice amorfa o débilmente cristalina del suelo y los óxidos e hidróxidos de calcio. Tales reacciones producen silicatos hidratados de calcio, de características cementantes y tiempo dependientes.²⁹

Las reacciones puzolánicas de las cáscaras de maní pueden originar que en la subrasante del suelo este pueda lograr también aumentar la capacidad portante.

²⁷ (Study of peanut husk ashes properties to promote its use as supplementary material in cement mortars., 2014)

²⁸ (Evaluación de tusa y cáscara de maíz como sustratos para el cultivo de pleurotus pulmonarius, 2016 pág. 32)

²⁹ (Utilización de residuos agroindustriales en ligantes puzolánicos para uso vial, 2016 pág. 69)

Las cáscaras de maní (*Arachis Hypogaea*) son un desperdicio de agroindustria abundante en la región de Córdoba, en Argentina, que concentra el 95% de lo que se produce de maní del país. En 2011, se produjeron casi 1 millón de toneladas, generando alrededor de trescientas mil toneladas de cáscaras como residuos (Cámara Argentina de Maní, 2012). Hoy en día, las cáscaras de maní se usan en la fabricación de paneles, la producción de lotes de alimentación y para la fabricación de carbón activado. El uso principal es como combustible en procesos industriales, lo que genera una cantidad significativa de ceniza utilizada como relleno sanitario sin agregar valor, estimando una producción de treinta toneladas por día de residuos.

Como materiales aglutinantes complementarios, se han realizado muchos trabajos de investigación sobre estos desechos, por ejemplo, cenizas de cáscara de arroz, cenizas de paja de trigo, cenizas provenientes del bagazo de la caña de azúcar, cenizas de aceite de palma, cenizas de polvo de madera. Se ha demostrado que el cemento agregado con estas cenizas tiene un comportamiento similar o mejor que el concreto normal en edades posteriores a los 28 días. Es bien sabido que las características puzolánicas de las cenizas dependerán de cómo están compuestos químicamente, un parámetro asociado con la naturaleza de Los residuos agroindustriales, y su morfología y propiedades cristalográficas, parámetros asociados a sus condiciones de combustión.³⁰

Encontramos también que hay otros materiales aglutinantes, que han sido objeto de investigación, esto marca precedentes sobre el uso de materiales orgánicos que suelen ser aprovechados para otros fines fuera del área de salud.

La morfología de las cenizas depende de la temperatura quemada de las conchas, por lo tanto, es aconsejable controlar este parámetro para evitar la formación de cristales de fase para aumentar la reactividad de las cenizas, siendo 500 °C una temperatura adecuada para la calcinación.³¹

Como el autor menciona, dentro del estudio de las cenizas es importante la temperatura con la cual se llevará a cabo el ensayo, pues podríamos disminuir las propiedades de la materia si es que lo incineramos muy por encima o por debajo de lo recomendado.

³⁰ (Study of peanut husk ashes properties to promote its use as supplementary material in cement mortars., 2014 pág. 906)

³¹ (Study of peanut husk ashes properties to promote its use as supplementary material in cement mortars., 2014 pág. 910)

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación

En este espacio es muy importante que el diseño sea el más apropiado por el bien del objetivo de la investigación, debe describirse lo suficiente, y dando características a la dimensión de correspondiente del Investigador, es decir, esto depende de la forma en que él pudo manipular las variables independientes enfocándose en los objetivos.³²

Diseño de investigación

“Para comprobar las causas de las hipótesis. Aplicamos estímulos adrede a objetos de estudio o unidades de experimento [...]”³³

El diseño es Cuasi Experimental, pues busca establecer relaciones de la causa y efecto cuando manipulamos la variable independiente en una situación en particular: Como en el caso del verdadero experimento, el objetivo principal del cuasiexperimento es analizar las relaciones causales entre las variables independientes y dependientes. En este diseño de investigación se observa el efecto que causa la variable independiente en la variable dependiente.³⁴

Tipo de investigación

Esta investigación tiene como finalidad encontrar soluciones a un inmediato problema que una sociedad puede pasar o un organismo empresarial/ industrial.³⁵

La investigación es aplicada, pues su finalidad es solucionar un problema determinado o planteamiento en específico, este se enfoca en la búsqueda y trata de consolidar del conocimiento ya existente para su aplicación y esto hace que

³² (Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto, 2011 pág. 39)

³³ (Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación, 2015 pág. 7)

³⁴ (GILL, y otros, 2002 pág. 66)

³⁵ (KOTHARI, 2004 pág. 3)

aporte al desarrollo del conocimiento general en el ámbito de la investigación, es decir, se cuelga de las normas, reglamentos o fórmulas ya establecidas para generar un aporte mayor y mejor uso de estas.

“Este tipo de investigación considera los estudios que se agarran de teorías científicas que han sido validadas, para solucionar problemas prácticos y controlar situaciones de la vida diaria”.³⁶

Nivel de investigación

El nivel es explicativo pues se enfoca a establecer las causas originarias de un determinado contexto. Es un tipo de investigación cuantitativa por que trata de descubrir cómo se da un fenómeno y para qué. Nos muestran las causas y consecuencias de lo que se estudió partiendo de una explicación del tema deduciendo a partir de teorías o normas. Esta investigación genera definiciones operativas referidas al fenómeno que hemos estudiado y nos da un modelo más real hacia el modelo de estudio.

Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo porque está estructurada de una forma para analizar y recolectar datos obtenidos de diversas fuentes. Esta investigación cuantitativa requiere el uso de estadísticas, herramientas informáticas, y matemáticas para poder obtener resultados. Además, concluye con su propósito porque trata de cuantificar el problema y entender que mediante la búsqueda puede generalizar resultados que pueden ser proyectados a una población más grande.

“De igual manera, el enfoque cuantitativo no sólo explora, describe o explica, un solo fenómeno, también busca inferir partiendo de una muestra a una población, indicando la relación que existe entre variables o características de la observación de aquella muestra”.³⁷

³⁶ (La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica, 2009 pág. 160)

³⁷ (Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación, 2013 pág. 181)

3.2 Variables y Operacionalización

Las *Variables* son los objetos de estudio que son la pieza principal y nos ayudan a entender de qué trata nuestro proyecto. En nuestro título de investigación tenemos que plasmar las variables que vamos a utilizar, estos vienen a ser los objetos de estudio y deben ser claros y concisos, sea una, dos o más variables deben guardar una relación de lo que se quiere investigar.

El proceso de refinación y revisión de las preguntas de investigación realizadas en la Etapa 1 debería haber producido una comprensión clara de las variables y conceptos clave de la investigación.³⁸

Existen variables independientes y variables dependientes, estos pueden llevar un orden jerárquico de estudio, una relación de igualdad, o también de causa y efecto.

Aunque los términos son similares, sus significados son muy diferentes y la capacidad de distinguirlos es esencial para comprender y diseñar estudios de investigación.³⁹

Variable Independiente

Variable Independiente 1: Ceniza de tusa de maíz

Variable Independiente 2: Ceniza de cáscara de maní

Variable Dependiente

Propiedades de la subrasante con baja capacidad portante

La Operacionalización de variables [...] Quiere decir ponerlas en una tabla y desglosarlas para hacer fácil su comprensión. Su función es hacer ver al lector la forma en que se conceptualizó y se operó las variables, así mismo trata de ver la manera en que se verá desde la perspectiva estadística.⁴⁰

³⁸ (BICKMAN, y otros, 2008 pág. 13)

³⁹ (Independent, Dependent, and Other Variables in Healthcare and Chaplaincy Research, 2014 pág. 162)

⁴⁰ (¿Cómo plantear las variables de una investigación?: operacionalización de las variables, 2019 pág. 9)

El autor menciona que la mejor forma de poder entender las variables de estudio, es poder conceptualizarlas para poder comprenderlo mejor. Esto hará que nos acerquemos más a los instrumentos y así poder desarrollar mejor los problemas planteados.

3.3 Población y muestra y muestreo

Población

La población viene a ser el grupo de elementos u objetos de estudio que poseen ciertas características que se pueden observar, este conjunto debe ser estadísticamente de una forma representativa.

La población de estudio viene a ser los suelos con baja capacidad portante del distrito de Villa María del Triunfo. Definiremos la muestra que represente el desarrollo del presente estudio.

Muestra

La muestra nos ayuda a que podamos delimitar cada vez más nuestros principales objetos de estudio, en función de lo que nos conviene para acercarnos más al objetivo.

La muestra son 3 calicatas de la subrasante con poca capacidad portante de la Prolongación José Carlos Mariátegui en Villa María del Triunfo, escogidos según la norma NTP 339.150 (ASTM D 2488).

Muestreo

Podemos dividir los procedimientos del muestreo en dos grupos: 1) los muestreos aleatorios o probabilísticos y 2) muestreo no probabilístico. La diferencia está por la utilización de métodos de estadística para la elección de los participantes.⁴¹

⁴¹ (El protocolo de investigación III: la población de estudio., 2016)

Nos permite poder seleccionar casos particulares de una población que limita la muestra en este caso. Se usa en casos donde la población varía mucho y por consiguiente la muestra es pequeña.⁴²

En este caso el muestreo viene hacer no probabilístico, pues seleccionamos los objetos de estudio de manera intencional para tener una mejor evaluación y poder acercarnos más a los objetivos que queremos llegar.

Haremos 3 calicatas en el suelo según la norma NTP 339.150 (ASTM D 2488), utilizando la técnica de la observación, evaluaremos las propiedades físicas y verificaremos su estado, llevaremos al laboratorio para observar sus características y posteriormente repetir la misma secuencia de esos suelos mezclados con tusa de maíz y cáscara de maní para observar su comportamiento mecánico.

Unidad de análisis

Es el elemento de estudio que el investigador delimita. podemos decir que la parte principal de la unidad de análisis vienen a ser un concepto: puede ser una especie de grupos y no una determinada entidad del tiempo y espacio.⁴³

Nuestra unidad de análisis es La subrasante con baja capacidad portante.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las Técnicas de recolección de datos son mecanismos que se usan para medir y reunir información de manera ordenada y con un objetivo puntual.

Las técnicas que usaremos para esta investigación son la técnica de la observación y la técnica de experimentos, este último se refiere a los ensayos que realizaremos para obtener nuestros resultados numéricos como es características de la investigación cuantitativa.

⁴² (Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio, 2017 pág. 230)

⁴³ (AZCONA, y otros, 2013 pág. 70)

Esta técnica consiste precisamente en observar el desarrollo del problema que se quiere analizar. Este método se puede utilizar para ganar información cualitativa o cuantitativa de acuerdo con lo que se quiere realizar. ⁴⁴

Esta técnica nos ayudará a poder identificar en primera instancia el problema que queremos resolver, pues con ello ganaremos un mejor panorama antes de poder aplicar los instrumentos.

Instrumentos de recolección de datos recopilan datos, precisan y sistemática es fundamental para realizar investigaciones científicas.

Para un mejor panorama de los instrumentos de nuestra investigación, mostraremos a través de la siguiente tabla el esquema de técnicas e instrumentos que vamos a utilizar.

Tabla 3. Técnicas e Instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
OBSERVACIÓN	Registro Anecdótico
	Notas de campo
	Ficha de seguimiento
	Grabadora, cámara de video
EXPERIMENTOS	ENSAYOS
	Diseño de mezcla
	CBR
	Límites de Atterberg
	Proctor modificado
	Granulometría
	Contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

La Validez es el grado que una prueba o conjunto de operaciones miden lo que tienen que medir. No obstante, en varios casos el concepto del rasgo puede no ser muy clara y se complicaría expresar la validez del conjunto de operaciones. ⁴⁵

⁴⁴ (Caro, 2019)

⁴⁵ (Confiabilidad y Validez, 1966 pág. 77)

Es muy importante que para nuestra investigación podamos conseguir buenos laboratorios para los ensayos, pues ello hará que nuestro trabajo adquiera garantías en resultados. Hoy en día las empresas y fábricas se interesan mucho porque su centro laboral cuente con las mejores certificaciones y estándares internacionales, eso lo inserta en el mercado como una institución importante y con garantías en lo que ofrece. Así mismo debe suceder con nuestro trabajo de investigación, buscar laboratorios recomendados por expertos, validados por gente de experiencia y que tengan certificaciones de grado internacional.

La Confiabilidad es el análisis de cuan confiable es un instrumento requiere una determinación de la consistencia absoluta o relativa de medidas repetidas del mismo objeto o grupos de objetos. ⁴⁶

Cuanto mejor sea la confiabilidad, más precisos serán los resultados, esto aumenta la posibilidad de decidir mejor en la investigación. La confiabilidad es algo necesario, pero no alcanza para la validez de la investigación. ⁴⁷

La confiabilidad ayuda a que nuestra investigación se acerque más a los resultados reales, el autor menciona que la confiabilidad es muy necesaria, pero es una condición insuficiente para la validez.

La confiabilidad de nuestra investigación viene a ser los equipos que utilizaremos, correctamente calibrados para llegar a resultados más exactos. Un Equipo correctamente calibrado nos permite, por ejemplo, que en 3 muestras que realicemos por cada ensayo, estas obtengan resultados iguales o parecidos, esta será nuestra garantía a lo largo del experimento.

⁴⁶ (Confiabilidad y Validez, 1966 pág. 74)

⁴⁷ (Two Criteria for Good Measurements in Research: Validity and Reliability, 2017 pág. 11)

3.5 Procedimiento

1- Pruebas de los agregados

La granulometría del agregado fino y grueso se hace en base a la NTP 400.012

- Se seca la muestra en el horno a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas ya que la muestra debe estar completamente seca.
- Se determina el peso de la muestra.
- Preparar el tamizado para posteriormente pasar la muestra.
- Agitar los tamices y pesar la cantidad retenida en cada malla.
- Evaluar el porcentaje retenido y el porcentaje que pasa en cada tamiz.

2- Extracción de la tusa de maíz y cáscara de maní

Estos materiales son extraídos en una condición húmeda de los territorios agrícolas, es recomendable mantenerlo en lugares secos para facilitar su incineración.

3- Preparación de las cenizas

Se obtendrá las cenizas mediante el ensayo de determinación de las cenizas según la NTP 209.265.

- El material será quemado en un horno a una temperatura aproximada de 600°C .
- Se escogerá un peso determinado para la muestra y se colocará en una mufla para enfriarse.
- Una vez obtenida nuestra muestra seca se almacenará en recipientes.
- Añadimos la dosificación requerida a nuestra muestra de suelo ya preparada con los ensayos respectivos.

4- Ejecución del ensayo de contenido de humedad

- Seleccionar un recipiente de peso y masa conocida.

- Una vez obtenida la cantidad de la muestra, poner en el recipiente y calcular el peso de recipiente + muestra.
- Se pone la muestra en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.
- Una vez secado el material se retira del horno a una temperatura estable para luego determinar su peso seco y hacer los cálculos respectivos.

5- Ejecución del ensayo de límite líquido.

- Una vez preparado el material, se pone una parte en la cazuela y se enrasa sobre la copa de Casagrande, su máximo valor de profundidad será aproximadamente 10 mm.
- Se hace una ranura de arriba hacia debajo de manera continua.
- Accionamos la cazuela aproximadamente a 2 golpes por segundo hasta que el fondo de la ranura se cierre a lo largo de 13mm.
- Se extrae en un recipiente la muestra de la copa y calculamos su peso.
- Se limpia y se lava el ranurador y la cazuela y se realizan dos muestras más.
- Registramos el peso de recipiente más la porción de suelo. Secamos la muestra en el horno a una temperatura de $\pm 110^\circ \text{C}$ y se hacen los cálculos respectivos.

6- Ejecución del ensayo de límite plástico

- Seleccionamos una porción de 1,5 – 2,0 g, aproximadamente de la muestra que hemos preparado.
- Hacemos rodar la muestra entre la mano y la placa de vidrio hasta formar rollos.
- Se debe formar un rollo de diámetro uniforme de 3,2 mm Aproximadamente.
- Repetimos nuevamente los pasos hasta que el material alcance el diámetro de 3,2 mm, se agriete y se desmorone.
- Colocamos en un recipiente de masa conocida y registramos el peso de muestra más recipiente.

7- Ejecución del ensayo del CBR

- Pesar del molde, cada molde debe tener escrita su altura y volumen.




- Se debe armar el equipo de compactación de tal manera que sea estable durante el proceso del ensayo.
- Se hace la compactación, que para el caso serán cinco 5 capas.
- Retiramos la camisa superior del molde y enrasamos la muestra, apartamos el material sobrante como una muestra representativa para determinar el porcentaje de humedad.
- Pesamos el conjunto del molde más el suelo compactado.

3.6 Métodos de análisis de datos




Primero se identifica los datos. Debemos imaginar para esto, que datos vamos a necesitar, dónde podemos encontrarlo y cómo lo conseguiremos. Una vez que disponemos de nuestros datos, debemos seleccionar los que nos sirvan para nuestros objetivos. ⁴⁸

A continuación, le mostramos los ensayos que se realizarán y los que se tomarán en cuenta para su posterior análisis.

Tabla 4. Ensayos

N°	ENSAYOS	PROCESO	IMAGEN
1	Diseño de mezcla	Seleccionamos los ingredientes con las distintas dosificaciones indicadas de las cenizas para buscar la mezcla óptima con nuestro suelo y aumentar su capacidad portante.	
2	CBR	La prueba consiste en determinar la carga que hay que aplicar a un pistón circular de 19,35 cm ² para introducirlo en una muestra de suelo a una velocidad de 1,27 mm/min y hasta obtener una penetración de 2,54 mm.	
3	Límites de Atterberg	Los límites de Atterberg son propiedades índices de los suelos, con que se definen la plasticidad y se usan en la identificación y clasificación de un suelo.	

⁴⁸ (GARCÍA, 2005 pág. 1)

4	Proctor Modificado	A través del Proctor, determinamos la máxima densidad seca de un terreno en relación con el nivel de humedad, a una determinada energía de compactación.	
5	Granulometría	Se calcula el peso de la muestra retenida en cada tamiz y se registra. La suma de los pesos retenidos en todos los tamices y el peso inicial de la muestra no debe diferir en más del 1%.	
6	Contenido de humedad	Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua.	

Fuente: Elaboración propia

Los ensayos mencionados en la tabla anterior serán analizados en los laboratorios respectivos en el tiempo de ejecución del proyecto para posteriormente obtener los resultados finales.

3.7 Aspectos Éticos

Este trabajo está elaborado con los principios y normas establecidas asociados al tema, respetando las autorías y referencias que se consideraron para nuestro apoyo,

Así mismo, esta investigación se ha desarrollado para el aporte general en conocimiento social, cultural y profesional y por lo cual no contempla copia alguna, pues ha sido elaborado para satisfacer nuevos conocimientos y ser de ayuda para quien lo requiera.

Por razones éticas no se dieron los nombres de algunas personas que han aportado en alguna recolección de datos o análisis de los mismos, esta información es privada a juicio del investigador, además todos los permisos y documentos pertinentes para satisfacer alguna duda de su autoría quedará registrada en este proyecto.

La Ética Es la ciencia la cual busca motivos para poder amoldar la conducta del ser humano al bien del planeta y debe tener un carácter científico pues le da validez universal y racional. ⁴⁹

El fin profesional del ser humano es amoldarse a un sistema donde pueda haber una relación donde ambos puedan brindarse lo mejor de sí, la conducta de la persona debe ser de bien para el planeta.

Por lo antes mencionado, cabe mencionar que este trabajo se buscará realizar de manera íntegra, profesional, con los valores éticos pertinentes y con la transparencia necesaria para lograr un mejor producto que sea ejemplo en lo cognitivo y en lo ético.

⁴⁹ (PÉREZ, 2014 pág. 7)

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Evaluación de las propiedades de la Subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de Tusa de Maíz y Cáscara de Maní, VMT 2019”

Acceso a la zona de trabajo:

Este proyecto beneficiará la entrada al AA.HH. La Candelaria, en el distrito de Villa María del Triunfo.

Ubicación Política:

La zona de estudio se ubicó en la región de Lima, Provincia de Lima, Distrito de Villa María del Triunfo, el cual limita con los siguientes distritos.



Figura 10. Mapa del Perú



Figura 11. Mapa de la Región Lima



Figura 12. Mapa del distrito de Villa María del Triunfo

Limita por el:

Norte: Con el distrito de La Molina

Sur: Con los distritos de Lurín y Villa el Salvador

Este: Con el distrito de Pachacamac

Oeste: Con el distrito San Juan de Miraflores

Esta zona de estudio fue designada con la finalidad de poder contribuir con la mejora de las vías locales con sub rasante con baja capacidad portante del distrito de Villa María del Triunfo, la muestra de estudio se encuentra en la Prolongación José Carlos Mariátegui.

Ubicación Geográfica

De manera geográfica el distrito de Villa María del Triunfo está en las coordenadas Latitud: -12.1622, Longitud: -76.9436 12° 9' 44" Sur, 76° 56' 37" Oeste, tiene un área de aproximadamente de 70,57 km² y una altitud de 158 m.s.n.m y hasta el 2017 contaba con una población de 398.433 hab.

Vías de Acceso:

Para poder llegar a la Prolongación José Carlos Mariátegui, Debemos ubicarnos en el paradero del hospital María auxiliadora en San Juan de Miraflores, y de ahí tomar una línea que vaya a San Gabriel alto, Las Lomas.

Clima:

El clima del distrito de Villa María del Triunfo es cálido y templado. Su precipitación es significativa, éstas pueden durar incluso durante el mes más seco del año.

Resultado de Laboratorios

Ensayo de compactación Proctor Modificado

Ensayo para obtener la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo compactado, el ensayo está basado en las normas ASTM D1557 / MTC E – 115.



Selección de muestra para el ensayo



Compactación con el pisón a 25 golpes uniformemente.

Tabla 5. Resultados del ensayo Proctor Modificado.

Muestra		Densidad Máxima Seca gr/cm ³	Contenido de Humedad Óptimo (%)
Patrón		1.877	8.8
Adicionando Ceniza de Tusa de Maíz	5%	1.871	9
	10%	1.864	9.2
	15%	1.857	9.5
Adicionando Ceniza de Cáscara de Maní	3%	1.875	8.9
	6%	1.870	9
	9%	1.868	9.1

Fuente: Elaboración propia

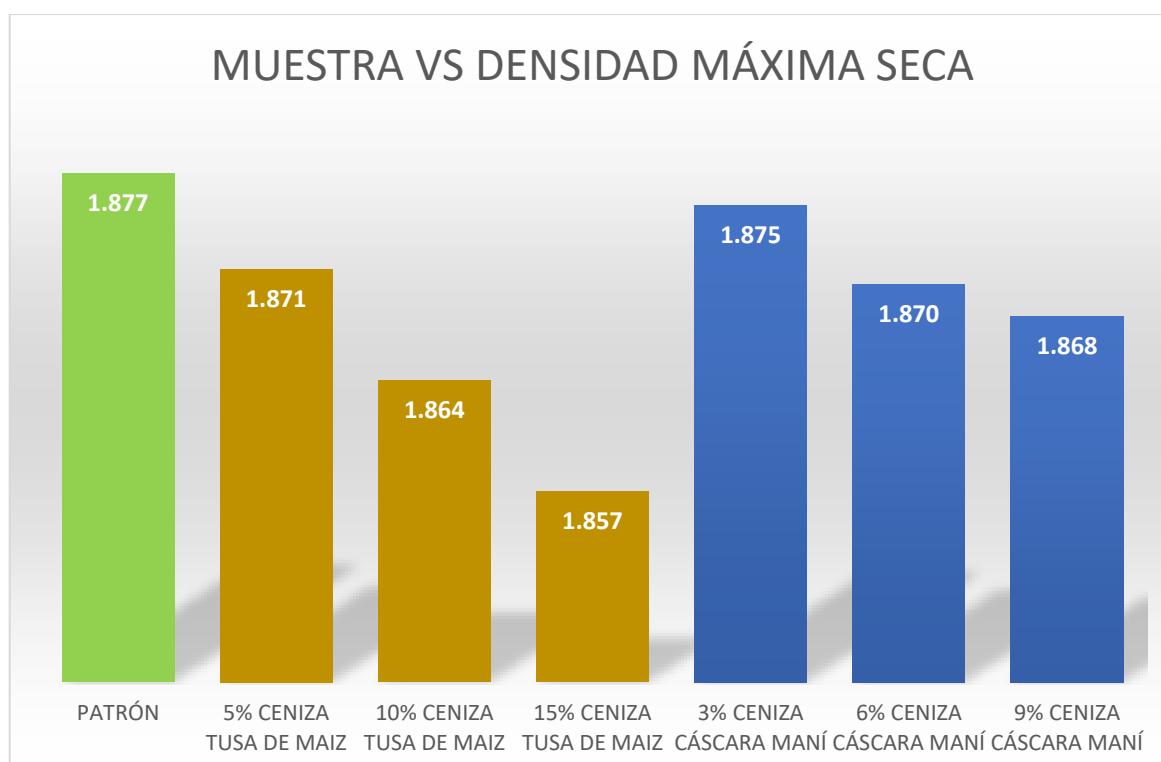


Gráfico 1. Muestra vs Densidad máxima seca

Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico 1 podemos observar que, a medida que vamos añadiendo cada porcentaje de ceniza de tusa de maíz y de cáscara de maní a la muestra patrón, la densidad máxima seca es menor. teniendo una diferencia del 0.02 gr/cm³ entre el patrón y el agregado del 15% de la ceniza de tusa de maíz, y una diferencia del 0.009 gr/cm³ entre el patrón y el agregado del 9% de la ceniza de cáscara de maní.

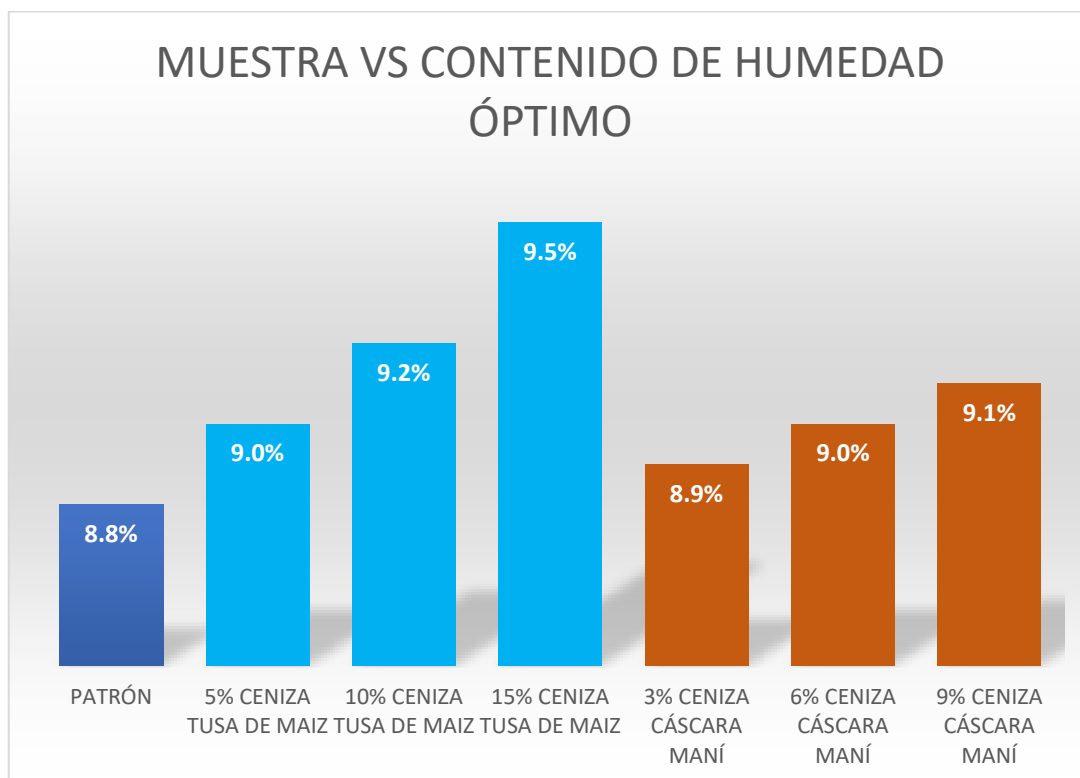


Gráfico 2. Muestra vs Contenido de humedad óptimo

Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico 2 podemos observar que a medida que vamos añadiendo cada porcentaje de ceniza de tusa de maíz y de cáscara de maní a la muestra patrón, el contenido de humedad es mayor. teniendo una diferencia del 0.7% entre el patrón y el agregado del 15% de la ceniza de tusa de maíz, y una diferencia del 0.3% entre el patrón y el agregado del 9% de la ceniza de cáscara de maní.

Ensayo de CBR

Este ensayo es para medir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y poder evaluar la calidad del terreno para la subrasante, el ensayo está basado en las normas ASTM D4D1883 / MTC E – 132.



Moldes listos para el ensayo del CBR



Introduciendo el molde bajo el agua durante 4 días para calcular su expansión.

Tabla 6. Resultados del ensayo CBR.

Muestra		CBR (100% MDS)0.1”	CBR (95% MDS)0.1”
Patrón		9.5%	6.1%
Adicionando ceniza de tusa de maíz	5%	11.1%	6.9%
	10%	12.1%	7.6%
	15%	13.2%	8.3%
Adicionando ceniza de cáscara de maní	3%	10.5%	7.1%
	6%	11.4%	7.3%
	9%	11.8%	7.7%

Fuente: Elaboración propia

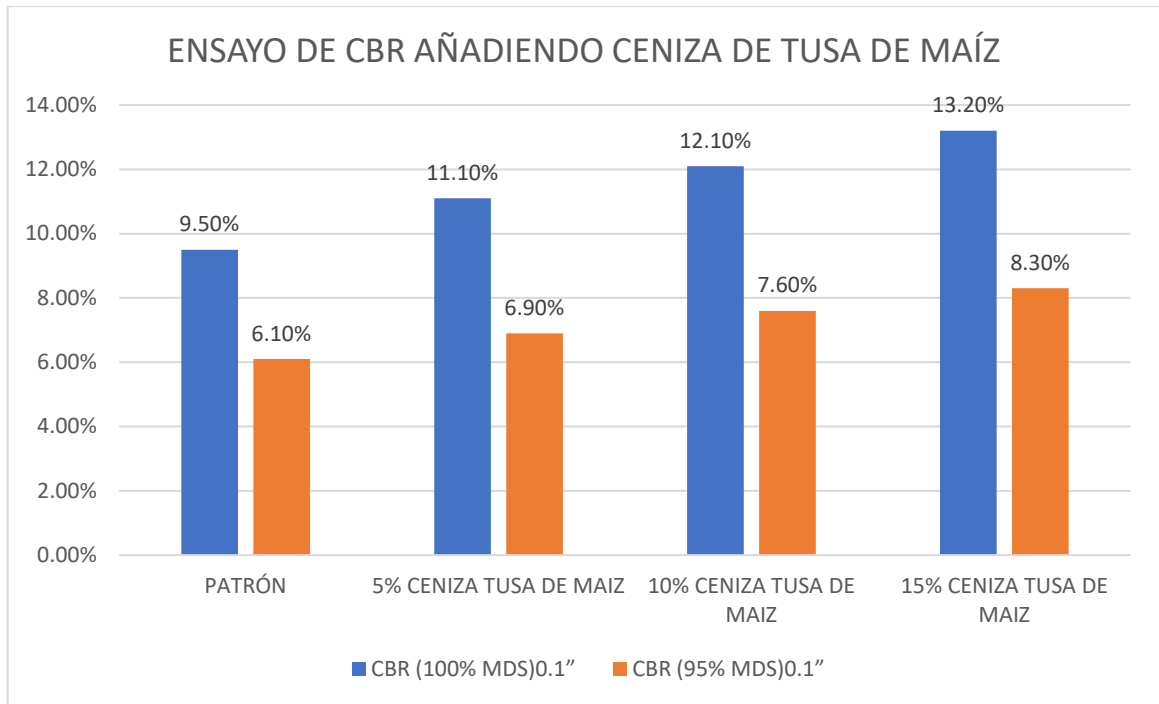


Gráfico 3. Resultados del CBR añadiendo ceniza de tusa de maíz.

Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico 3, Ensayo de CBR, podemos ver que el CBR al 95% de la Densidad Máxima Seca y de penetración 0.1", es de 6.1%. Esto lo ubica como una subrasante regular, según el cuadro 4.11 de las categorías de sub rasante del Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 - MTC/14. Asimismo, se observa que, a medida que vamos añadiendo las dosificaciones de las cenizas de tusa de maíz, va aumentando el porcentaje del CBR, teniendo así el CBR más alto con un valor de 8.3% al 95% de la Densidad Máxima Seca y de penetración 0.1".

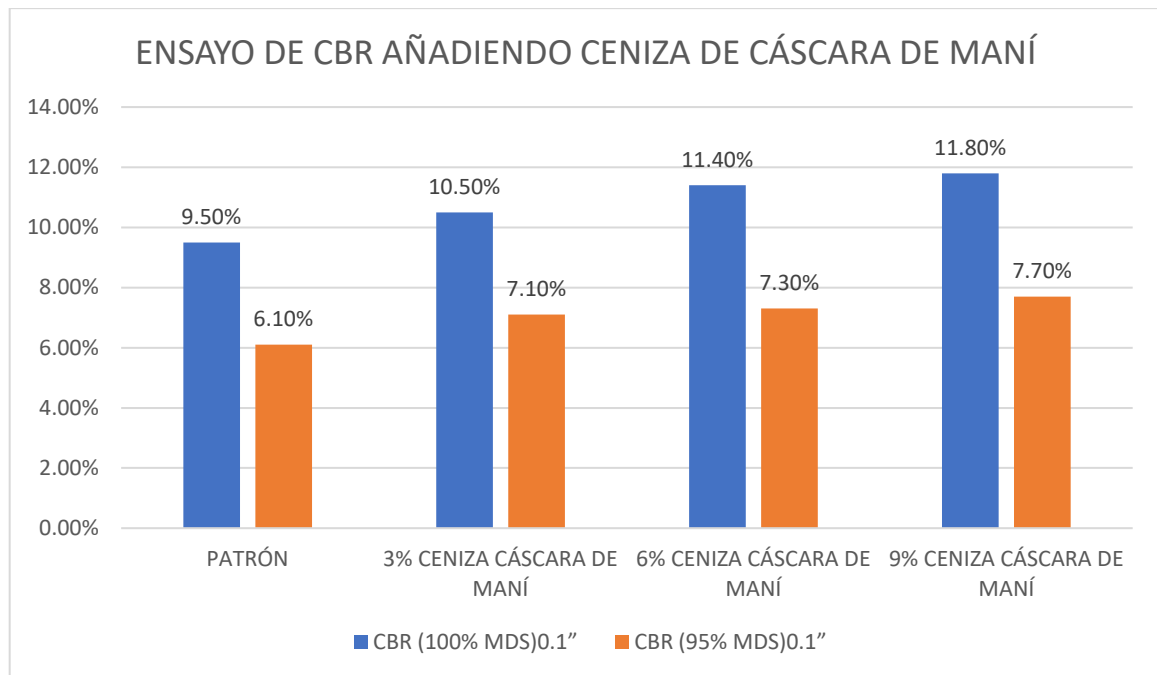


Gráfico 4. Resultados del CBR añadiendo ceniza de cáscara de maní.

Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico 4, Ensayo de CBR, podemos ver que el CBR al 95% de la Densidad Máxima Seca y de penetración 0.1", es de 6.1%. Esto lo ubica como una subrasante regular, según el cuadro 4.11 de las categorías de sub rasante del Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 - MTC/14. Asimismo, se observa que, a medida que vamos añadiendo las dosificaciones de las cenizas de cáscara de maní, va aumentando el porcentaje del CBR, teniendo así el CBR más alto con un valor de 7.7% al 95% de la Densidad Máxima Seca y de penetración 0.1".

Ensayo de Límites de Atterberg

Ensayo para obtener la consistencia del suelo, identificando su plasticidad con el fin de ver su comportamiento ante la presencia de líquidos, el ensayo está basado en las normas ASTM D4318 / MTC E – 110 / MTC E – 111.



Ensayo de límite líquido, enrasado de la muestra en la copa de Casagrande



Ensayo de Límite plástico, amasado de la muestra en forma cilíndrica de 3mm de diámetro.

Tabla 7. Resultados de los límites de Atterberg.

MUESTRA		LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
		LÍQUIDO	PLÁSTICO	
Patrón		30.1	20.2	9.9
Adicionando ceniza de tusa de maíz	5%	29.3	20.5	8.8
	10%	27.8	20.7	7.1
	15%	26.6	20.8	5.8
Adicionando ceniza de cáscara de maní	3%	29.7	20.3	9.4
	6%	29.1	20.6	8.5
	9%	28.4	20.8	7.6

Fuente: Elaboración propia

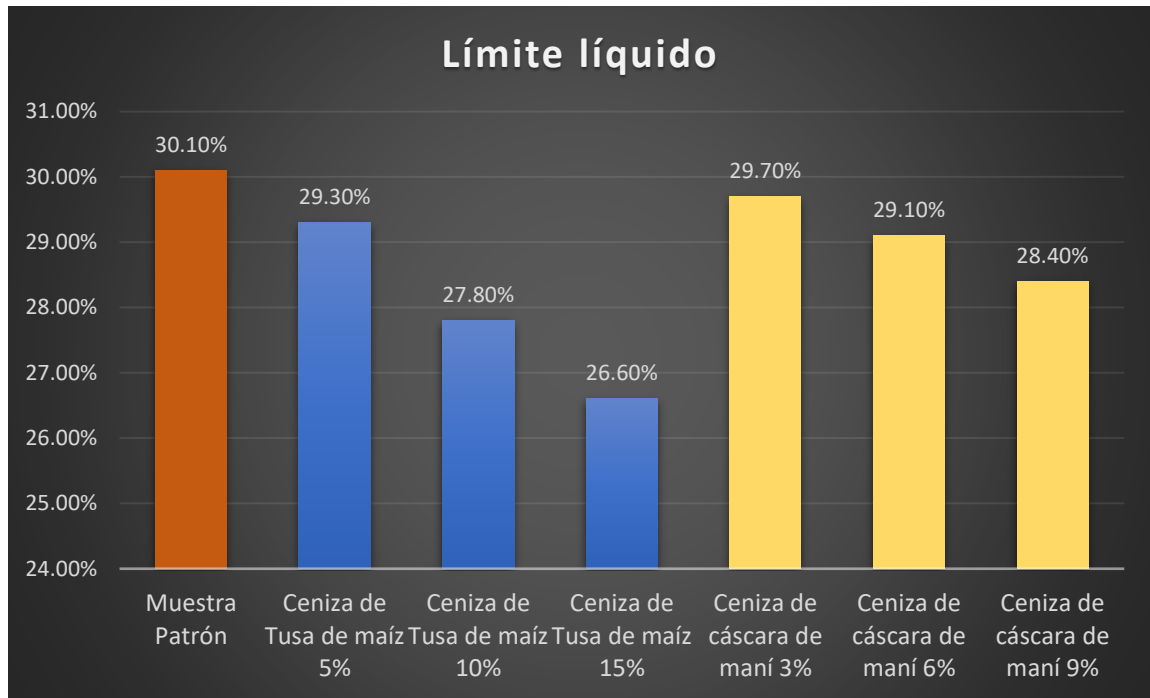


Gráfico 5. Resultados del Límite líquido.

Fuente: Elaboración propia

Del *Gráfico 5*, Límite Líquido, podemos ver que, a medida que agregamos la ceniza de tusa de maíz a nuestra muestra natural el porcentaje se reduce, teniendo en nuestra muestra natural 30.10% y se reduce a 26.60% cuando agregamos la ceniza de tusa de maíz en un 15%. Además, a medida que agregamos la ceniza de cáscara de maní a nuestra muestra natural el porcentaje también se reduce, teniendo en nuestra muestra natural 30.10% y se reduce a 28.40% cuando agregamos la ceniza de cáscara de maní en un 9%.

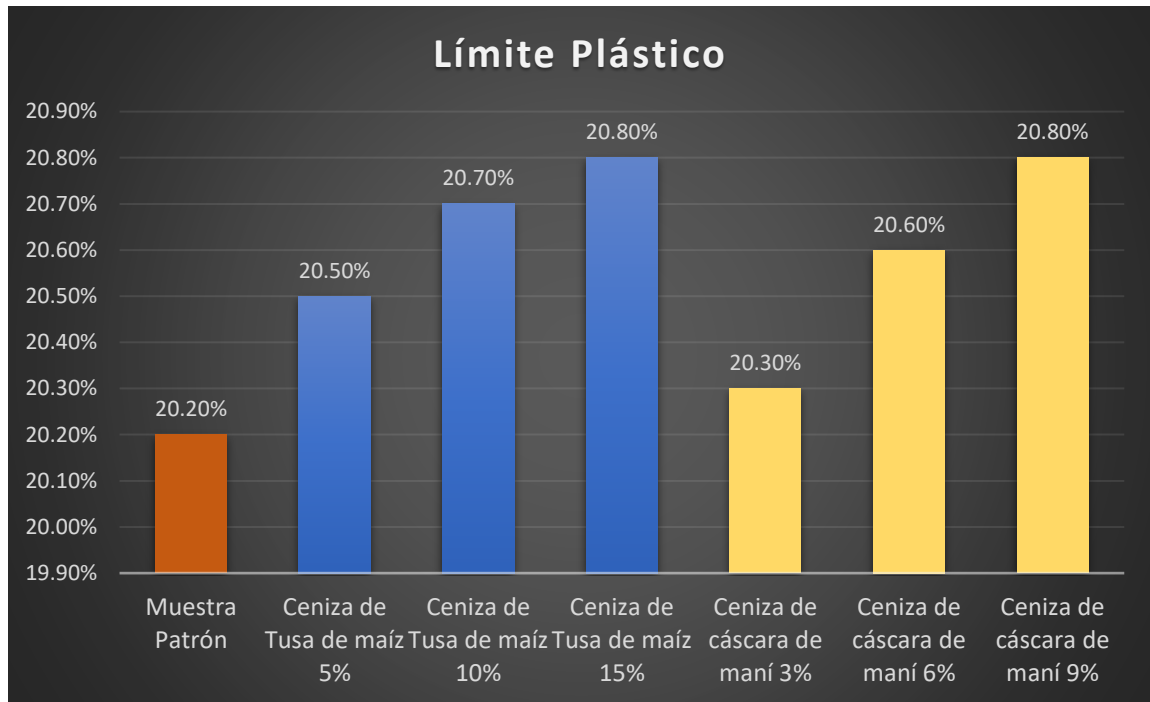


Gráfico 6. Resultados del Límite Plástico.

Fuente: Elaboración propia

Del *Gráfico 6*, Límite Plástico, podemos ver que, a medida que agregamos la ceniza de tusa de maíz a nuestra muestra natural el porcentaje aumenta, teniendo en nuestra muestra natural 20.20% y se aumenta a 20.80% cuando agregamos la ceniza de tusa de maíz en un 15%. Además, a medida que agregamos la ceniza de cáscara de maní a nuestra muestra natural el porcentaje también aumenta, teniendo en nuestra muestra natural 20.20% y aumenta a 20.80% cuando agregamos la ceniza de cáscara de maní en un 9%.

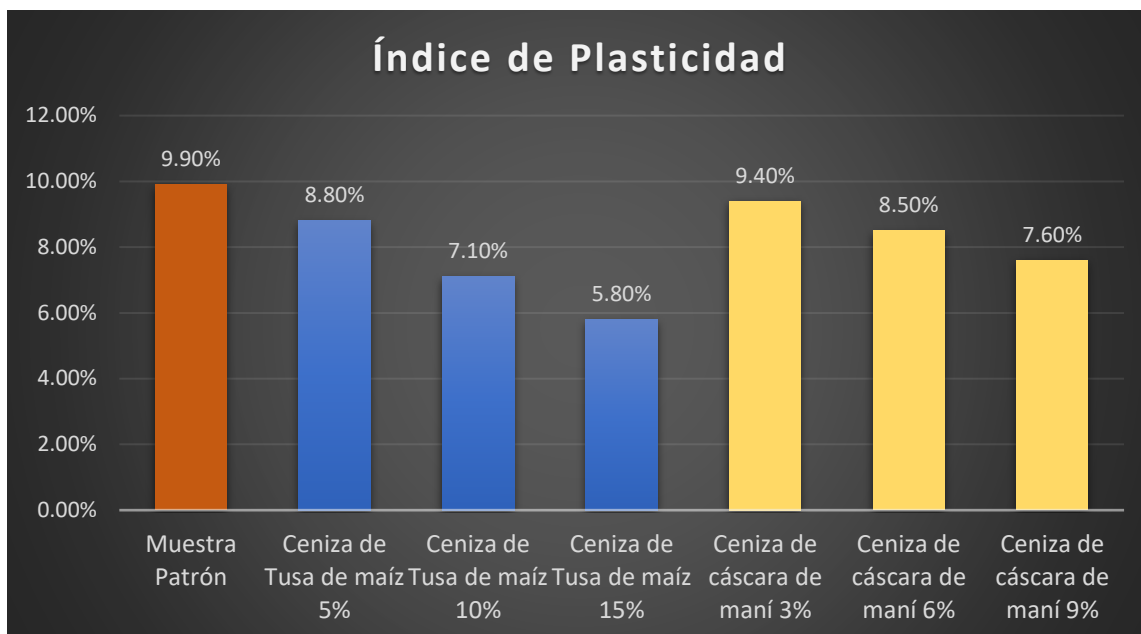


Gráfico 7. Resultados del Índice de Plasticidad.

Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico 7, Límite Plástico, podemos ver que el índice de plasticidad se reduce cuando agregamos la ceniza de tusa de maíz, nuestra muestra patrón tiene 9.9% y se reduce a 5.8% cuando agregamos la ceniza de tusa de maíz al 15%, lo cual nos indica que es un suelo de plasticidad baja, según el cuadro 4.6 de la clasificación de suelos según su índice de plasticidad del Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 - MTC/14. Asimismo, podemos ver que el índice de plasticidad se reduce cuando agregamos la ceniza de cáscara de maní, nuestra muestra patrón tiene 9.9% y se reduce a 7.6% cuando agregamos la ceniza de cáscara de maní al 9%, lo cual nos indica que es un suelo de plasticidad media, según el cuadro 4.6 de la clasificación de suelos según su índice de plasticidad del Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 - MTC/14.

Ensayo de Granulometría

Ensayo útil para hallar la clasificación del suelo, donde se siguió los procesos según la Norma ASTM D6913 / MTC E – 204.



Ensayo de Granulometría, Proceso del Tamizado

Tabla 8. Análisis Granulométrico.

MUESTRA		Grava %	Arena %	Finos%
PATRÓN		0.0	41.1	58.9
Adicionando ceniza de tusa de maíz	5%	0.0	41.1	58.9
	10%	0.0	41.2	58.8
	15%	0.0	41	59
Adicionando ceniza de cáscara de maní	3%	0.0	41	59
	6%	0.0	41.4	58.6
	9%	0.0	41.5	58.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados de la clasificación de suelos.

MUESTRA	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		CONTENIDO DE HUMEDAD
PATRÓN	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-2-4 (0)	
Adicionando ceniza de tusa de maíz 5%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (2)	
Adicionando ceniza de tusa de maíz 10%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (1)	
Adicionando ceniza de tusa de maíz 15%	SUCS	CL – ML (Arcilla limo arenoso de baja plasticidad)	5.3%
	AASHTO	A-4 (1)	
Adicionando ceniza de cáscara de maní 3%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (3)	
Adicionando ceniza de cáscara de maní 6%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (2)	
Adicionando ceniza de cáscara de maní 9%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (2)	

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 9 Resultados de la clasificación de suelos, vemos que las características del suelo no varían mucho mientras vamos agregando las dosificaciones de la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, el contenido de humedad se ha mantenido en un 5.3% y la clasificación de suelos según SUCS y AASHTO se ha mantenido en Arcilla de baja plasticidad con arena, excepto cuando adicionamos el 15% en ceniza de tusa de maíz, su clasificación es Arcilla limo arenoso de baja plasticidad.

V. DISCUSIÓN

Para nuestro ensayo de CBR el cual normado con la ASTM D4D1883 / MTC E – 132, para medir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y poder evaluar la calidad del terreno para la subrasante, en donde vemos en el Gráfico 8, el aumento del CBR cuando adicionamos ceniza de tusa de maíz en un 15%, alcanza un 8.30% en comparación al 6.10% del patrón. Asimismo, cuando adicionamos ceniza de cáscara de maní en un 9%, alcanza un 7.70% en comparación al 6.10% del patrón.

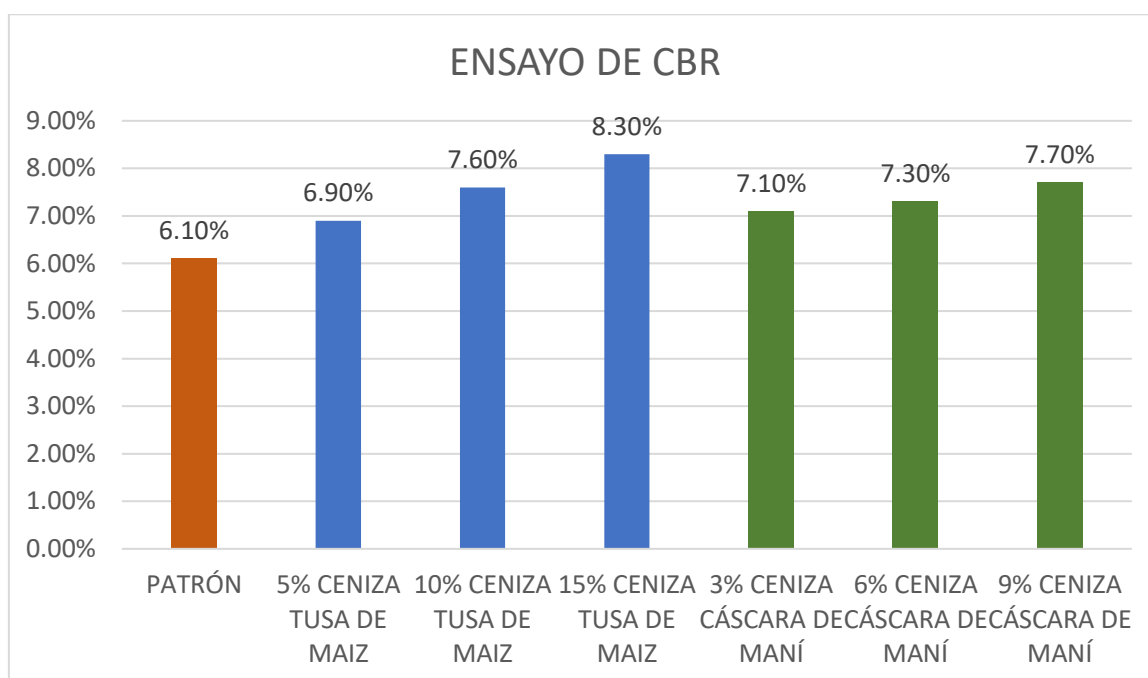


Gráfico 8. Ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración propia

Según Castro (2017), su suelo natural tenía un CBR con un valor de 5%, y este logró un aumento a 16.30% añadiendo un 10% de ceniza de cáscara de arroz, siendo planteado por el autor este porcentaje, podemos ver que aumenta positivamente la capacidad de resistencia del suelo en comparación de la ceniza de tusa de maíz que alcanzo un 8.3% con una dosificación de 15%, y a la ceniza de cáscara de maní que alcanzó un 7.7% con una dosificación de 9%, ambos contaban con un patrón de 6.1%.

Para nuestro ensayo de Proctor Modificado el cual normado con la ASTM D1557 / MTC E – 115, para obtener la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo compactado, en donde vemos en el Gráfico 9, Tenemos una DMS de 1.877 gr/cm³ en el patrón, a medida que vamos añadiendo la ceniza de tusa de maíz este disminuye a 1.857 gr/cm³ con una dosificación de un 15%. Asimismo, a medida que vamos añadiendo la ceniza de cáscara de maní este disminuye a 1.868 gr/cm³ con una dosificación de un 9%. En el Gráfico 10, tenemos un contenido de humedad de 8.8% en el patrón, a medida que se añadió la ceniza de tusa de maíz este aumentó a 9.5% con una dosificación de un 15%. Asimismo, a medida que se añadió la ceniza de cáscara de maní este aumentó a 9.1% con una dosificación de un 9%.

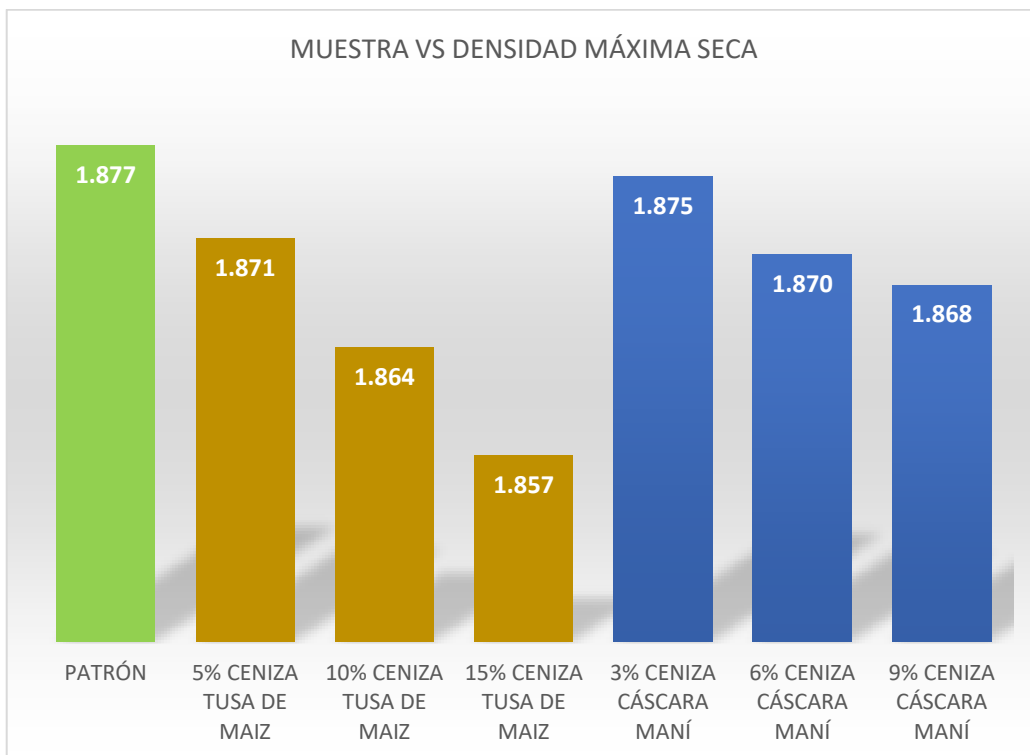


Gráfico 9. Muestra vs Densidad máxima seca

Fuente: Elaboración propia

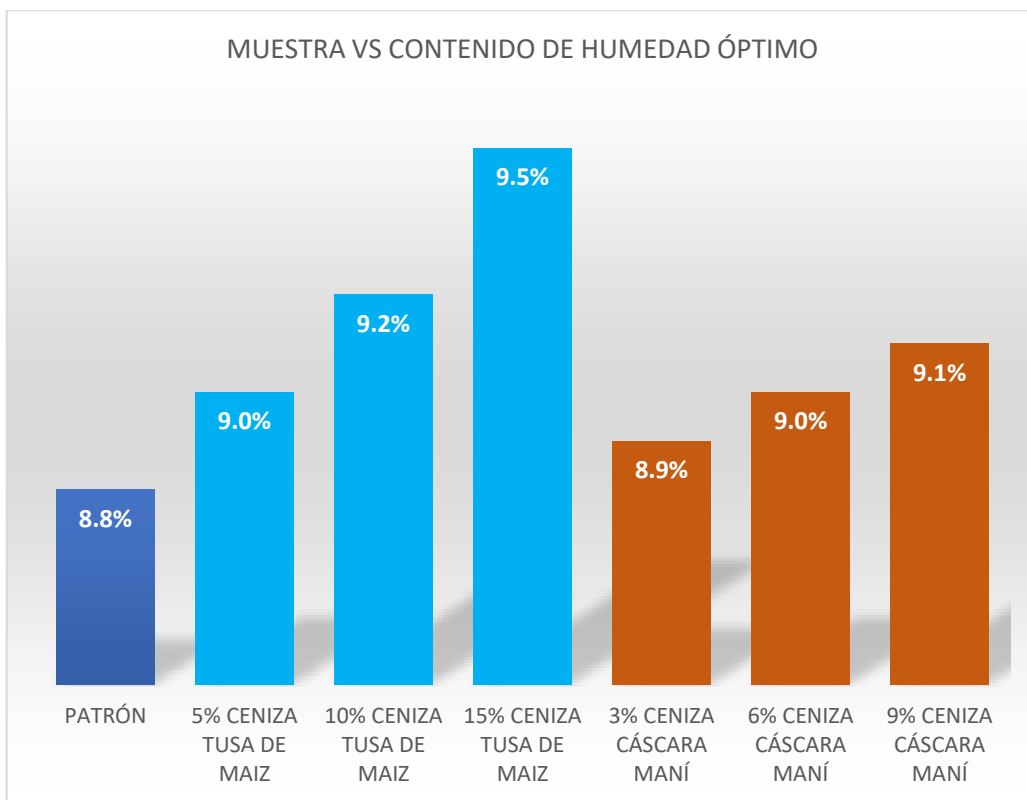


Gráfico 10. Muestra vs Contenido de humedad óptimo

Fuente: Elaboración propia

Según Ipince (2020), su suelo natural tenía una DMS de 1.94 gr/cm³ y este aumentó a 2.088 gr/cm³ añadiendo un 15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, podemos ver que a medida que agregamos este compuesto, la DMS aumenta, a diferencia de la ceniza de tusa de maíz que se redujo a un 1.857 gr/cm³ con una dosificación de 15% y a la ceniza de cáscara de maní que también se redujo a un 1.868 gr/cm³ con una dosificación de 9%, ambos con un patrón de 1.877 gr/cm³. Asimismo, Ipince muestra que el OCH de su suelo natural era de 12.6% y aumenta a 15.6%, añadiendo CBCA en un 15%, mientras tanto, nuestro OCH del suelo natural es de 8.8% y aumenta a 9.5% agregando ceniza de tusa de maíz en un 15%, y aumenta a 9.1% agregando ceniza de cáscara de maní en un 9%.

Para nuestro ensayo de Límites de Atterberg el cual normado con la ASTM D4318 / MTC E – 110 / MTC E – 111, para obtener la consistencia del suelo, identificando su plasticidad, en donde vemos en el Gráfico 11, Tenemos una IP de 9.9% en el patrón, a medida que vamos añadiendo la ceniza de tusa de maíz este disminuye a 5.8% con una dosificación de un 15%. Asimismo, a medida que vamos añadiendo la ceniza de cáscara de maní este disminuye a 7.6% con una dosificación de un 9%.

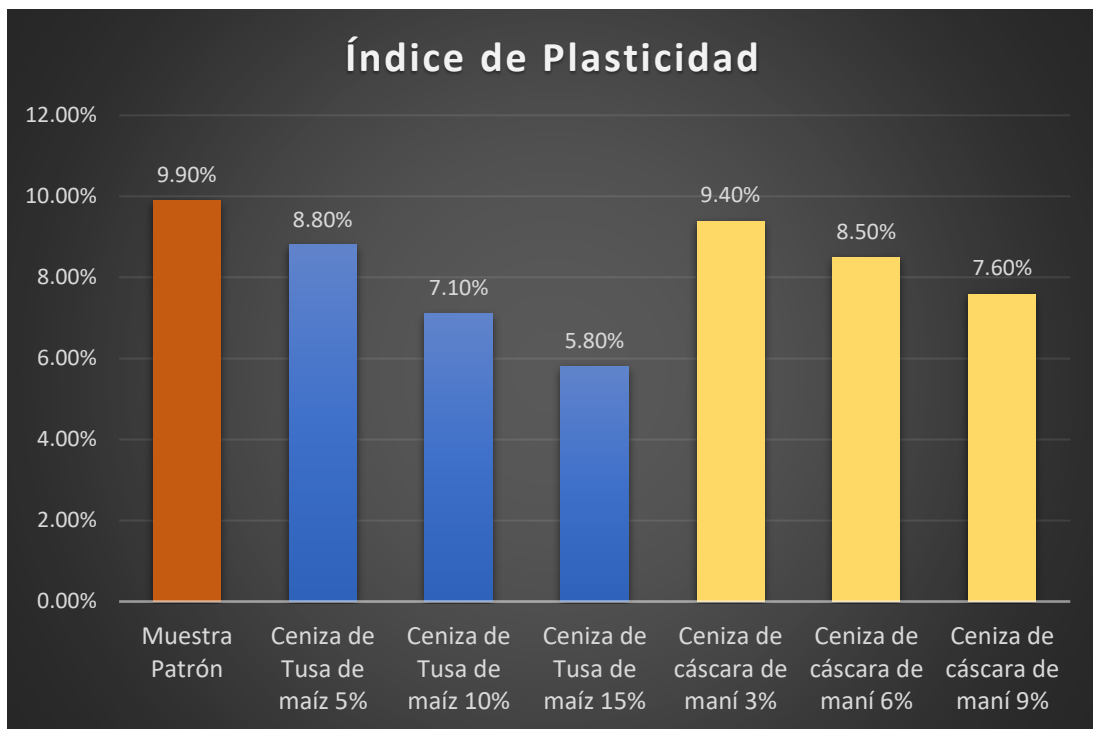


Gráfico 11. Índice de plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Según Castro (2017), su suelo natural tenía una IP de 18% y este disminuyó a 14% añadiendo un 10% de ceniza de cáscara de arroz, podemos ver que también reduce la IP del suelo así como la ceniza de tusa de maíz que alcanzo un 5.8% con una dosificación de 15%, y a la ceniza de cáscara de maní que alcanzó un 7.6% con una dosificación de un 9%, ambos agregados con un patrón de 9.9%.

Para nuestro ensayo de Granulometría el cual normado con la ASTM D6913 / MTC E – 204, para obtener la clasificación del suelo, en donde vemos en la tabla 10, Tenemos un Suelo CL (arcilla de baja plasticidad con arena), excepto en el agregado de ceniza de tusa de maíz al 15%, aquí tenemos un suelo CL – ML (Arcilla limo arenoso de baja plasticidad), en la nomenclatura SUCS. Asimismo, podemos ver que el contenido de humedad se ha mantenido en un 5.3%

Tabla 10. Resultados de la clasificación de suelos.

MUESTRA	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		CONTENIDO DE HUMEDAD
PATRÓN	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-2-4 (0)	
Adicionando ceniza de tusa de maíz 5%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (2)	
Adicionando ceniza de tusa de maíz 10%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (1)	
Adicionando ceniza de tusa de maíz 15%	SUCS	CL – ML (Arcilla limo arenoso de baja plasticidad)	5.3%
	AASHTO	A-4 (1)	
Adicionando ceniza de cáscara de maní 3%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (3)	
Adicionando ceniza de cáscara de maní 6%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (2)	
Adicionando ceniza de cáscara de maní 9%	SUCS	CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)	5.3%
	AASHTO	A-4 (2)	

Fuente: Elaboración propia

Según Ipince (2020), la clasificación de su suelo también es CL (arcilla de baja plasticidad con arena), siendo así un suelo muy parecido al que se analizará.

VI. CONCLUSIONES

1. Las dosificaciones de la ceniza de tusa de maíz contribuyeron en las propiedades mecánicas de la subrasante, se observó una mejora a través de los ensayos de Proctor modificado, Límites de Atterberg y CBR, siendo más resaltante el último valor de este, mejorando de un 6.1% a un 8.3%.
2. Las dosificaciones de la ceniza de cáscara de maní influenciaron en las propiedades mecánicas de la subrasante, a través de los ensayos de Proctor modificado, Límites de Atterberg y CBR pudimos observar una influencia positiva, la subrasante mejoró en el porcentaje del CBR, pasando de un 6.1% a un 7.7%.
3. Mediante los cálculos de los resultados se pudieron ver que la ceniza de tusa de maíz afectó en las propiedades físicas de la subrasante a través de los ensayos de Granulometría, Contenido de humedad y Límites de Atterberg, sobre todo en este último donde el índice de plasticidad cambió de un 9.9% a un 5.8%.
4. Las dosificaciones de la ceniza de cáscara de maní influyeron en las propiedades físicas de la subrasante a través de los ensayos de Granulometría, Contenido de humedad y Límites de Atterberg, teniendo un cambio considerable en este último donde el índice de plasticidad cambió de un 9.9% a un 7.6%.

VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable que se utilicen más estos tipos de agregados, como la tusa de maíz y cáscara de maní, pues se han observados propiedades que pueden ayudar en la resistencia, y en su estado incinerado también ofrece propiedades puzolánicas.

Para una futura investigación similar, se recomienda agregar una dosificación mayor a la de 15% que escogimos para la ceniza de tusa de maíz, y a la de 9% que escogimos para la ceniza de cáscara de maní, con el fin de obtener mejores resultados.

Podemos incluir para otra investigación, añadir a la muestra de la subrasante, la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní al mismo tiempo para intentar tener resultados igual de favorables y compararlos.

Debemos dar una mirada a los presupuestos que ofrecen usar estos productos, puede ser beneficioso si hacemos un buen análisis de costos, considerando que en muchos lugares estos son desechados o quemados al aire libre.

Ante los resultados que nos arrojan el agregado de estos productos a nuestra subrasante, se puede investigar con mayor detenimiento otros productos similares, observando sus composiciones químicas y llevándolos a un laboratorio para sus análisis físicos, y así generar mas aportes y conocimientos para futuros proyectos.

Así como en esta investigación se propuso usar tusa de maíz y cáscara de maní, es oportuno que para futuras investigaciones se utilicen productos que a menudo se desechan, y que no es para consumo humano, y así evitar un eventual desabastecimiento.

REFERENCIAS

¿Cómo plantear las variables de una investigación?: operacionalización de las variables. VILLAVICENCIO, Ebingen, y otros. 2019. 1, abril de 2019, Revista OACTIVA UC Cuenca, Vol. 4. ISSN: 2588-0624.

AASHTO. 1993. Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos. *Diseño de estructuras de pavimentos.* 1993.

AGUIRRE, José y PRADO, Manuel. 2012. *Estabilización de la subrasante en la vía Cuicocha – Apuela del Km 32 al km 38, Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, utilizando el sistema consolid.* Pontifica Universidad Católica de Ecuador. Quito : s.n., 2012. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil).

AZCONA, Maximiliano, MANZINI, Fernando y DORATI. 2013. *Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación. aplicación a la investigación en psicología.* Universidad Nacional de La Plata. La Plata : s.n., 2013.

BICKMAN, Leonard y ROG, Debra. 2008. *Applied Research Design A Practical Approach.* 2008. pág. 3.

Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto. HENRÍQUEZ, Elena y ZEPEDA, María. 2011. 28, Colombia : s.n., 2011, Revista facultad de ingeniería, Vol. 19, págs. 73-92. ISSN: 0121-1129.

Caro, Laura. 2019. *7 técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.* España : s.n., 2019.

CHICAIZA, Verónica. 2017. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso.* Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2017. Tesis.

Confiablez y Validez. AGUDELO, Santiago y RAMÍREZ, Hernando. 1966. 1-2, 1966, Revista Colombiana de Psicología, Vol. 11. ISSN: 2344-8644.

DAY, Robert. 2001. Section 6: Soil mechanics and foundations. [aut. libro] Day Robert. *Building Design and Construction Handbook.* 6ta Ed. San diego : s.n., 2001.

El protocolo de investigación III: la población de estudio. ARIAS, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. 2016. 2, 2 de abril de 2016, Revista Alergia México, Vol. 62. ISSN: 201-206.

Elementos para obtener el módulo de reacción de subrasante. OTÁLVARO, Iván y NANCLARES, Francisco. 2009. 157, Medellín : s.n., 2009, DYNA, Vol. 79, págs. 81- 89. 2346-2183.

Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. PARICAGUÁN Morales, Belén María y MUÑOZ Cuevas, José

Luis. 2019. 2, Carabobo : s.n., 2019, ingeniería UC, Vol. 26, págs. 202-212. ISSN: 2610-8240.

Evaluación de tusa y cáscara de maíz como sustratos para el cultivo de pleurotus pulmonarius. INFANTE, y otros. 2016. 1, julio de 2016, Revista de ciencia y tecnología, Vol. 32. ISSN: 0378-0524.

FERNÁNDEZ Gálvez, Renán Alexander . 2015. *Capacidad Portante con Fines de Cimentación Mediante los*. Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2015. Tesis para optar el Grado Académico de maestro en ciencias.

GARCÍA, Jesús. 2005. *Metodología de Análisis de datos*. Universidad Carlos III de Madrid. Madrid : s.n., 2005.

GILL, Jhon y JOHNSON, Peter. 2002. *Methods for managers*. 3ra ed. London : s.n., 2002. pág. 66. ISBN: 0 7619-4001-4.

Independent, Dependent, and Other Variables in Healthcare and Chaplaincy Research. FLANNELLY, Laura. 2014. 4, 25 de septiembre de 2014, Revista de Health Care Chaplaincy, Vol. 20, págs. 161-170. ISSN: 1528-6916.

Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. UGALDE, Nadia y BALBASTRE, Francisco. 2013. 2, 7 de octubre de 2013, Revista de ciencias económicas, Vol. 31. ISSN: 0252-9521.

KARTINI, MAHMUD y HAMIDAH. 2011. *The Influence of Superplasticizer on the*. s.l. : H.M.A., 2011. págs. 331-338. Vol. 1. ISBN-967-958-162-4.

KOTHARI. 2004. *Research Methodology: Methods and Techniques*. [ed.] 2da Ed. Jaipur : University of Rajasthan, Jaipur, 2004. pág. 3. ISBN: 978-81-224-2488-1.

KRISHNA, Reddy. 2002. *Engineering properties of soils based on laboratory testing*. University of Illinois at Chicago. Illinois : s.n., 2002.

La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. VARGAS, Zoila. 2009. 1, 8 de junio de 2009, Revista de educación, Vol. 33. ISSN: 0379-7082.

Materiales compuestos de cascara de maní y cemento. Influencia de diferentes tratamientos químicos sobre las propiedades mecánicas. GATANI, ARGUELLO y SESÍN. 2010. 298, Madrid : Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2010, Materiales de construcción, Vol. 60, págs. 137-147. ISSN 04652746.

Modelo de interpolación espacial mediante sistemas de información geográfica para el estudio de la variabilidad espacial de la resistencia a la penetración del suelo. LONDOÑO, Libardo, y otros. 2010. 164, Medellín : s.n., diciembre de 2010, DYNA, Vol. 77, págs. 109-118. 2346-2183.

MOHAMMED, Jaafar. 2014. *Soil and Soil Mechanics textbook*. Duhok : Researchgate, 2014.

PÉREZ, Carolina. 2014. *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada*. Universidad Nacional de Ingeniería. 2014. Tesis.

PICÓN, Alexis y RUÍZ, Luis. 2019. *Análisis del problema de interacción suelo – estructura para un pórtico 2D en suelos granulares*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2019. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil).

Study of peanut husk ashes properties to promote its use as supplementary material in cement mortars. KREIKER, y otros. 2014. 6, 1 de diciembre de 2014, Revista Ibracon de estruturas e materiais, Vol. 7, págs. 905-912. ISSN: 1983-4195.

Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. 2017. 1, marzo de 2017, Vol. 35. ISSN: 0717-9502.

The study of the anisotropy of gravel soils under conditions of stabilometrical tests. RASSKAZOV, BESTUZHEVA y ABDULOEV. 2019. 4, Moscú : s.n., 2019, Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 56, págs. 253–257. 0038-0741.

Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. ROJAS, Marcelo. 2015. 1, 2015, Revista electrónica de veterinaria, Vol. 16. ISSN: 1695-7504.

Tusa del maíz: una fuente de energía renovable. FORERO, Julián. 2013. 2, 2013, Revista universitaria científicas, Vol. 16, págs. 1-4. ISSN: 1692-0155.

Two Criteria for Good Measurements in Research: Validity and Reliability. MOHAJAN, Haradhan. 2017. 3, 24 de diciembre de 2017, Revista Munich Personal RePEc Archive, Vol. 17.

Utilización de residuos agroindustriales en ligantes puzolánicos para uso vial. QUINTANA, Enrique, y otros. 2016. 2, Córdoba : Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2016, Revista de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Cordoba, Vol. 3, págs. 61-71. ISSN: 2362 - 2539.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 11: Operacionalización de la variable

Título de la investigación: “Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
V.I. 1 Ceniza de Tusa de Maíz	Estructura que conecta la mazorca con el tallo en su estado incinerado (Chicaiza, 2017, 27)	Se medirá según la dosificación para buscar un resultado óptimo	Dosificación	5%	Diseño de mezcla
				10%	
				15%	
V.I. 2 Ceniza de cáscara de maní	Maní es una planta anual, familia de las fabáceas (Gillier, 1970)	Se medirá según la dosificación para buscar un resultado óptimo	Dosificación	3%	Diseño de mezcla
				6%	
				9%	
V.D. Propiedades de la subrasante con baja capacidad portante	Cuando la presión aplicada al suelo supera la capacidad de carga que este presenta (Picón y Ruiz, 2019, p. 10)	Se hará ensayos de CBR, granulometría y límites de consistencia.	Propiedades mecánicas	Resistencia	CBR
				Plasticidad	Límites de Atterberg
				Densidad	Proctor Modificado
			Propiedades físicas	Consistencia	Límites de Atterberg
				Estructura	Granulometría
				Humedad	Contenido de humedad

Tabla 12: Matriz de consistencia

Título de la investigación: “Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿Cómo influencia la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní en las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?	OBJETIVO GENERAL Determinar si la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní influencia en las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	HIPÓTESIS GENERAL La ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní influencia positivamente en las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	VARIABLE INDEPENDIENTE 1 Ceniza de tusa de maíz	Dosificación	5%	Población Todas las subrasantes con baja capacidad portante de VMT Muestra 3 calicatas de la subrasante de la Prolongación José Carlos Mariátegui en VMT Muestreo 3 calicatas escogidas con la técnica de la observación llevadas al laboratorio para su análisis. Unidad de análisis Subrasante con baja capacidad portante Tipo de Investigación Aplicada Diseño de Investigación Cuasi Experimental Nivel de Investigación Descriptiva, Explicativa Enfoque de Investigación Cuantitativo
					10%	
					15%	
PROBLEMAS ESPECÍFIC. ¿Cómo contribuye la dosificación de ceniza de tusa de maíz en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Indicar si la dosificación de ceniza de tusa de maíz contribuye en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS La dosificación de ceniza de tusa de maíz contribuye positivamente en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	VARIABLE INDEPENDIENTE 2 Ceniza de cáscara de maní	Dosificación	3%	
					6%	
					9%	
¿Cómo influencia la dosificación de ceniza de cáscara de maní en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?	Señalar si la dosificación de ceniza de cáscara de maní influencia en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	La dosificación de ceniza de cáscara de maní influencia en gran manera en las propiedades mecánicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades de la subrasante con baja capacidad portante	Propiedades Mecánicas	Resistencia	
						Plasticidad
						Densidad
¿De qué manera la dosificación de ceniza de tusa de maíz afecta en las propiedades físicas subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?	Calcular si la dosificación de ceniza de tusa de maíz afecta en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	La dosificación de ceniza de tusa de maíz afecta considerablemente en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019			Propiedades Físicas	Consistencia
						Estructura
¿De qué manera la dosificación de ceniza de cáscara de maní influye en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019?	Determinar si la dosificación de ceniza de cáscara de maní influye en las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019	La dosificación de ceniza de cáscara de maní influye en gran manera las propiedades físicas de la subrasante con baja capacidad portante, VMT 2019				Humedad

Anexo 2

Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

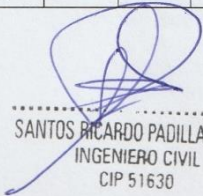
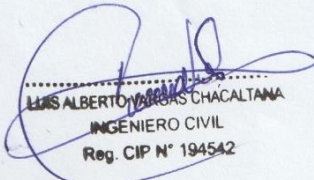
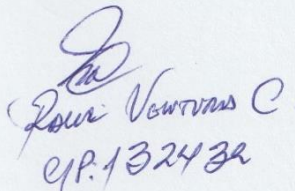
ENSAYO DE CBR

N° Golpes N° de Capas H caída/pisón	Peso de pisón Energía aplicada Vol. De molde	N° MOLDE Peso de molde PESO DE
---	--	--------------------------------------

HUMEDAD TEÓRICA	%				
Agua a agregar	G				
Peso molde + suelo compactado	Kg				
Peso de sueño compactado	Kg				
Peso efectivo húmedo	g/cm3				
TARA	N°				
Peso tara	Kg				
Peso tara + suelo húmedo	Kg				
Peso tara + suelo seco	Kg				
Peso suelo seco	Kg				
Peso de agua	Kg				
HUMEDAD REAL	%				
PESO ESPECÍFICO SECO	g/cm3				

ETAPA DE PENETRACIÓN

F. ANILLO	$\text{ESFUERZO (kg/cm}^2\text{)} = \text{CARGA/AREA} = (27.68941 + 4.4528396 * \text{LEC} + 0.0003817 * \text{LEC}^2 - 0.000000221 * \text{LEC}^3) / 19.35$												
LECTURA	PENETRACIÓN		TIEMPO	LECT.	ESF.	LECT.	ESF.	LECT.	ESF.	LECT.	ESF.	LECT.	ESF.
N°	pulg	mm	min	N° Div.	Kg/cm3	N° Div.	Kg/cm3	N° Div.	Kg/cm3	N° Div.	Kg/cm3	N° Div.	Kg/cm3
0.0													
1.0													
2.0													
3.0													
4.0													
5.0													
6.0													
7.0													
8.0													
9.0													
10.0													

 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉ INGENIERO CIVIL CIP 51630	 LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 194542	 Luis Vargas C. CIP. 132432
---	---	--

LÍMITE DE CONSISTENCIA

NOMBRE DEL PROYECTO:	
UBICACIÓN:	
FECHA:	
N° DE MUESTRA:	

PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m):

DESCRIPCIÓN DEL SUELO:

LÍMITE LÍQUIDO

N° DE LATA							
PESO DE SUELO HÚMEDO + LATA (gr.):							
PESO DE SUELO SECO + LATA (gr.):							
PESO DE LATA (gr.):							
PESO DE SUELO SECO (gr.):							
PESO DE AGUA (gr.):							
CONTENIDO DE HUMEDAD (%):							
N° DE GOLPES:							

LÍMITE PLÁSTICO

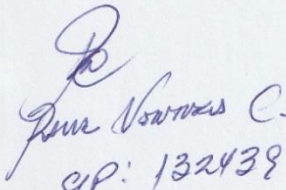
N° DE LATA							
PESO DE SUELO HÚMEDO + LATA (gr.):							
PESO DE SUELO SECO + LATA (gr.):							
PESO DE LATA (gr.):							
PESO DE SUELO SECO (gr.):							
PESO DE AGUA (gr.):							
CONTENIDO DE HUMEDAD (%):							
LÍMITE PLÁSTICO (%):							



 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉR
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630



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


 Juan Antonio C.
 CIP: 132438

ENSAYO DE DENSIDAD APARENTE

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE COMPACTADA (ρ_{ac})

			M1	M2	Promedio
A	Masa Medida + Árido	kg			
B	Masa Medida	kg			
C=A-B	Masa del Árido	kg			
D	Volumen de la Medida	cm ³			
E=C/D	Densidad	kg/cm ³			

$$\rho_{ac} = \frac{C \text{ kg}}{D \text{ m}^3}$$

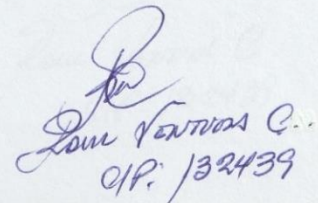
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE SUELTA (ρ_{as})

			M1	M2	Promedio
A	Masa Medida + Árido	kg			
B	Masa Medida	kg			
C=A-B	Masa del Árido	kg			
D	Volumen de la Medida	cm ³			
E=C/D	Densidad	kg/cm ³			

$$\rho_{as} = \frac{C \text{ kg}}{D \text{ m}^3}$$


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉR
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

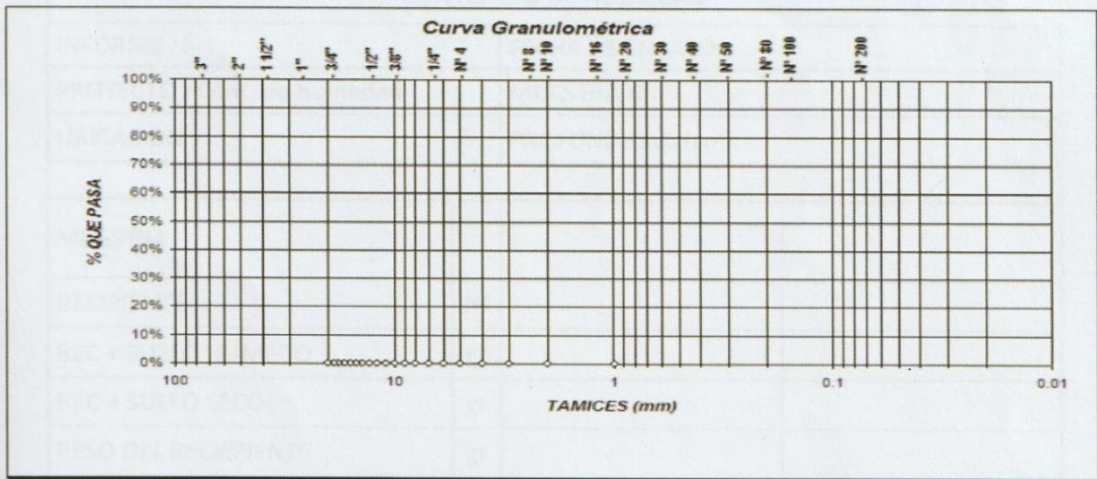

 LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 194542


 Luis Venturas C.
 CIP: 132439

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

FICHA DE ENSAYO

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: _____
Ø	(mm)					Min.	Max.	
3"	76.20							Descripción Muestras:
2"	50.80							
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							
3/4"	19.05							
1/2"	12.70							
3/8"	9.525							
1/4"	6.350							
Nº 4	4.760							
Nº 8	2.380							
Nº 10	2.000							SUCS =
Nº 16	1.190							AASHTO =
Nº 20	0.840							LL =
Nº 30	0.590							LP =
Nº 40	0.426							IP =
Nº 50	0.297							IG =
Nº 80	0.180							HUM. NATURAL = %
Nº 100	0.149							ESTRATO
Nº 200	0.074							
Fondo								
TOTAL								



SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

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

Rom Velasco C.
 CIP: 132439.

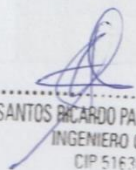
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

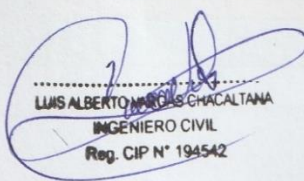
MÉTODO ESTANDAR

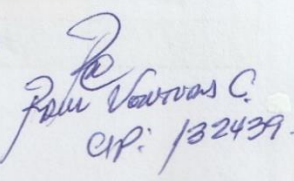
CONTENIDO DE HUMEDAD				
INFORME :	FECHA DE ENSAYO :			
PROYECTO : Cont. de humedad	MUESTRA N° :			
UBICACIÓN :	PROFUNDIDAD (m) :			
MUESTRA				
RECIPIENTE	N°	1	2	3
REC + SUELO HUMEDO	gr			
REC + SUELO SECO	gr			
PESO DEL RECIPIENTE	gr			
PESO DEL AGUA	gr			
PESO DEL SUELO SECO	gr			
HUMEDAD	%			

MÉTODO RÁPIDO

CONTENIDO DE HUMEDAD				
INFORME :	FECHA DE ENSAYO :			
PROYECTO : Cont. de humedad	MUESTRA N° :			
UBICACIÓN :	PROFUNDIDAD (cm):			
MUESTRA				
RECIPIENTE	N°			
REC + SUELO HUMEDO	gr			
REC + SUELO SECO	gr			
PESO DEL RECIPIENTE	gr			
PESO DEL AGUA	gr			
PESO DEL SUELO SECO	gr			
HUMEDAD	%			


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630


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


 Paul Vargas C.
 CIP: 132439

Anexo 3

Declaratoria de originalidad del autor


Yo, Rosales Castillo, Frank Jossimar, egresado de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulado:

“Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní, VMT 2019”, 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, identificando 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 cometo a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de noviembre de 2020

Apellidos y Nombres del Autor Rosales Castillo, Frank Jossimar	
DNI: 46055913	Firma: 
ORCID: 0000-0002-9255-1410	

Anexo 4 Pantallazo del Turnitin


Feedback Studio - Google Chrome

ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&u=1094755522&o=1457147004&BDS=1&lang=es&s=

feedback studio

Frank Rosales Castillo

ROSALES CASTILLO FRANK



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades de la subrasante con baja capacidad portante adicionando ceniza de tusa de maíz y cáscara de mani, VMT 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

Rosales Casti lo, Frank Josaimar (ORCID: 0000-0002-9235-1110)

ASESOR

Mg. Berritoz Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0000-4499-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA-PERÚ
2020

Resumen de coincidencias

17 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	4 %
2	repositorio.unc.edu.pe	2 %
3	Entregado a Universida...	1 %
4	repositorio.us.edu.pe	1 %
5	www.scielo.br	1 %
6	repositorio.espam.edu....	1 %

17

Text-only Report | High Resolution

Página: 1 de 62 | Número de palabras: 14405

Activado

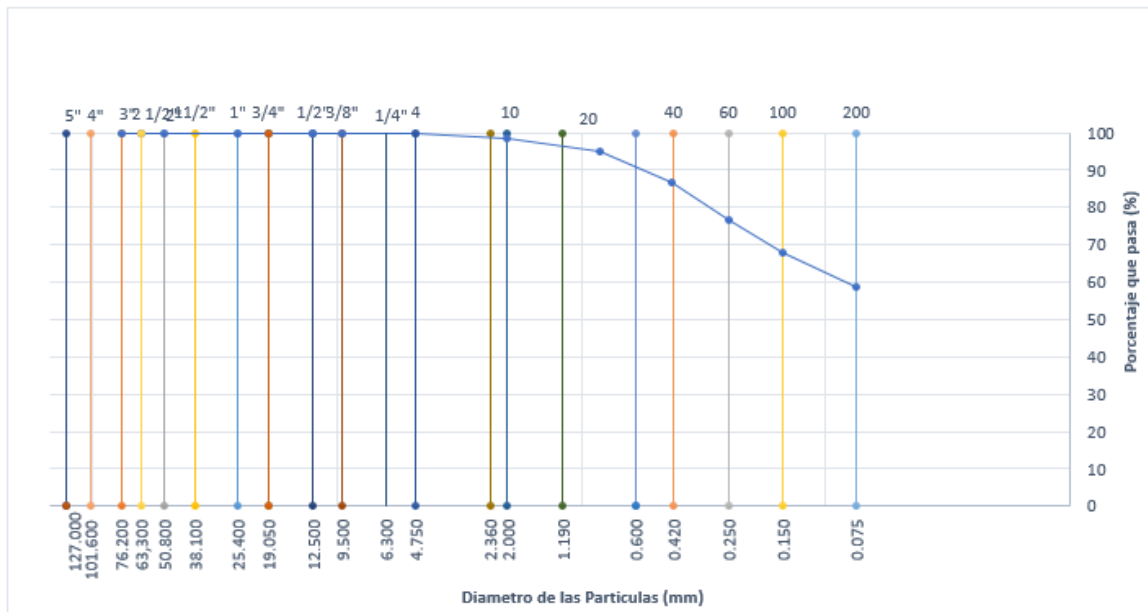
15:06

Anexo 5

Hoja de Cálculos

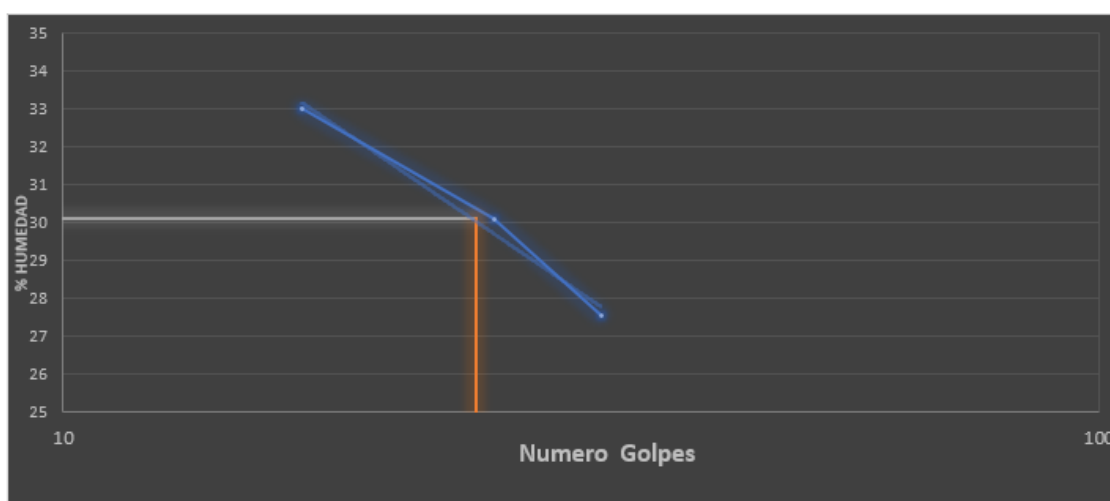
Clasificación de suelos - Muestra Patrón

TAMIZ	AASHTO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	T-27 (mm)					
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)		5.3
3"	76.200	100.0		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL)		30
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP)		20
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)		10
1"	25.400	100.0		Grava (%)		Arena (%)
3/4"	19.000	100.0		0.0	41.1	Finos (%)
1/2"	12.500	100.0		CLASIFICACION DE SUELOS		
3/8"	9.500	100.0		Clasificación SUCS (ASTM D2487)		CL
Nº 4	4.750	100.0		Clasificación AASHTO (D3282)		A-2-4 (0)
Nº 10	2.000	98.5		Nombre del Grupo		Arcilla de baja plasticidad con arena
Nº 20	0.840	95.1		INDICACIONES:		
Nº 40	0.425	86.7		<i>El método de secado para el ensayo de contenido de humedad</i>		
Nº 60	0.250	76.6		<i>fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa</i>		
Nº 80	0.177	76.6		<i>constante.</i>		
Nº 100	0.150	67.8				
Nº 200	0.075	58.9				
< Nº 200	FONDO					



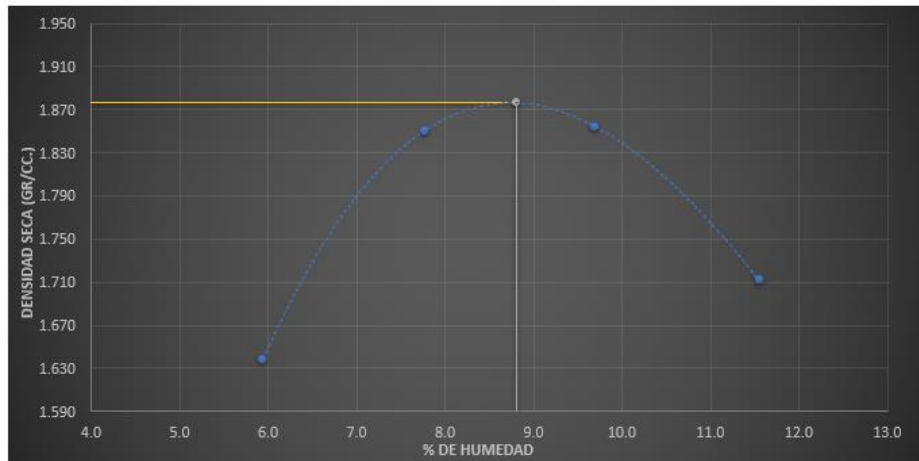
Límites de consistencia – Muestra patrón

Material Pasante Tamiz N° 40									
DESCRIPCION	UNIDAD	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
Nro. de Recipiente		D	9	B		5	7		
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	gr.	30.86	31.25	30.39		22.01	22.28		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.57	27.25	26.86		20.48	20.64		
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.58	13.96	14.05		12.95	12.47		
Peso del Agua (A-B)	gr.	4.29	4.00	3.53		1.53	1.64		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	12.99	13.29	12.81		7.53	8.17		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	33.03	30.10	27.56		20.32	20.07		
N° De Golpes		17	26	33					



Proctor – Muestra patrón

		Volumen Molde		937	cm ³	
		Peso Molde		3826	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,452	5,695	5,732	5,615	
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,626	1,869	1,906	1,789	
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.735	1.995	2.034	1.909	
Recipiente Numero		D	F	A	B	
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	681.2	678.2	675.2	659.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	649.5	638.0	626.2	603.5	
Peso de la Tara	gr.	115.8	120.9	120.7	118.6	
Peso del agua	gr.	31.7	40.2	49.0	56.0	
Peso del suelo seco	gr.	534	517	506	485	
Contenido de agua	%	5.9	7.8	9.7	11.5	
Densidad Seca	gr/cc	1.638	1.851	1.854	1.712	
Densidad Máxima Seca:		1.877		gr/cm ³ .		
Contenido Humedad Óptima:				8.8		%

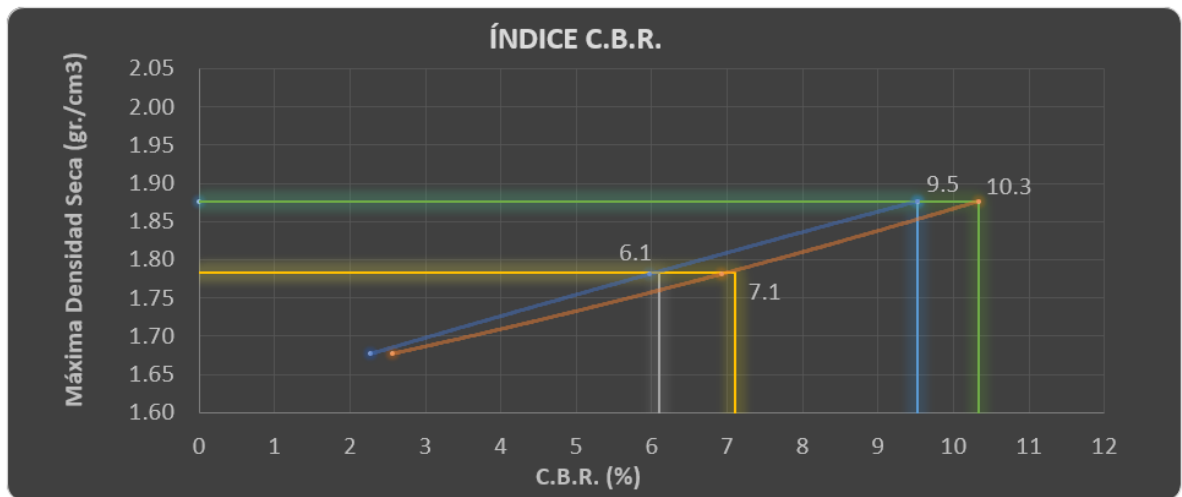
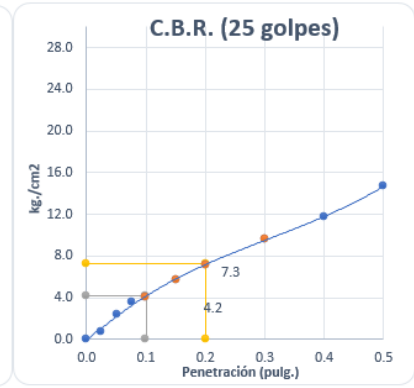
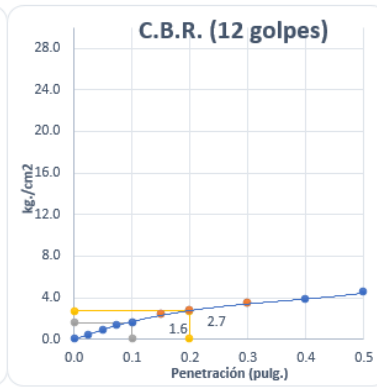
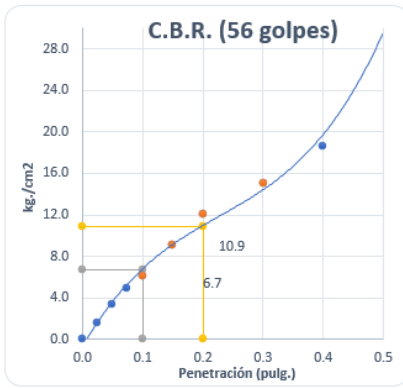


CBR – Muestra patrón

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	14		16		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,805		12,094		12,036	
Peso molde (gr.)	8,449		7,925		8,129	
Peso suelo compactado (gr.)	4,356		4,169		3,907	
Volumen del molde (cm³)	2,129		2,148		2,141	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.046		1.941		1.825	
Humedad (%)	8.8		8.9		8.8	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.880		1.781		1.677	
Tara+suelo húmedo (gr.)	635.8		624.5		630.5	
Tara+suelo seco (gr.)	584.2		573.2		579.5	
Peso de agua (gr.)	51.6		51.3		51.0	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	584.2		573.2		579.5	
Humedad (%)	8.8		8.9		8.8	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
3-Oct	09:50:00	24	14	0.36	0.31	15	0.38	0.33	17	0.43	0.37
4-Oct	09:50:00	48	16	0.41	0.35	19	0.48	0.41	28	0.71	0.61
5-Oct	09:50:00	72	19	0.48	0.41	21	0.53	0.46	33	0.84	0.72
6-Oct	09:50:00	96	20	0.51	0.44	23	0.58	0.50	35	0.89	0.76

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg. /cm²)	Molde N° 14				Molde N° 16				Molde N° 18			
		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		33	1.7			14	0.7			9	0.5		
0.050		67	3.4			47	2.4			17	0.9		
0.075		96	4.9			69	3.5			26	1.3		
0.100	70.307	121	6.1	6.7	9.5	81	4.1	4.2	6.0	32	1.6	1.6	2.3
0.150		178	9.0			112	5.7			46	2.3		
0.200	105.460	239	12.1	10.9	10.3	141	7.2	7.3	6.9	56	2.8	2.7	2.6
0.300		295	15.0			189	9.6			67	3.4		
0.400		366	18.6			231	11.7			75	3.8		
0.500		591	30.0			289	14.7			88	4.5		



Anexo 6

Panel Fotográfico



Subrasante a evaluar



Subrasante de la prolongación José Carlos Mariátegui



Excavación de la primera calicata con 1.50m de profundidad



Excavación de la primera calicata con 1.50m de profundidad



Excavación de la segunda calicata con 1.50m de profundidad



Excavación de la segunda calicata con 1.50m de profundidad



Excavación de la tercera calicata con 1.50m de profundidad



Excavación de la tercera calicata con 1.50m de profundidad



Compra de la tusa de maíz



Compra de la cáscara de maní



Incineración de la tusa de maíz y cáscara de maní



Peso del material incinerado



Tamizado para el ensayo de granulometría



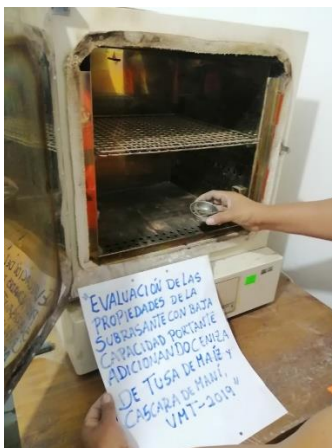
Enrasado de material en la copa de Casagrande



Ensayo de Límite plástico



Pesando la muestra



Muestra llevada al horno para su secado



Muestra llevada al horno para su secado



Apisonado de la muestra para el ensayo CBR



Ensayo de CBR



Ensayo de CBR



Ensayo de CBR



Ensayo de Absorción



Prensa CBR en la muestra adicionando el 3% de cáscara de maní



Prensa CBR en la muestra adicionando el 6% de cáscara de maní



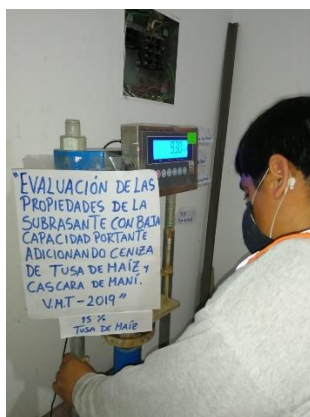
Prensa CBR en la muestra adicionando el 9% de cáscara de maní



Prensa CBR en la muestra adicionando el 5% de tusa de maíz



Prensa CBR en la muestra adicionando el 10% de tusa de maíz



Prensa CBR en la muestra adicionando el 15% de tusa de maíz



Preparación de la prensa CBR para el ensayo

Anexo 7

Certificados de Laboratorio

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo 8

Certificados de calibración de los equipos



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

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

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

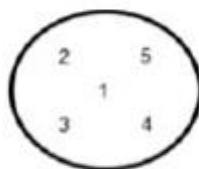
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 899	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

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

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-11} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

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

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YCO-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

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

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,8 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

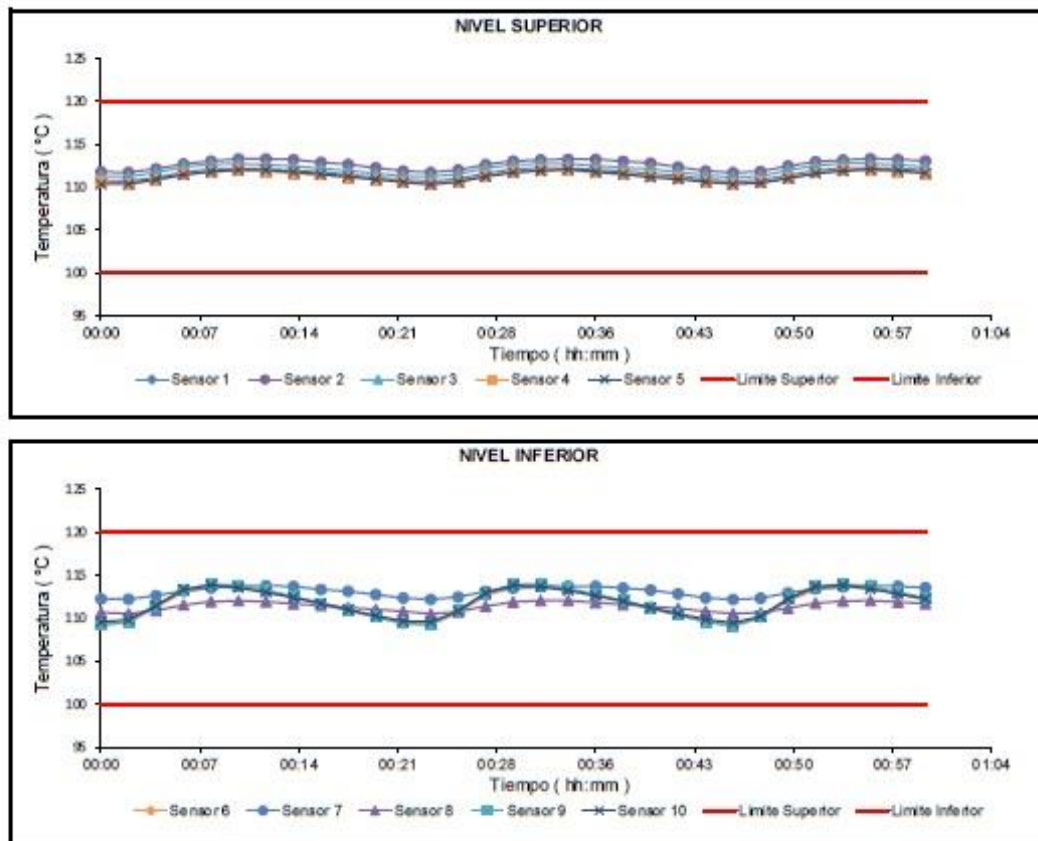
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

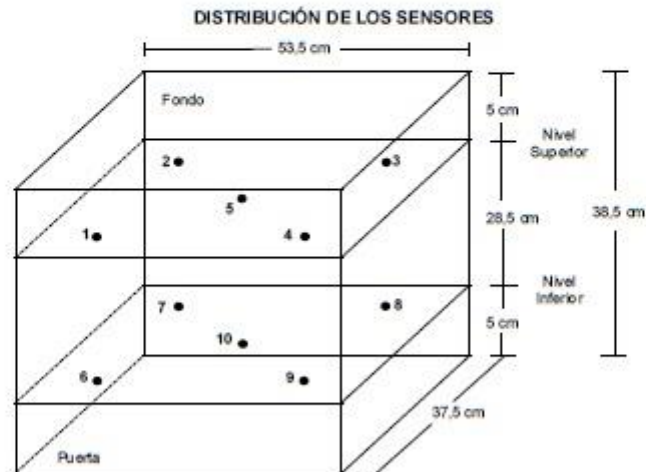
Tiempo (h:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^R (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ^{RI}	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX ^{RI}	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN ^{RI}	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ^{RI}	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRÁFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

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

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] 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 registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

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 $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE



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

FIN DEL DOCUMENTO



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

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4372 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : DENVER INSTRUMENT
Modelo : AA-250
N° de Serie : B032815
Capacidad Máxima : 220 g
Resolución : 0,0001 g
División de Verificación : 0,001 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 0,1 g
Procedencia : U.S.A.
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4372 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

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

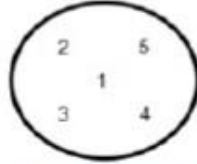
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	110,0000	110,0018	-	1,8	1	220,0000	220,0020	-	2,0
2		110,0016	-	1,6	2		220,0019	-	1,9
3		110,0016	-	1,6	3		220,0016	-	1,6
4		110,0018	-	1,8	4		220,0016	-	1,6
5		110,0016	-	1,6	5		220,0018	-	1,8
6		110,0016	-	1,6	6		220,0016	-	1,6
7		110,0016	-	1,6	7		220,0018	-	1,8
8		110,0018	-	1,8	8		220,0016	-	1,6
9		110,0018	-	1,8	9		220,0018	-	1,8
10		110,0018	-	1,8	10		220,0017	-	1,7
Emáx - Emin (mg)				0,2	Emáx - Emin (mg)				0,4
error máximo permitido (±mg)				2,0	error máximo permitido (±mg)				3,0



Certificado de Calibración
TC - 4372 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

N°	Determinación de Error Eo			Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)		
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)		E (mg)	Ec (mg)
1	0,0100	0,0100	-	0,0	70,0000	70,0015	-	1,5	1,5	2,0
2		0,0100	-	0,0		70,0015	-	1,5	1,5	
3		0,0100	-	0,0		70,0016	-	1,8	1,8	
4		0,0100	-	0,0		70,0018	-	1,8	1,8	
5		0,0100	-	0,0		70,0015	-	1,5	1,5	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0100	0,0100	-	0,0						
0,1000	0,1000	-	0,0	0,0	0,1000	-	0,0	0,0	1,0
1,0000	1,0000	-	0,0	0,0	1,0000	-	0,0	0,0	1,0
10,0000	9,9999	-	-0,1	-0,1	9,9999	-	-0,1	-0,1	1,0
50,0001	50,0016	-	1,5	1,5	50,0018	-	1,7	1,7	1,0
70,0001	70,0015	-	1,4	1,4	70,0012	-	1,1	1,1	2,0
100,0003	100,0016	-	1,3	1,3	100,0012	-	0,9	0,9	2,0
110,0003	110,0011	-	0,8	0,8	110,0006	-	0,3	0,3	2,0
150,0004	150,0016	-	1,2	1,2	150,0018	-	1,4	1,4	2,0
200,0004	200,0013	-	0,9	0,9	200,0013	-	0,9	0,9	2,0
220,0004	220,0012	-	0,8	0,8	220,0010	-	0,6	0,6	3,0

Donde:

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

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 9,80 \times 10^{-6} \times R$
Incetidumbre Expandida	:	$U_k = 2 \times \sqrt{4,29 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 2,10 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autbadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 220,0121 g para una carga de valor nominal 220 g.

INCERTIDUMBRE

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

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° Serie : NO INDICA
Intervalo de indicación : 5000 Kg
Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA

Marca : Keli
Modelo : A-FED
Serie : 5X70836
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA
Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

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

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

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

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

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

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

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



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



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES.

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

INCERTIDUMBRE

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

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 9

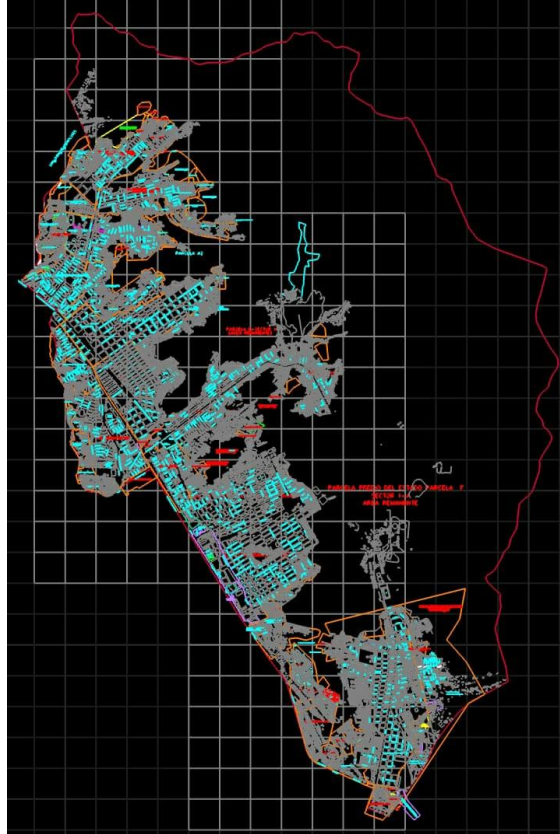
Recibo del pago realizado por los servicios de ensayos en campo y/o laboratorio

MTL GEOTECNIA S.A.C. CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600375262 EB01-25																						
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 16/11/2020 Señor(es) : FRANK JOSSIMAR ROSALES CASTILLO DNI : 46055913 Tipo de Moneda : SOLES Observación :																								
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER																		
1.00	UNIDAD	ENSAYOS DE LABORATORIO DE TESIS EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CON BAJA CAPACIDAD PORTANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUSA DE MAÍZ Y CÁSCARA DE MANÍ, VMT 2019	2627.118	0.00	3,100.00	0.00																		
Otros Cargos : S/0.00 Otros Tributos : S/0.00 ICBPER : S/ 0.00 Importe Total : S/3,100.00																								
SON: TRES MIL CIEN Y 00/100 SOLES																								
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Op. Gravada :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 2,627.12</td> </tr> <tr> <td>Op. Exonerada :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Op. Inafecta :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>ISC :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>IGV :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 472.88</td> </tr> <tr> <td>ICBPER :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Cargos :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Importe Total :</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 3,100.00</td> </tr> </table>				Op. Gravada :	S/ 2,627.12	Op. Exonerada :	S/ 0.00	Op. Inafecta :	S/ 0.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 472.88	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 3,100.00
Op. Gravada :	S/ 2,627.12																							
Op. Exonerada :	S/ 0.00																							
Op. Inafecta :	S/ 0.00																							
ISC :	S/ 0.00																							
IGV :	S/ 472.88																							
ICBPER :	S/ 0.00																							
Otros Cargos :	S/ 0.00																							
Otros Tributos :	S/ 0.00																							
Importe Total :	S/ 3,100.00																							
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.																								

Anexo 10

Plano de Ubicación

Distrito de Villa María del Triunfo - Sector José Carlos Mariátegui



Prolongación José Carlos Mariátegui

