



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en
suelos cohesivos de la Subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali,
2022”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Reategui Galan, Carlos Ulises (orcid.org/0000-0003-3869-0046)

Torres Rodriguez, Teddy Junior (orcid.org/0000-0002-5640-8684)

ASESOR:

Ing. Olarte Pinares, Jorge (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO – PERÚ

2023

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación va dedicado a nuestros amados padres, quienes nos brindaron su apoyo incondicional desde el inicio de este trayecto para poder cumplir nuestras metas trazadas.

Agradecimiento

Al Ms Ing. Jorge Olarte Pinares, por su asesoramiento en nuestra investigación, demostrándonos su amplio conocimiento y experiencia.

A la empresa VARINCO.SAC por la libre disposición de sus equipos para fines de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Lista de abreviaturas	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO	6
III.METODOLOGÍA... ..	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización... ..	17
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV.RESULTADOS	21
V.DISCUSIÓN	36
VI.CONCLUSIONES	38
VII.RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación y propiedades del suelo de la subrasante	23
Tabla 2. Resultados de CBR de laboratorio	23
Tabla 3. Resultados del ensayo de placa de carga.....	24
Tabla 4. Prueba de normalidad de las variables	25
Tabla 5. Comparación de los resultados de ensayos de laboratorio del CBR_{LAB} Placa de Carga (K30)	26
Tabla 6. Resultados de los estadísticos descriptivos con el SPSS	27
Tabla 7. Análisis estadístico de la correlación.....	27
Tabla 8. Criterios de Cohen para la fuerza de Correlación	28
Tabla 9. Categoría de Subrasante.....	30
Tabla 10. Interrelaciones aproximadas entre clasificaciones de suelos y valores soporte	31
Tabla 11. Resistencia del concreto según tráfico.....	32
Tabla 12. Diferencial de Serviciabilidad	33
Tabla 13. Nivel de confiabilidad y desviación estándar normal	33
Tabla 14. Parámetros para el cálculo del K equivalente (Ivanov)	34
Tabla 15. CBR y modulo K equivalente para diseño de pavimento	34
Tabla 16. Porcentaje de precipitaciones	34
Tabla 17. Cálculo de espesor de losa	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Equipo CBR.....	10
Figura 2. Ensayo de Placa de Carga.....	12
Figura 3. Investigación Descriptiva – Correlacional.....	16
Figura 4. Mapa Político del Perú	21
Figura 5. Mapa Político del Departamento de Ucayali.....	21
Figura 6. Mapa de la Provincia de Coronel Portillo.....	22
Figura 7. Mapa del Distrito de Manantay	22
Figura 8. Ensayo CBR de Laboratorio con arcillas	26
Figura 9. Ensayo de Placa de Carga en suelos Cohesivos	26
Figura 10. Relación entre el Módulo de Reacción y CBR de laboratorio	27
Figura 11. Ensayo Proctor modificado con arcillas de alta plasticidad “CH”	28
Figura 12. Ensayo de Placa de Carga en suelo arcilloso de la subrasante	28
Figura 13. Gráfico de Correlación $CBR_{Laboratorio}$ Vs Modulo de Reacción.....	29
Figura 14. Vista de la sección típica del pavimento rígido del Jr. Ceticos	30
Figura 15. Estructura de pavimento rígido para Jr. Ceticos.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>Kr</i>	:	Módulo de Reacción de la Subrasante.
<i>PLT</i>	:	Plate Load Test (Ensayo de Placa de Carga).
<i>E</i>	:	Módulo de Elasticidad o Módulo de Young.
<i>MR</i>	:	Módulo Resiliente.

Resumen

La investigación titulada “Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022”, tuvo como objetivo establecer el grado de correlación entre el CBR de Laboratorio y módulo de reacción de la subrasante en suelo cohesivo; el tipo de investigación fue aplicada de nivel transversal Correlacional; las muestras fueron seleccionadas de las progresivas 0+000 y 0+300 del Jirón Ceticos, el muestreo fue del tipo no probabilístico y la unidad de análisis fue un ensayo CBR de Laboratorio y el PLT.

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a la subrasante corresponden a una arcilla inorgánica de alta plasticidad color rojizo, con clasificación CH y A-6(9) según SUCS y ASSHTO respectivamente, con un límite líquido de 54%, un límite plástico de 26%, y un contenido de humedad de 20%, en cuanto al resultado del CBR de laboratorio al 95% de MDS es 2.71%, y al 100% de MDS es 3.5%, el módulo de reacción y comprensibilidad presenta valores superiores de 7.29 kg/cm²/cm, el grado de correlación Pearson entre el módulo de reacción y el ensayo CBR de laboratorio es muy alta de sentido positivo con un valor de $r=0.908$; la ecuación de regresión lineal estuvo representado por $k = 0.7009 \cdot \text{CBR} + 5.4587$, en cuanto al diseño de una estructura del pavimento rígido en el Jirón Ceticos, se cumplieron con los parámetros de transferencia de carga, drenaje y factores de confiabilidad con lo que se cumple con los criterios necesarios para el diseño de una estructura de pavimento rígido con las condiciones de suelo de Ucayali.

Como conclusión, se puede establecer que existe una correlación lineal entre estas dos variables de estudio, así mismo, los resultados de valores del módulo de reacción obtenidos por los ensayos de laboratorio y de campo tiene una notable diferencia lo cual obedece a las diferentes condiciones del suelo de fundación para realizar los ensayos, asumiendo que el valor más real de diseño es el obtenido por el ensayo de placa de carga.

Palabras claves: Módulo de Reacción de la Subrasante, Ensayo de Placa de Carga, CBR de Laboratorio, Ecuación de Correlación.

Abstract

The research entitled "Correlation of the reaction modulus and laboratory CBR in cohesive soils of the subgrade of Jirón Ceticos, Ucayali, 2022", aimed to establish the degree of correlation between the Laboratory CBR and the reaction modulus of the subgrade in soil. cohesive; the type of research was applied at a transversal Correlational level; the samples were selected from the progressive 0+000 and 0+300 of the Jirón Ceticos, the sampling was of the non-probabilistic type and the unit of analysis was a Laboratory CBR test and the PLT.

The results of the laboratory tests carried out on the subgrade correspond to a reddish-colored inorganic clay with high plasticity, with classification CH and A-6(9) according to SUCS and ASSHTO, respectively, with a liquid limit of 54%, a plastic limit of 26%, and a moisture content of 20%, in terms of the result of the laboratory CBR at 95% of MDS is 2.71%, and at 100% of MDS it is 3.5%, the reaction and compressibility modulus presents values higher than 7.29 kg/cm²/cm, the degree of Pearson correlation between the reaction modulus and the laboratory CBR test is very high in a positive direction with a value of $r=0.908$; the linear regression equation was represented by $k = 0.7009 \cdot \text{CBR} + 5.4587$, regarding the design of a rigid pavement structure in Jirón Ceticos, the parameters of load transfer, drainage and reliability factors were met, which meets the necessary criteria for the design of a rigid pavement structure with the soil conditions of Ucayali.

In conclusion, it can be established that there is a linear correlation between these two study variables, likewise, the results of the reaction modulus values obtained by the laboratory and field tests have a notable difference, which is due to the different conditions of the foundation soil to carry out the tests, assuming that the most real design value is the one obtained by the load plate test.

Keywords: Subgrade Reaction Modulus, Load Plate Test, Laboratory CBR, Correlation Equation.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mundo, se sigue utilizando la correspondencia de soporte de california (CBR), para determinar su capacidad resistente como subrasante en la elaboración de pavimento. Un pavimento está constituido de una estructura formada por capas de diferentes espesores y calidades, que descansan sobre una capa de soporte conocida como subsuelo. Por lo general, las capas estructurales del pavimento son la base, la subbase y la capa de asfalto para el pavimento flexible, y la subbase y la losa de concreto hidráulico.

En Colombia y el Perú, las disposiciones actuales permiten el uso de correlaciones de la Tasa de Soporte de California (CBR) a efecto de establecer el módulo de resiliencia de las subclases usando ecuaciones empíricas. Al momento de utilizar ecuaciones de correlación, se originan múltiples incertidumbres. Uno de ellos es la prueba CBR que es una variable experimental indirecta de la firmeza al corte y la rigidez de un material en condiciones no drenadas, medido bajo cargas monótonas y sobre pavimentos donde la carga es cíclica. Adicionalmente, el nivel de tensiones en el pavimento está por debajo del generado en la muestra cuando se ejecuta el ensayo CBR.

En el Perú la infraestructura vial es parte importante del desarrollo del país y de las regiones, las diferentes características de los suelos determinaran el tipo de pavimento que se utilizara para los diferentes tipos de vías (Tello, 2021). Otro factor importante son las características edafoclimáticas, ya que las altas precipitaciones y humedad predisponen al uso de pavimento rígido o flexible en carreteras nacionales y departamentales.

En la actualidad el proceso de desarrollo de nuevas tecnologías en la ingeniería de pavimentos permite que se optimicen los diseños y por consiguiente los costos en su ejecución; la toma de decisiones está basado principalmente en conocer las características físico mecánicas del suelo de fundación, y a partir del tipo de ensayo que defina un comportamiento más real ante las acciones de cargas vehiculares durante su vida útil con mayor grado de confiabilidad.

El Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), menciona que el Perú presenta tres tipos de vías, la Red Vial Vecinal o Rural, la Red Vial Departamental o Regional y las Red Vial Departamental o Regional, las vías que presentan construcciones con pavimento rígido y rígidos, que presentan diferentes características por lo que al momento de calcular su CBR es necesario tomar en cuentas algunos parámetros para el cálculo de la tensión en pavimentos flexibles o rígidos adecuadamente elaborados es ampliamente inferior en relación con la resistencia del material, por ende, se espera que las capas fallen ante la carga de diseño. Las imperfecciones del pavimento bajo tensión ocasionadas por cargas de tráfico reiteradas son las que establecen el menoscabo y funcionamiento de la distribución.

Tratándose de la elaboración de un pavimento flexible o rígido, sea conforme a los métodos de la Asociación Estadounidense de Oficiales de Carreteras y Tránsito (AASHTO), el método racional o el método de la Asociación de Cemento Portland (PCA), un valor esencialmente, la relación de carga de California (CBR). El valor CBR viene a ser la medida de esfuerzos cortantes o punzantes en la cimentación, cimentación y fundación. El ensayo CBR, antiguamente existió originada por la dirección de Carreteras de California como parte del desarrollo de la Segunda Guerra Mundial y desde aquellos tiempos ha sido utilizada en diversos lugares del planeta, considerándolo una técnica estándar. Que se utiliza en el país, en el proceso de diseños de los suelos para pavimentos frecuentemente efectuados son AASHTO 93 y PCA, y al respecto se necesita un valor CBR.

En consecuencia, la deformación plástica es la característica más significativa en concretar todo lo necesario para la construcción de pavimentos, conteniendo los soportes. La prueba del E , que calcula la correspondencia entre la magnitud de la tensión, es un ensayo de laboratorio que combina varias metodologías, diseñada para considerar la rigidez elástica del material. No obstante, las pruebas del E demandan el uso de dispositivos especializados y personal idóneo para ejecutar la prueba, y existe una enorme discusión sobre la variabilidad de los resultados de las muestras analizadas en condiciones similares.

A pesar de la aprobación y el uso generalizados, no constantemente es viable realizar pruebas de CBR, principalmente en suelos finos. En el caso de subsuelos naturales de suelos finos, es necesario que el CBR se efectúe en el mismo lugar o

llevar muestras directamente al laboratorio no perturbadas, relacionado a la afluencia de las muestras de laboratorio alterará las características del suelo y su sustancia. Las pruebas in situ, aunque se prefieren porque el suelo se evalúa sin alteración de las propiedades físicas, son costosas y se necesita utilizar transportes pesados como sistema de respuesta. En estas pruebas, se debe considerar el suelo plano y expuesto, lo que no siempre es posible, especialmente para proyectos nuevos.

Al igual que con las pruebas de laboratorio en muestras sin cambios, no siempre es posible recolectar tales muestras. Como referencia, en nuevos proyectos, a consecuencia de la topografía, la cota de diseño del subsuelo es varios metros más baja que la cota del suelo al realizarse la exploración (ej. caminos temporales para proyectos hidroeléctricos, mineros, etc.), minas, etc.; o carreteras nuevas en un área con terreno inclinado), el muestreo intacto para CBR es un procedimiento dotado de complejidad, lento y en muchos casos imposible, producto de la profundidad a la que se ejecutan picos restringidos (menos de 2 m o 3 m). Tratándose de las carreteras existentes, no está permitido clavar pilotes en grandes cantidades, porque es necesario demoler el firme de la carretera. Además, cuando es factible el muestreo intacto, la obligatoriedad de examinar la saturación en suelos finos acrecienta a gran escala el tiempo y el costo de las pruebas de CBR.

Al efectuarse los estudios de diseño de pavimentos, la perforación debe realizarse con máquina o a mano, generalmente en cantidades mayores y a mayor profundidad que los pozos de muestreo de CBR. Por ende, si se determina un grado de correspondencia entre el valor CBR del suelo fino y las pruebas convencionales, tales como la compresión libre o determinados elementos de índice, que se logren ejecutar sobre muestras tomadas de pozos o pozos de explosión, es posible conseguir una adecuada dureza del suelo, del corredor de diseño. Lo obtenido se podría usar para conseguir valores CBR intermedios en lugares que no se logran ejecutar este tipo de pruebas o para incrementar la respectiva información sobre las secciones donde se efectuaron estos ensayos. Es menester indicar que, los resultados de CBR realizado análisis de correlaciones se puede utilizar para diseñar preliminarmente pero no limita al diseñador de realizar pruebas de módulo de

elasticidad o CBR, como medida para determinar diseños de demostración en la etapa de construcción (Sandoval & Rivera, 2019).

Para fines de construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pucallpa, los consultores al no disponer de un equipo de PLT para estimar el K_r , utilizan el CBR de laboratorio, lo que provoca la sobreestimación de la rigidez del suelo de fundación, se formuló el siguiente problema ¿Es posible determinar correlaciones entre el K_r y el CBR de laboratorio para los suelos del Jirón Ceticos en Pucallpa?

En la región Ucayali se desconocen estudios de correlación entre el CBR de laboratorio y el K_r estimado con PLT, por lo que no es posible obtener datos históricos para referenciar el grado de correlación entre el K_r y el CBR de laboratorio para los suelos cohesivos del Jirón Ceticos, en la ciudad de Pucallpa.

El objetivo general fue correlacionar los parámetros CBR de Laboratorio y módulo de reacción en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022. Los objetivos específicos planteados fueron determinar el grado de correlación entre el K_r y el ensayo CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022; Establecer una ecuación matemática que correlacione el K_r y CBR de los suelos del Jirón Ceticos en Pucallpa para la estimación del K_r del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022 y realizar el diseño de la estructura del pavimento rígido en el Jirón Ceticos contemplando la necesidad de mejoramiento de la subrasante.

La hipótesis general fue; existe una relación entre el K_r y el CBR de laboratorio de los suelos de subrasante del Jirón Ceticos en Pucallpa; la hipótesis específica estableció el Grado de correlación entre el K_r obtenido con PLT y el CBR de Laboratorio es muy alta en los suelos cohesivos del Jirón Ceticos; El establecimiento de una ecuación matemática de correlación entre el K_r y CBR de los suelos cohesivos en el Jirón Ceticos evitará el uso de la Ecuación de correlación entre el MR y CBR de la subrasante; Una adecuada Correlación entre el K_r obtenido por PLT y el CBR de laboratorio optimizará el diseño de la estructura del pavimento rígido en el Jirón Ceticos.

El valor de soporte obtenido con el ensayo de CBR de laboratorio para suelos cohesivos subestima el K_r , a raíz de este problema se plantea en la presente

investigación determinar el grado de correlación entre el K_r y el ensayo de CBR de laboratorio para así establecer una ecuación matemática que correlacione el K_r y el CBR de los suelos del área en estudio, luego, y con los resultados obtenidos se dimensionará una estructura de pavimento rígido adecuada, contemplando la necesidad de optimizar el diseño del pavimento rígido del Jirón Ceticos, esto con la intención de culminar con los objetivos trazados en el presente proyecto de investigación y disminuir el error al momento de realizar los cálculos pertinentes.

II.- MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales, Eugenio y Ventura (2021), en su tesis “Determinación de la relación de soporte de california (CBR) a partir de las propiedades de los suelos para pavimentos de bajo volumen” tuvo como objetivo determinar de qué forma las cualidades mecánicas, químico y físicas de los suelos se correlacionan con el ensayo de CBR y dicha correlación pueda contribuir a mejorar los pavimentos y el diseño de bajo volumen de traslación de vehículos. Fue una investigación de tipo descriptiva-correlacional, y su población y muestra que forman parte esta investigación fueron parámetros de análisis de suelos, que se encuentran adjuntas en los documentos de las obras de elaboración de carreteras aprobados por PROVIAS y el MTC e investigaciones de licenciaturas entre los años 2010-2020; así mismo emplearon como instrumentos la recaudación de material bibliográfico, como expedientes técnicos, tesis y manuales; obtuvieron como resultados que las ecuaciones de correlación resultan poco confiables para determinar el CBR cuando se utiliza únicamente las propiedades físicas o únicamente las propiedades mecánicas. Se concluyó que siempre y cuando se combinen las propiedades físicas y mecánicas será posible utilizar el CBR por una ecuación de relación y correlación de Pearson para un pavimento de bajo volumen diseñado para las carreteras del país.

Bazán y Prado (2020), en su investigación titulada “Correlación entre el CBR y el PDC en la determinación de la resistencia del suelo en la localidad de Moche” plantearon como objetivo establecer una correlación entre los ensayos de CBR y PDC, a través del estudio y comparación de los valores resultantes de la realización de ambos ensayos. Fue una investigación de tipo no experimental correlacional simple. La población de investigación fue el suelo de la localidad de Moche, ubicada en el departamento de La Libertad, provincia de Trujillo, las muestras tomadas se obtuvieron de seis calicatas con una profundidad máxima de 1.50 metros en los alrededores de la posta medica de la localidad de Moche, el muestreo fue de selección experta. Emplearon como instrumentos los ensayos estándares de laboratorio, ensayos de CBR y PDC y la recaudación de datos. Obteniendo como principal resultado una ecuación correlación no lineal entre el CBR de laboratorio y

el PDC con un coeficiente correlacional de $R^2=0.989$. Se concluyó que la ecuación de correlación resultante en esta investigación depende del tipo de suelo que se analice, donde obtuvieron un 98.9% de confiabilidad de la ecuación no lineal únicamente para suelos clasificados como arena mal gradada con limo.

Ríos y Salvatierra (2020), en su investigación tuvieron como objetivo instaurar la correlación entre el módulo de reacción de la subrasante obtenido con PLT y los resultados de índice de penetración del ensayo PDC en la Av. Manantay – Pucallpa; siendo un estudio cuantitativo, descriptivo-correlacional, como población 48,250 m² en la Av. Manantay, donde realizaron un muestreo por conveniencia. Los instrumentos utilizados con la finalidad de recolectar datos fueron ensayos estándares de laboratorio, observación, PLT y el ensayo de PDC. Obtuvieron como principal resultado una ecuación exponencial $y=548.68X^{-0.854}$ con un $R^2 = -1$, correlación negativa perfecta, concluyendo que existe una relación inversamente proporcional entre el índice de penetración – PDC y el K obtenido con placa de carga.

Díaz y Espinoza (2020), en su investigación tuvieron como objetivo diseñar de manera apropiada un pavimento rígido para suelo un tipo de suelo arena-limosa, susceptible a erosiones por fenómenos climáticos en la Vía Evitamiento, Bajo Piura. Fue un estudio de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo; tuvo como población la Vía Evitamiento y su muestra estuvo conformada por el suelo de la misma Vía. Los instrumentos utilizados fueron la recopilación de datos bibliográficas, ensayos estándares de laboratorio y ensayos in-situ. Como principales resultados obtuvieron que el CBR para este tipo de suelo en su OCH y MDS (9.8% - 14.0%) es superior al CBR en su densidad natural (1.9% - 5.8%); se realizaron dos diseños de pavimento rígido para ambos casos mediante el método AASHTO 1993, obteniendo para el primer caso un espesor de 25 cm y para el segundo caso espesores de 26 y 27 centímetros; un espesor de subbase de 15 centímetros para los dos casos, concluyendo su investigación que a pesar de la diferencia en el valor de CBR para cada diseño el espesor de la losa no tiene gran variación; no requiriendo mejoramiento de la subrasante.

Seguidamente los antecedentes internacionales en esta investigación, Manzano (2021), en su artículo titulado “Correlación entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos del cantón Píllaro; parroquia Marcos Espinel; de la provincia de Tungurahua” Tuvo como objetivo establecer la correlación entre las propiedades índice y mecánicas de los suelos, ensayo CBR de laboratorio, y DCP en la parroquia Marcos Espinel de la localidad de el cantón Píllaro; provincia de Tungurahua. Presento un estudio de tipo correlacional, analítica, y exploratoria. La población del presente estudio se ubica en los alrededores de la Iglesia Marcos Espinel de la localidad cantón Píllaro provincia de Tungurahua, el muestreo se basó en doce muestras extraídas, que se obtuvieron de suelos naturales, a los lados de las vías, realizando calicatas rectangulares de 1.50 m x 1.50 m y 1.00 m de profundidad, el muestreo fue selección experta. Los instrumentos empleados fueron los ensayos estándares de terreno, Proctor modificado tipo B y el ensayo CRB. Los principales resultados fueron la obtención de veintidós correlaciones entre las propiedades del suelo cuyo R^2 oscilan entre el 50% y 97%, lo que definiría como aceptables a las veintidós correlaciones. Se concluyó que la correspondencia planteada entre el ensayo CBR de laboratorio y el DCP, podrá ser usado para la construcción y diseño de pavimentos, ya que estos dos ensayos son utilizados para la valoración de la eficacia de subrasantes, subbases y bases de la estructura del pavimento.

Masihy (2020), evaluó la “Estudio de correlaciones entre los ensayos de CBR terreno y CPT” Tuvo como objetivo realizar un análisis de la existencia de una correlación de las pruebas CPT y CBR de terreno, para el diseño de pavimentos. Fue un estudio de tipo correlacional, experimental. La población que presenta este estudio estuvo conformada por la Comuna de Paine, Región Metropolitana de Chile, y el muestreo de la investigación fue en la Laguna de Aculeo y el Puente Águila, donde obtuvieron un total de 36 muestreos para cada uno de estos ensayos, y distribuidos en los lugares antes mencionados. Los instrumentos empleados fueron los ensayos estándares de terreno, ensayos CBR de terreno y ensayo CPT. Obtuvo como resultado una diferencia entre el tiempo de ejecución del CBR de terreno y el CPT, donde al utilizar CPT en reemplazo del CBR, disminuye aproximadamente un 70 [%] el periodo que tomaría realizar el estudio de CBR. Lo que finalmente sería una reducción de costos directos en horas hombre. Se concluyó con una ecuación

de regresión y correlación de carácter lineal entre el ensayo CBR de terreno y el CPT con un R^2 de 0,6465, lo que indicaría un grado de correlación moderado alto, ya que los datos de la línea de tendencia se adaptan en casi 65% a los observados en los resultados de los estudios.

Los artículos de esta investigación según, Sandoval y Rivera (2019), en el artículo titulado “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada”, estos resultados encontrados en la investigación tuvieron la finalidad de relacionar el CBR estable con la resistencia a la compresión inconfiada del suelo y algunas características índice tanto determinar el porcentaje de humedad del suelo natural como saturadas. Donde se discuten resultados de ensayos de CBR, clasificación de suelos y compresión inconfiada en 38 muestras, se realizaron análisis de resistencia y plasticidad con la finalidad de conocer cuál de estas propiedades pueden correlacionarse con el CBR. Con los resultados obtenidos de los ensayos se realizaron gráficos de dispersión entre el CBR, en condiciones normales y saturadas. Las ecuaciones de correlaciones obtenidas para CBR natural y CBR saturado son aceptables, $R^2=0.83$ y $R^2=0.67$, respectivamente siendo aceptables y aplicables a cualquier suelo independientemente de su clasificación, humedad, consistencia o plasticidad.

California Bearing Ratio (CBR) es un ensayo de penetración para determinar las propiedades físicos y mecánicas de una superficie del suelo. Esta técnica se desarrolló en el Departamento de Transportes de California. Este ensayo se fundamenta en determinar la presión exacta para ingresar un pistón en una muestra obtenida de un suelo en estudio. Esta se realiza en un laboratorio, utilizando un pistón dentro de una muestra de suelo a una velocidad constante de 1.269 mm/minuto y a una profundidad variable de 0.1 a 0.2 pulgadas de profundidad. Al obtener muestras provenientes de suelos, estos se compactan en una probeta cilíndrica de 20 cm de diámetros y 15 cm de alto, El porcentaje de humedad que se presente en las muestras de suelo es probable que esta sea la máxima que presente la carretera o camino cuando esta entre en funcionamiento, el tiempo de duración de esta prueba es de 10 minutos. El índice CBR se viene utilizando para establecer la carga mínima y máxima de suelos al momento de construir las

carreteras, pero actualmente se viene utilizando para la construcción de caminos rurales. Un suelo de uso agrícola tiene un CBR de 3, un suelo con alto contenido de arcilla de 4.75, un suelo con presencia alta de arena de 10, mientras que las rocas poseen un promedio de 80, por lo que un suelo altamente compacto este posee valores superiores a 100.



Figura 1: Equipo CBR (Gaytán, 2021).

El suelo es la capa delgada de la superficie terrestre que es producto de la descomposición mecánica o química de rocas preexistentes. Villalaz (2008), menciona que “El suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan”. La ingeniería civil nombra los suelos según el tamaño de cada grano, generalmente son: grava, arena, limo y arcilla (Geronimo, 2020).

El CBR es un ensayo especificado principalmente para proyectos de pavimentos, el resultado es un índice de penetración que representa el valor de la capacidad de soporte de la subrasante o sub base mejoradas. La metodología de este ensayo se inició en 1929 por el cuerpo de ingenieros del Departamento de carreteras de

California. En muchos países es conocido como Valor Relativo de Soporte (RSV). Desde entonces, en los continentes como Europa y América, el método CBR ha ganado popularidad como un medio para clasificar los suelos para su uso como tierra vegetal o como material imprescindible para el diseño y construcción de nuevas carreteras. A finales de 1939 los ingenieros de ejército de los EE. UU. Patrocina este ensayo con la finalidad de realizar la construcción de pistas pavimentadas para aeropuertos, el CBR se desarrolló en 1933 para la construcción y diseño de pavimentos rígidos y flexibles basados en su resistencia al momento del corte (Sánchez, 2012).

Para este método, cuando se aplican varias cargas en unas superficies de contactos, se desarrollan dos resistencias: una relacionada con la fuerza cortante periférica y la otra con la fuerza de compresión. El valor del CBR no es una propiedad de suelo, representa un índice de resistencia a la cortante del suelo en condiciones de humedad u densidad controlada, obtenido de la Prueba de Compactación Ajustada (Araujo, 2015). Esta técnica se puede realizar en el laboratorio o directamente en el campo. Para determinar que el valor del CBR encontrado en laboratorio sea cercano en la ejecución de la obra el rendimiento de campo a través de pruebas de laboratorio, se usarán ensayos in situ. Que toman el nombre de "mapas de resistencia" (Sánchez, 2012). Y se realizan en el laboratorio (Araujo, 2015).

El PLT es un ensayo que se realiza de manera in-situ, con la finalidad de comprobar la capacidad de soporte y asentamiento de un suelo, mediante la aplicación de una carga sobre una placa rígida con medidas ya estandarizadas para cada tipo de suelo o ensayo. Se utiliza un camión como contrapeso, es un ensayo rápido y fácil de realizar, proporciona datos reales sin ensayos posteriores ni correlaciones intermedias.

A partir del ensayo de Placa de Carga se pueden obtener datos con la determinación del módulo de reacción o coeficiente de Balasto(K), el coeficiente de elasticidad del suelo (E). Estos resultados obtenidos con el ensayo de placa de carga son utilizados en la evaluación y diseños de pavimentos rígidos o flexibles de

carreteras y/o aeropuertos, siendo aplicado en suelos compactado como en estado natural.



Figura 2: Ensayo de Placa de carga (Aravena R. y Kramer P., 1984).

Los tipos de suelo presentan diferentes unidades taxonómicas para su clasificación, pero actualmente se puede seguir utilizando variedad de suelo, especie, género y subtipo.

Variedad de suelo: Esta unidad se determina a partir de la textura del suelo como porcentaje de las secciones determinadas por análisis mecánico. Para determinar la textura se debe seguir el método internacional del triángulo textural (según la última versión española de la clasificación de suelos. Además, las variedades las establece el esqueleto (grava y piedra) (Hernández, 2019).

La arcilla es un tipo de suelo con propiedades plásticas al contacto con el agua, generalmente cuenta con partículas sólidas de tamaño menor a 0.005 mm, su distribución mineral es cristalina y compleja, sus átomos están dispuestos en capas (Geronimo, 2020). la distribución laminar de las arcillas se compone de dos tipos clásicos: tipos de silicio y aluminio (Geronimo, 2020). Primero consiste en una estructura que consta de un átomo de silicio rodeado por cuatro átomos de oxígeno, luego forma un tetraedro y finalmente se reagrupa para formar un patrón hexagonal

infinito para formar una malla de losa de celosía. Este último consiste en una estructura que consta de un átomo de aluminio rodeado por seis átomos de oxígeno y oxígeno e hidrógeno, que luego forman un octaedro (proceso de repetición desconocido) y conducen a una malla laminada de 'aluminio' (Geronimo, 2020).

Los pavimentos son un “elemento estructural multicapa, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y/o móviles durante un periodo de tiempo predeterminado, durante el que necesariamente deberá recibir algún tipo de tratamiento tendiente a prolongar su vida deservicio” (Vega, 2018).

Un pavimento es la superestructura de la carretera que ayuda a los vehículos a transitar con holgura, garantía y economía según los requerimientos y usos de la vía. Los materiales conformantes de una estructura de pavimentos pueden variar en función a sus valores de rigidez, y estos se pueden conformar por capas, así mismo deben ser materiales seleccionados que cumplan con ciertas características granulométricas para optimizar y garantizar su funcionalidad en el tiempo de vida útil, sobre estas capas se colocan una carpeta asfáltica o en todo caso una losa de concreto hidráulico. Las tecnologías existentes proporcionan muchos tipos diferentes de estructuras y depende en gran medida de las condiciones y requisitos del proyecto para poder elegir la opción de diseño adecuada (Vega, 2018).

El pavimento flexible es un sistema de múltiples capas conformado por materiales bituminosos de alta y baja calidad, estos representan una inversión económica inicial baja, pero a largo plazo resulta un costo elevado por el mantenimiento que se le realiza, los valores de los esfuerzos aplicados desde la capa de rodadura disminuyen conforme se va profundizando a través de las capas estructurales. Los componentes de la sección del pavimento asfáltico, comienza por la parte superior, de la siguiente manera: sellador, capa de acabado, yeso, capa de ligante, imprimación, capa base, subbase, base compactada y capa de fondo natural. En la siguiente imagen se puede ver la pieza descrita.

El pavimento rígido consiste en una losa de concreto que se apoya directamente sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado. La necesidad de

realizar un mejoramiento y utilizar una subbase en un pavimento solo surge si la subrasante no tiene las condiciones necesarias para soportar la carga del tráfico; es decir, no funciona como un soporte completo (Vega, 2018).

Las características del índice del suelo son parámetros que contribuyen en la tipificación y clasificación del suelo. Los índices más utilizados en las propiedades edáficas del suelo: distribución granulométrica, límite de densidad, contenido de humedad, densidad, densidad relativa y densidad in situ. Estas propiedades suelen determinarse en laboratorio y sus pruebas son los siguientes: análisis de tamaño de partícula, límite de Atterberg, arena equivalente, contenido de agua y densidad (Araujo, 2015).

La densidad del suelo es la relativa facilidad con la que el suelo puede deformarse. Atterberg, un agricultor sueco, en 1911 observó cuatro estados consistentes: líquido, plástico, sólido y semisólido. Los límites de consistencia son útiles en ingeniería para poder clasificar los suelos porque la actividad del suelo se ve afectada por el contenido de humedad y esto se enfatiza aún más ya que las dimensiones de las partículas que forman el suelo son pequeñas. Las pruebas para obtener estas derivaciones son: Límite de Atterberg y Equivalente de arena, la primera prueba es más precisa que la segunda (Araujo, 2015).

La compactación afecta significativamente las propiedades del suelo, porque está estrechamente relacionado con la resistencia, la deformabilidad y la estabilidad. En el pavimento, el suelo debe estar fuertemente afianzado esto con la intención de evitar asentamientos que provoquen variaciones de pendiente y alabeo del proceso de desgaste durante el uso del pavimento. Cuanto más compacta es la tierra, más difícil es rodar. El porcentaje de humedad representa un papel concluyente. Siempre que el suelo seco requiere cierta energía de compresión para superar la fricción interna entre sus partículas, el mismo suelo ligeramente húmedo requerirá menos esfuerzo, ya que el agua actúa como lubricante, formando una película que rodea las partículas y reduce la fricción entre ellas (Araujo, 2015).

Si continúa incrementado la humedad en el suelo, alcanzará niveles que llenará todos los agujeros en el suelo. Con el tiempo esto provocará un incremento del volumen por la incompresibilidad del elemento líquido y más dificultad para evacuarlo del suelo, por lo que disminuirá su compactación. Entonces habrá la humedad apropiada para lograr la máxima compactación para la misma energía de compactación (Bañón, 1999 y Araujo, 2015).

Actualmente, el análisis de tensión-deformación de toda la estructura del geomaterial a menudo se aborda a partir de modelos discretos, a veces utilizando métodos numéricos como elementos finitos. Sin embargo, la representación del material geomagnético hipotético de Winkler sigue siendo bastante popular, ya que proporciona una mayor simplicidad computacional y puede modelar el suelo y la estructura del suelo simultáneamente. Este documento describe los sistemas más utilizados para determinar o estimar el factor de reacción adversa, o factor de lastre, también conocido como k_S de Winkler. Además, se demuestran los efectos k_S de varios factores ambientales y de composición que influyen en el comportamiento del suelo, incluidos varios ejemplos en suelos remanentes tropicales (Otálvaro, 2009).

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Es de tipo aplicada, porque buscaremos aplicar los conocimientos a una realidad de estudio, a través de y acciones concretas.

Nivel de Investigación

Es de nivel correlacional, porque se buscará establecer el grado de correlación existente entre dos variables. Primero se miden la variables y mediante técnicas estadísticas se estima la correlación.

Diseño de investigación:

De acuerdo con el objetivo general de la presente investigación, el proyecto se clasifica como una investigación Transversal Correlacional, porque buscará determinar el grado de relación entre las variables que se estudiará (S. Carrasco, 2006. Pág. 73).

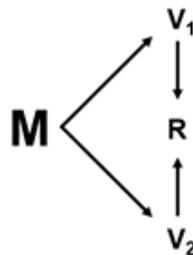


Figura 3. Investigación Descriptiva - Correlacional

Donde:

M: Muestra

V1: Módulo de Reacción de la Subrasante

V2: Ensayo de CBR de Laboratorio

R: Correlación entre variables

Enfoque de la investigación:

Enfoque cuantitativo, el investigador indaga sobre un estudio específico y delimitado desde un inicio, previamente ha establecido las hipótesis antes de recolectar y analizar los datos. La recolección de datos se basa en mediciones y análisis estadísticos. (Hernández Sampieri, y otros, 2014).

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable cuantitativa I:

Módulo de Reacción de la Subrasante

Es la relación entre la presión en cualquier punto dado de la superficie de contacto y el asentamiento "y" producido por la aplicación de carga en ese punto (Terzaghi, 1955).

Variable cuantitativa II:

Ensayo CBR de Laboratorio

Ensayo de CBR de Laboratorio, Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. (MTC E-132, 2017).

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población:

Jirón Ceticos, Ucayali-2022.

Muestra:

Las muestras seleccionadas es la misma que la población, entre las progresivas 0+000 y 0+300 del Jirón Ceticos.

Muestreo

El muestreo es de tipo no probabilística, se identificó el tipo de suelo de la subrasante del Jirón Ceticos para la extracción de tres muestras representativas para el ensayo de Laboratorio y tres puntos para en el ensayo de campo de Placa de carga.

Unidad de Análisis

La unidad de análisis fue un ensayo CBR de Laboratorio y un ensayo de Placa de Carga.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas

Según el tipo de investigación se utilizó la técnica de observación experimental, ya que los datos obtenidos fueron de forma directa de los ensayos realizados en campo y laboratorio.

Instrumentos

Se utilizó como instrumento la ficha de recolección de datos, ensayos de laboratorio, ensayos de campo y hojas de cálculo Excel.

3.5. PROCEDIMIENTOS

Se inspeccionó el área a estudiar y donde está ubicado los puntos de exploración, luego se procedió con el de Placa de carga y posterior extracción de muestras de suelo mediante la perforación con Barrena que fueron

llevadas al laboratorio de la empresa VARINCO SAC. Posteriormente y bajo los criterios geotécnicos de caracterización y sectorización, se realizó el ensayo CBR de laboratorio. Por último, en gabinete se procedió con el tratamiento de los datos adquiridos de los ensayos de Placa de carga y CBR de Laboratorio para la correlación.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

De acuerdo al tipo de investigación planteado, que es de correlacional se empleara procedimientos estadísticos para las medidas de dispersión, empelando el método de Pearson con apoyos de las herramientas del programa Microsoft Excel y el programa IBM SPSS STATISTICS 26.

El coeficiente de correlación de Pearson se computa a partir de las puntuaciones que se obtiene en una muestra en dos variables. Se enlazan las puntuaciones recolectadas de una variable con las puntuaciones obtenidas de la otra, con los mismos participantes o casos.

3.7. ASPECTOS ETICOS

La investigación desarrollada, tiene un carácter ético, siguiendo las conductas y calidad del tema planteado. Los procesos, datos y contenidos de la investigación respetan la propiedad intelectual.

Consentimiento informado

Los datos, formatos y otros contenidos para el desarrollo de los ensayos de campo y laboratorio se realizaron con el consentimiento de la empresa consultora VARINCO S.A.C., para lo cual se firmó un documento de consentimiento exclusivo para el tema de investigación.

Beneficencia

Los resultados obtenidos de la presente investigación beneficiaran a los profesionales interesados en desarrollar este tipo de temas y afianzar más sus conocimientos.

No mal eficiencia

El proceso del desarrollo de la investigación se tomaron las respectivas medidas de seguridad de las personas que se involucraron en los ensayos de campo y laboratorio.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio.

Ubicación política:

El departamento de Ucayali es uno de los 24 departamentos de la República del Perú, siendo su capital la ciudad de Pucallpa, se ubica en la zona centro-oriental del país y pertenece a la región amazónica.



Figura 04. Mapa político del Perú



Figura 05. Mapa político del departamento de Ucayali

Ubicación del proyecto



Figura 06. Mapa de la Provincia de Coronel Portillo.

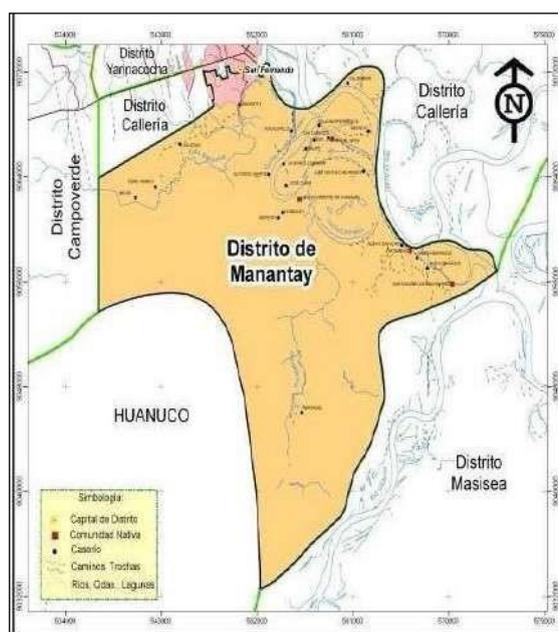


Figura 07. Mapa del Distrito de Manantay

Límites del Distrito de Manantay

- Norte : Distrito de Callería
- Sur : Departamento de Huánuco
- Este : Distrito de Masisea
- Oeste : Departamento de Huánuco

Ubicación geográfica

El Jirón Ceticos se encuentra en la jurisdicción del distrito de Manantay, siendo este uno de los siete distritos de la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali.

Clima

El distrito de Manantay cuenta con un clima tropical, muy cálido y moderadamente lluvioso.

Características del suelo de la subrasante.

Clasificación del suelo:

Se realizó la extracción de las muestras, según normativa para el diseño de un pavimento con una profundidad de 1.50 metros, donde los suelos fueron clasificados según los sistemas de clasificación utilizados en el Perú, clasificación SUCS y AASHTO al igual que se obtuvo los límites de consistencia con los valores que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 01. Clasificación y propiedades del suelo de la subrasante

Calicata	Límite líquido	Límite plástico	Contenido de humedad	SUCS	AASHTO
Calicata 01	56.28%	25.73%	20.95%	CH	A-7 (6)
Calicata 02	51.74%	28.41%	24.77%	CH	A-7 (6)
Calicata 03	55.13%	24.48%	20.95%	CH	A-7 (5)

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de CBR de laboratorio:

Se muestran los resultados obtenidos del CBR de laboratorio; estos ensayos se realizaron con muestras alteradas tomadas a una profundidad de 1.20 metros:

Tabla 02. Resultados de CBR de laboratorio

Calicata	MDS (g/cm³)	OCH (%)	CBR al 95%	CBR al 100%
Calicata 01	1.86	15.10	2.97%	3.48%
Calicata 02	1.80	15.15	2.53%	3.48%
Calicata 03	1.82	14.00	3.28%	3.53%

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del ensayo de placa de carga:

Se muestran los resultados obtenidos del ensayo de placa carga a una profundidad de 0.80 metros con la placa k30 (30 cm de diámetro):

Tabla 03. Resultados del ensayo de placa de carga

Ensayo	Densidad húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (g/cm ³)	Contenido de humedad (%)	Módulo de reacción (kg/cm ² /cm)	Módulo de compresibilidad (kg/cm ²)	Módulo de compresibilidad (pci)
PLT 01	2.01	1.83	9.73	7.40	622.88	267.36
PLT 02	2.01	1.83	9.73	7.29	291.65	263.38
PLT 03	2.01	1.83	9.73	7.84	431.78	283.27

Fuente: Elaboración propia.

PRUEBA DE HIPOTESIS:

Redacción de la Hipótesis:

H₀: El módulo de reacción de la subrasante y el CBR de laboratorio de los suelos de subrasante del Jirón Ceticos en Pucallpa son proporcionales.

H₁: El módulo de reacción de la subrasante y el CBR de laboratorio de los suelos de subrasante del Jirón Ceticos en Pucallpa no son proporcionales.

Nivel de Significancia:

Nivel de Confianza = 0.95

Margen de Error (α) = 0.05

Como la hipótesis es de doble cola, entonces $\alpha/2 = 0.025$

Prueba de normalidad:

Tratándose de que la muestra es menor a 30, se utilizara la prueba de Shapiro Wilk para establecer la prueba de normalidad de las dos variables de análisis, y establecer la prueba estadística que corresponda.

Tabla 04. Prueba de normalidad de las variables.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR lab	,212	3	.	,990	3	,810
Mod. Reaccion	,314	3	.	,893	3	,363

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Criterio de decisión:

El criterio para decretar si la variable se distribuye normalmente es:

- **P_valor > α :** Aceptar la Ho: Los datos analizados presentan una distribución normal.
- **P_valor \leq α :** Aceptar la H1: Los datos analizados no presentan una distribución normal.

De la tabla 17, se observa que el nivel de significancia para ambas variables es mayor a $\alpha/2=0.025$, por lo tanto, se afirma que los datos tienen una distribución normal y se aplicara la prueba de correlación de Pearson.

Objetivo específico 1: Determinar el grado de correlación entre el Kr y el ensayo CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante.



Figura 08. Ensayo CBR de Laboratorio con arcillas



Figura 09. Ensayo de Placa de Carga en suelos Cohesivos.

Tabla 05. Comparación de los resultados de ensayos del CBR_{LAB} y Placa de Carga (K_{30})

Calicata	Clasificación		CBR de Laboratorio, %		Módulo de reacción, Kr^*	Modulo Elástico, E^{**}
	SUCS	AASHTO	al 95% de MDS	al 100% de MDS		
C-01	CH	A7-5	2.97	3.15	7.40	8907
C-02	CH	A7-5	2.53	2.80	7.29	4171
C-03	CH	A7-5	3.28	3.89	7.84	6174

(*) k, en

$Kg/cm^2/cm^{(**)}$ E,

en PSI

Fuente: Elaboración propia.

La figura 08 y 09, nos muestra los ensayos realizados en campo y laboratorio para la presente investigación, los resultados obtenidos lo podemos observar en la tabla 05, por lo que se demuestra que las tres calicatas exploradas corresponden a suelos arcillosos de alta plasticidad; para cumplir con el objetivo planteado de determinar el grado de correlación de estas dos variables, se ha empleado el programa computacional IBM SPSS Estatistics V.22, lo que nos muestra los siguientes resultados:

Tabla 06. Resultados de los estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
CBR lab	2,9267	,37687	3
Mod. Reaccion	7,5100	,29103	3

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Tabla 07. Análisis estadístico de la correlación de Pearson.

Correlaciones			
		CBR lab	Mod. Reaccion
CBR lab	Correlación de Pearson	1	,908
	Sig. (bilateral)		,276
	N	3	3
Mod. Reaccion	Correlación de Pearson	,908	1
	Sig. (bilateral)	,276	
	N	3	3

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

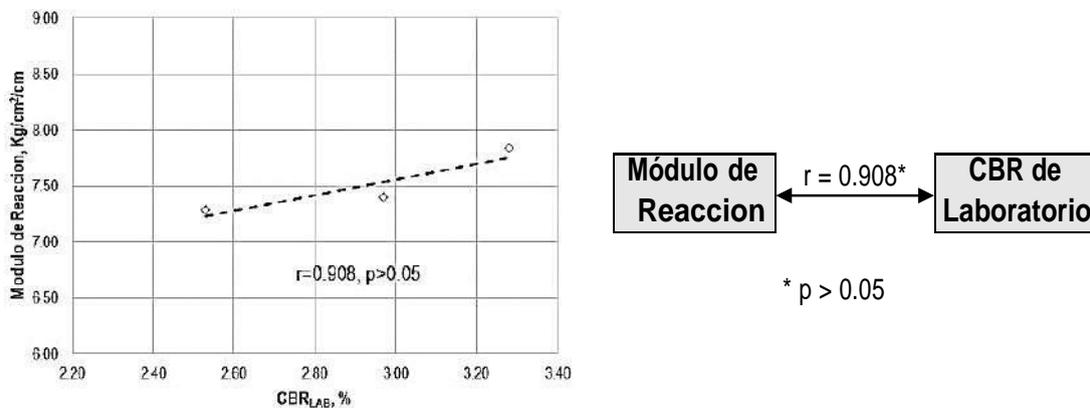


Figura 10. Relación entre el Módulo de Reacción y CBR de Laboratorio

La tabla 05, muestra los resultados de las tres muestras de las calicatas exploradas, obteniéndose un CBR promedio de 2.92% obtenido al 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado, y un valor promedio de $K_r = 7.51 \text{ kg/cm}^2/\text{cm}$, con un módulo de elasticidad promedio de $E = 6417 \text{ PSI}$ clasificando a la subrasante como un suelo de consistencia media; así mismo los resultados de la tabla 07, nos muestra una asociación lineal estadísticamente significativa, muy alta y

directamente proporcional ($r = 0.908$, $p > 0.05$) entre las dos variables analizadas (CBR_{Lab} y k), esta conexión se mide de acuerdo a la prueba estadística de Pearson. Para establecer que tan fuerte es la correlación entre estas dos variables nos vamos a referir a los criterios establecidos por el estadista Jacob cohen según la tabla 08, y como resultado final podemos definir que el grado de correlación de Pearson para un suelo arcilloso de alta plasticidad es de 0.908 (Correlación muy alta).

Tabla 08. Criterios de Cohen para la fuerza de correlación

$r = 1$	correlación perfecta.
$0.8 < r < 1$	correlación muy alta
$0.6 < r < 0.8$	correlación alta
$0.4 < r < 0.6$	correlación moderada
$0.2 < r < 0.4$	correlación baja
$0 < r < 0.2$	correlación muy baja
$r = 0$	correlación nula

Fuente: <https://statssos.online>

Objetivo específico 2: Establecer una ecuación matemática que correlacione el K_r y CBR de laboratorio del suelo de la subrasante.



Figura 11. Ensayo Proctor modificado con arcillas de alta plasticidad "CH"

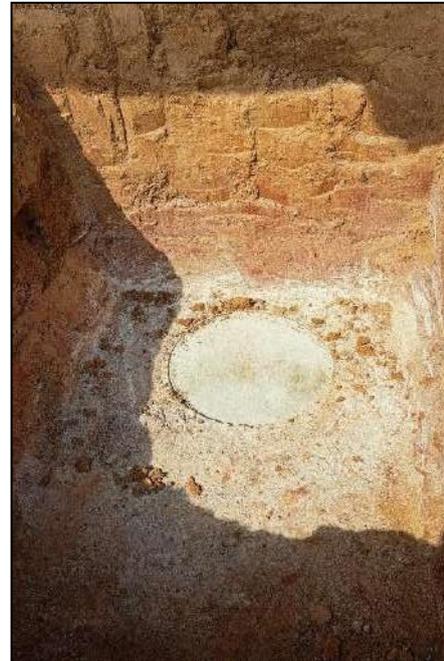


Figura 12. Ensayo de Placa de Carga en suelo arcilloso de la subrasante.

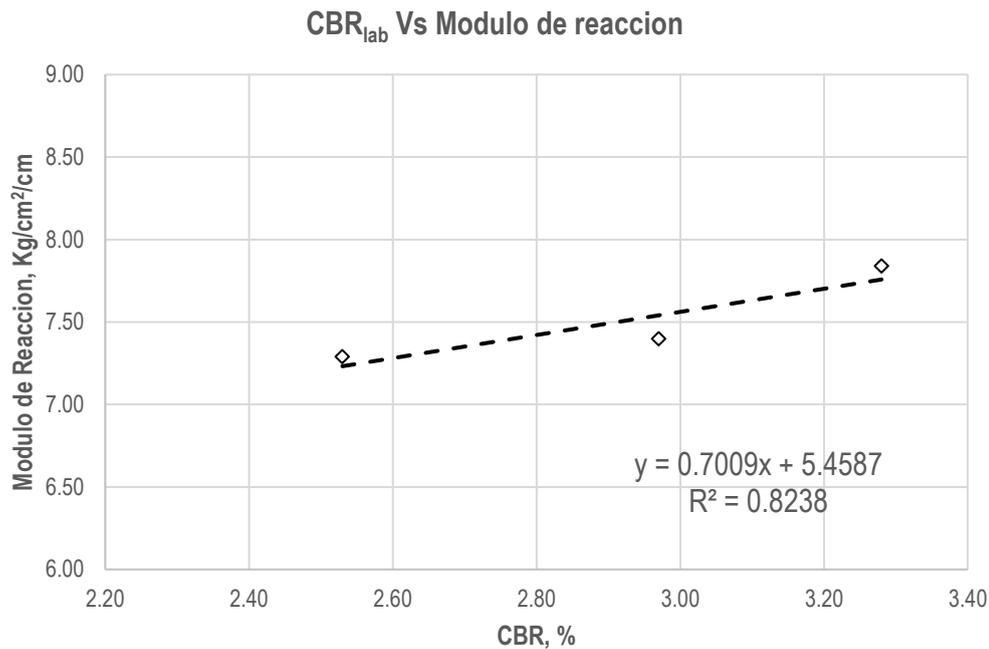


Figura 13. Gráfico de Correlación CBR_{Laboratorio} Vs Modulo de Reacción

La figura 13, nos muestra la línea de tendencia entre las variables del CBR_{laboratorio} y Kr, la función representativa es una ecuación lineal con un coeficiente de variación de las variables de 0.8238, lo que se puede interpretar que el modelo se ajusta a los datos; la ecuación de correlación se ha determinado con el programa de Microsoft Excel, la variable X representa el valor del CBR obtenido en laboratorio y la variable Y, representa el valor del Kr; para la determinación de la ecuación lineal de correlación el programa emplea el método numérico de mínimos cuadrados, para lo cual podemos definir la siguiente ecuación de correlación:

$$\mathbf{Kr = 0.7009 * CBR + 5.4587}$$

Donde:

Kr : módulo de reacción de la subrasante, Kg/cm²/cm

CBR : Índice de penetración de la subrasante, %

Objetivo específico 3: Realizar el diseño de la estructura del pavimento rígido en el Jirón Ceticos contemplando la necesidad de mejoramiento de la subrasante.

- A: ANCHO DE CALZADA (02 CARRILES)
- B: BERMA DE CONCRETO ARMADO
- C: CUNETETA DE CONCRETO ARMADO

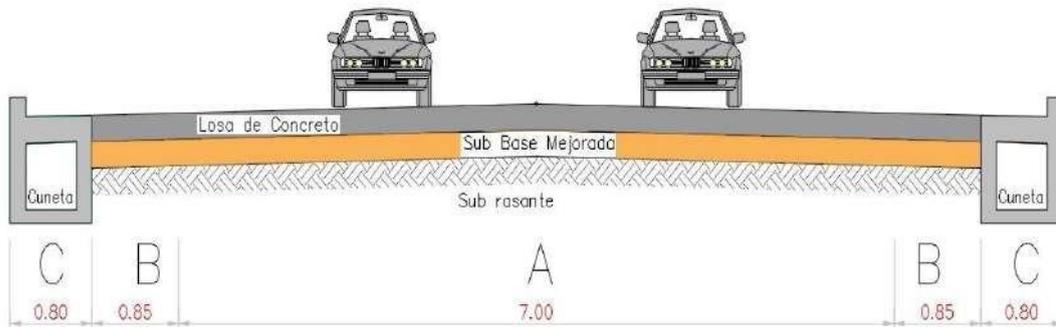


Figura 14. Vista de la sección típica del pavimento rígido del Jr. Ceticos

La figura 14, nos muestra la propuesta de una sección geométrica típica para el Jirón Ceticos, se tiene un ancho de calzada de 7.0 metros y 0.85 metros de berma en ambos lados, estos estarán confinados en sus extremos con una cuneta de concreto armado. Para determinar la necesidad de mejorar la subrasante nos vamos a referir al manual de carreteras, sección suelos y pavimentos, cap. 4.3, inc. g, lo cual categoriza a la subrasante de acuerdo al CBR según la siguiente tabla 09:

Tabla 09. Categoría de Subrasante

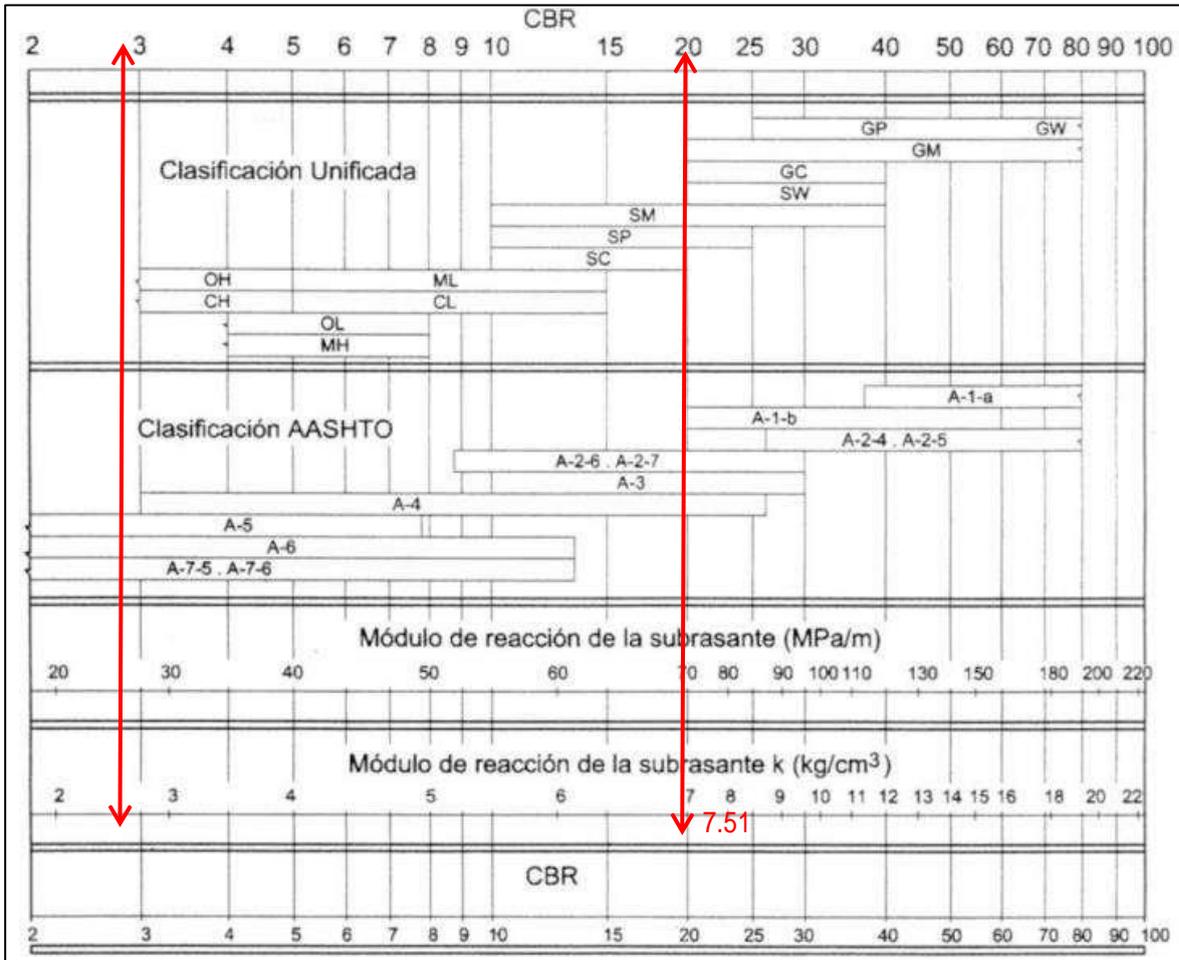
Inadecuada	CBR menor a 3%
Pobre	CBR mayor igual a 3% menor a 6%
Regular	CBR mayor igual a 6% menor a 10%
Buena	CBR mayor igual a 10% menor a 20%
Muy Buena	CBR mayor igual a 20% menor a 30%
Excelente	CBR mayor igual a 30%

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos - MTC

Los resultados que nos muestra la tabla 06, nos indica que los valores del CBR al 95% de la máxima densidad seca correspondientes a las calicatas 01, 02 y 03,

tienen un valor promedio de CBR de 2.92%, y que según la tabla 09 se categoriza como una subrasante inadecuada, lo que significaría realizar un mejoramiento de la subrasante; sin embargo, el valor promedio obtenido del Kr según se muestra en la tabla 06 es de 7.51 kg/cm²/cm (75.10 Mpa/m) y correlacionado con la tabla 10 nos da un CBR de 19.61% clasificándose como una subrasante buena.

Tabla 10. Interrelaciones aproximadas entre clasificaciones de suelos y valores soporte



Fuente: NCHRP Project 137A, 2011

Los resultados obtenidos nos reflejan una notable diferencia de 16.69% del valor de CBR para la subrasante en el área de estudio según la tabla 10, la interpretación de estos resultados nos conlleva a definir que las condiciones físicas de cada ensayo son incidentes en los valores finales, dándose más confiabilidad al ensayo PLT, ya que de esto se obtiene el valor del Kr de forma directa, en tal sentido para

el diseño del pavimento rígido se tomará el valor del K_r el obtenido por el ensayo in situ.

Con el valor obtenido de $K_r=7.51 \text{ kg/cm}^2/\text{cm}$ (75.10 Mpa/m) nuestra subrasante se categoriza como Buena según la tabla 09, por lo que no será necesario realizar un mejoramiento de subrasante; sin embargo, hay que tener en cuenta que la subrasante está conformada por suelos finos con un grado de expansividad media, siendo necesario una subbase mejorada con un requerimiento de CBR mínimo del 40% y una losa de concreto hidráulico con un $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$.

Para realizar el diseño de estructura de pavimento rígido, la normativa peruana indica el uso de la metodología AASHTO-93; en la que, además de los parámetros geotécnicos existen otros parámetros necesarios que involucran las condiciones ideales para un buen funcionamiento, siendo estos:

El Numero de Ejes Equivalentes total (W_{18})

Se obtiene a través del Estudio de Tráfico. Para el desarrollo de esta investigación se ha optado la determinación de este parámetro de acuerdo con la resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$:

Tabla 11. Resistencia del concreto según trafico

Rango de Tráfico pesado expresado en EE	Resistencia Mínima a la Flexo tracción del concreto (MR)	Resistencia Mínima equivalente a la compresión del concreto (F'c)
$\leq 5'000,000.00 \text{ EE}$	40 kg/cm^2	280 kg/cm^2

Fuente: Adaptado de Manual MTC, Sección: Suelos y Pavimentos

Obteniendo del estudio de tráfico un (W_{18}) = $1.87E+06$

Módulo de Elasticidad del concreto (E)

De acuerdo con lo que expresa la norma se calcula a partir de la siguiente formula:

$$E = 57000 \times f'c^{0.5}, \text{ Donde } f'c \text{ esta e } \text{psi} \quad (1)$$

Por lo tanto, para un concreto $f'c=280$ kg/cm², el Módulo de Elasticidad.

$$E= 3597075 \text{ psi.}$$

El Módulo de Rotura (Mr)

De acuerdo con la correlación presentada en el manual MTC, Sección: Suelos y Pavimentos, nos indica:

$$Mr = a\sqrt{f'c} \text{ (Valores en Kg/cm}^2\text{), Donde "a" varía entre 1.99 y 3.18} \quad (2)$$

Siendo el valor recomendado para un concreto 280 kg/cm², $Mr= 40$ kg/cm² y su correspondiente equivalencia.

$$Mr=568.92 \text{ psi.}$$

Serviciabilidad

De acuerdo con los Ejes Equivalentes adoptado, las condiciones de deterioro y/o confort de la superficie de rodadura del pavimento rígido se estima:

Tabla 12. Diferencial de Serviciabilidad

Inicia (Pi)	Final (Pt)	Diferencial $\Delta PSI=Pi-Pt$
4.5	2.5	2.0

Fuente: Adaptado de Manual MTC, Sección: Suelos y Pavimentos

Factores de Confiabilidad

Desviación estándar (So)

Con efecto de medir la variación de los materiales, supervisión y procesos constructivos, la confiabilidad como el factor de seguridad se asume un valor recomendado de:

Tabla 13. Nivel de confiabilidad y desviación estándar normal

Nivel de confiabilidad (R)	Desviación Estándar Normal (Zr)	So
95%	-1.645	0.35

Fuente: Adaptado de Manual MTC, Sección: Suelos y Pavimentos

Módulo de Reacción K

Optimizando un espesor de la losa de pavimento rígido y una mejora en el nivel de soporte de la subrasante (suelo cohesivo) colocando capas intermedias granulares, se calcula el Módulo de Reacción Equivalente (K_{eq}). Para ello asumiremos de las especificaciones técnicas del MTC los valores de CBR correspondientes para una subbase granular:

Tabla 14. Parámetros para el cálculo del K equivalente (Ivanov)

Módulo de Reacción de la Subrasante (K)	CBR de Subbase Granular (%)	Espesor de capa de Subbase Granular (cm)
7.51 kg/cm ² /cm ≈ 271 pci	40.00%	20.00

Fuente: Elaboración propia.

Para llegar a calcular el valor del Módulo de Reacción Equivalente (K_{equiv}) se utiliza el Método de Ivanov, con el cual se realiza 1 iteración para determinar el valor buscado próximos al CBR=100%. El cálculo proporcionado en la hoja de cálculo ubicado en el anexo nos da un valor de módulo de Reacción Equivalente K_{equiv}. =318 pci, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 15. CBR y modulo K equivalente para diseño de pavimento

K equivalente (kg/cm ² /cm)	Módulo de reacción equivalente (pci)	Subrasante equivalente (≥ 10%)
8.81	318 pci	Buena

Fuente: Elaboración propia.

Drenaje (Cd)

Teniendo en cuenta una condición de drenaje regular del material y el registro días que hubo precipitaciones según SENAMHI del año 2021, el cual se presenta a continuación:

Tabla 16. Porcentaje de precipitaciones

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Días	(D/365 días)
2021	12	11		12		4	4	5	8	8	11	21	96	26.30%

Fuente: Adaptado del Portal SENAMHI, Estación Pucallpa.

El Coeficiente de Drenaje se estima en $C_d=0.90$, de acuerdo con la tabla N° 14.9 de la Sección: Suelos y Pavimentos de los Manuales MTC.

Transferencia de Carga (J)

De acuerdo con la recomendación de la normativa MTC, se asume el coeficiente recomendado para un concreto hidráulico con pasadores de $J=2.80$.

De los parámetros presentados se calcula un espesor de losa de 20 cm, una subbase granular de 20 cm de espesor tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 17. Cálculo de espesor de losa

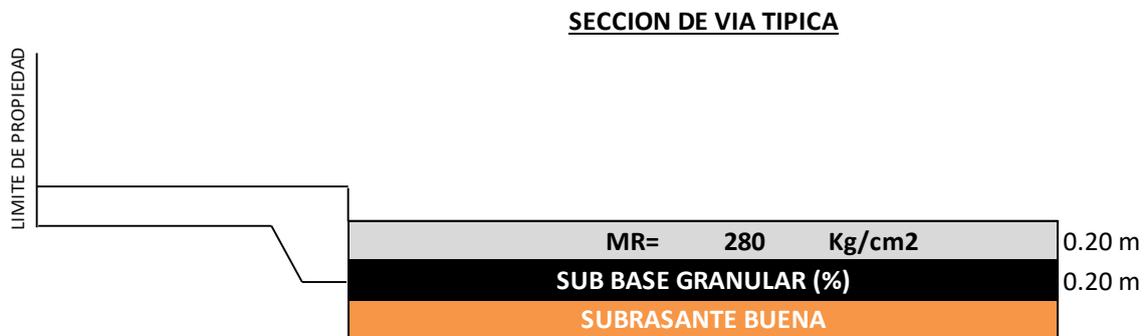
D(pulg)	Gt	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
7.82	-0.12494	6.27	6.27

Fuente: Hoja de cálculo: Diseño de Pavimento Rígido en Anexo

Lo que redondeado sería un $D(\text{pulg})=8$ y/o 0.20m

Así mismo se presenta un diagrama de la estructura de pavimento:

Figura 15. Estructura de pavimento rígido para Jr. Ceticos



Fuente: Elaboración propia.

V.- DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos para establecer la correlación entre las dos variables de estudio, damos por aceptado la hipótesis de que el K_r y el CBR de laboratorio de los suelos de subrasante del Jirón Ceticos en Pucallpa son proporcionales.

D1. Los resultados obtenidos difieren con lo sostenido por Bazán y Prado (2020), quienes señalan que obtuvieron como principal resultado una ecuación de correlación no lineal entre las variables CBR de laboratorio y el PDC en suelos clasificados como arena mal gradada con limo, con un coeficiente correlacional de $R^2=0.989$, concluyendo que la ecuación de correlación resultante depende del tipo de suelo que se analice; así mismo con los resultados obtenidos en la presente investigación en suelos cohesivos del Jirón Ceticos, se puede establecer que para este tipo de suelo la ecuación de correlación tiene una tendencia lineal, con un grado de confiabilidad en el orden de 0.908; sin embargo, existe una limitación con la cantidad de muestras ensayadas, esto tendrá una influencia directa en el nivel de confianza para validar la ecuación de correlación.

D2. Los resultados obtenidos a través de programa IBM SPSS Estatistics V.22 el cual realiza la medición de acuerdo a la prueba estadística de Pearson; demuestra la existencia de una correlación positiva muy alta con un $r=0.908$, entre el K_r obtenido con PLT y el CBR de laboratorio en los suelos cohesivos del Jirón Ceticos; Sin embargo, en la investigación de correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada sostenida por Sandoval y Rivera (2019), obtuvieron una ecuación de correlación para un CBR saturado un $R^2=0.67$ concluyendo que estos resultados son aplicables a cualquier suelo independiente de su clasificación, humedad, consistencia o plasticidad; lo descrito anteriormente difiere a los resultados alcanzados, ya que en la presente investigación se obtuvo un coeficiente de Pearson de 0.908 para suelos arcillosos, dicho resultado es limitado por las distintas clasificaciones de las arcillas y su grado de consistencia que puede presentar.

D3. Se considero establecer una ecuación matemática que correlacione el K_r y CBR de los suelos del Jirón Ceticos, siendo posible a través del programa de Microsoft Excel y mediante el método de mínimos cuadrados se determinó la ecuación de correlación $k = 0.7009 \cdot \text{CBR} + 5.4587$, esta ecuación lineal presenta un coeficiente de variación de las variables de 0.8238, lo que representa una buena aproximación para el ajuste de datos. Frente a lo descrito se acepta la hipótesis de que se evitará el uso de la ecuación de correlación entre el MR y CBR de la subrasante establecidos en las normas peruanas. Estos resultados difieren con lo sostenido por Ríos y Salvatierra (2020), quienes encontraron una ecuación exponencial $y=548.68X^{-0.854}$, con un $R^2 = -1$, correlación negativa perfecta, los cuales concluyen que existe una relación inversamente proporcional entre el índice de penetración – PDC y el K_r obtenido con PLT de 762 mm de diámetro, la diferencia significativa de los resultados evidencian que los métodos adoptados en obtener las ecuaciones de correlación dependerán básicamente de los estados de consistencia del suelo de fundación y el diámetro de placa con que se realizó el ensayo.

D4. Se considero realizar el diseño de la estructura del pavimento rígido en el Jirón Ceticos contemplando la necesidad de mejoramiento de la subrasante, siendo evaluado el valor del K_r con los resultados obtenidos de ambos ensayos, el obtenido con el ensayo de CBR de laboratorio nos da un valor promedio de $K_r = 27$ MPa/m para un CBR=2.93%, mientras el obtenido con el ensayo de placa de carga tiene un valor $K = 75$ MPa/m, al tratarse de que el ensayo de placa es un ensayo que se ajusta a las condiciones más reales del suelo cohesivo, se toma el valor de $k = 75$ MPa/m, por lo cual no se estaría contemplando la necesidad de mejoramiento de la subrasante. Estos resultados difieren con los sustentado por Diaz y Espinoza (2020), quienes diseñaron de manera apropiada un pavimento rígido para suelo un tipo de suelo arena-limosa, obteniendo un CBR de laboratorio de 14% por lo cual no optaron por un mejoramiento de subrasante. Estos resultados evidencian que para contemplar un mejoramiento a nivel de subrasante es preciso elegir el ensayo geotécnico más adecuado para obtener un valor de la capacidad de soporte de la subrasante confiable. Las limitaciones que se presentan en obtener un valor del módulo de reacción más ponderado, es debido a las condiciones de la elaboración de los ensayos de laboratorio y de campo.

VI.- CONCLUSIONES

Para la presente investigación realizada en el Jirón Ceticos en la ciudad de Pucallpa, nos permite concluir que:

- Las variables en estudio presentan una distribución normal, establecida por la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk obteniéndose un $P_valor=0.810$ para la variable CBR_{lab} y $P_valor=0.363$ para Modulo de Reacción, ambos resultados son mayores a $\alpha=0.05$ para un nivel de confianza del 95%, por lo que se aplicó la prueba de correlación de Pearson y aceptándose la hipótesis de que el módulo de reacción de la subrasante y el CBR de laboratorio de los suelos de subrasante del Jirón Ceticos en Pucallpa son directamente proporcionales.
- En cuanto al grado de correlación entre las variables CBR_{lab} y K_r en suelos cohesivos del Jirón Ceticos, se ha logrado establecer la correlación lineal a través del método de Pearson, obteniéndose un valor $r=0.908$, lo que se interpreta que existe una correlación muy alta de sentido positivo y con una tendencia directamente proporcional.
- De acuerdo a los resultados observados en la gráfica de curva de correlación desarrollado en el programa de Microsoft Excel, se concluye que, para el tipo de suelo de la subrasante estudiada, se define la ecuación de correlación $k_r=0.7009*CBR+5.4587$, este modelo de ecuación es de primer grado con un coeficiente de determinación de $r^2=0.8238$.
- Para el diseño de la estructura del pavimento rígido en el Jirón Ceticos aplicando la metodología AASHTO 93, se ha tomado como valor del módulo de reacción de la subrasante $K_r=7.51 \text{ Kg/cm}^2/\text{cm}$, con un módulo de elasticidad de $E= 6417 \text{ PSI}$ obtenidos con el ensayo de placa de carga de diámetro de 30cm, concluyéndose que la categoría de la subrasante según los parámetros normativos es buena, por lo que no será necesario realizar un mejoramiento a nivel de subrasante; los parámetros empleados para le calculo de las estructuras de pavimentos nos sugieren una losa de concreto

de espesor de 20cm, una subbase mejorada de 20cm de espesor con un CBR mínimo de 40% para un tráfico de diseño de $W18=1.87e+06$.

VII.- RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos en la presente investigación, nos hacen reflexionar sobre los distintos valores que se pueden obtener para estimar el CBR y módulo de reacción para la subrasante en el diseño de un pavimento rígido en suelos arcillosos, los ensayos CBR de laboratorio que se desarrollan comúnmente en los proyectos del área de estudio, no siempre reflejan el comportamiento más crítico del suelo de fundación, recomendándose emplear ensayos de campo que permitan obtener valores más reales y así no sobredimensionar las estructuras de un pavimento rígido.
- A través de la ecuación de correlación obtenida con los valores del CBR de laboratorio y el módulo de reacción de la subrasante, se recomienda a los proyectistas emplear dicha ecuación para el proceso del diseño de pavimentos rígido en la ciudad de Pucallpa, siempre en cuando se realicen bajo las mismas condiciones y características del suelo estudiado.
- Para obtener una ecuación de correlación más confiable, se recomienda realizar estudios de investigación con mayor número de muestras y ampliar el área de estudio en la ciudad de Pucallpa, los cuales permitirán optimizar los diseños de pavimentos rígidos en suelos arcillosos.
- Los ensayos PLT realizados, han mostrado resultados más favorables para la definición del valor del módulo de reacción de la subrasante en comparación con el ensayo de CBR de laboratorio, esto hace necesario recomendar que debemos definir en primer lugar el grado de consistencia del suelo arcilloso, ya que este indicador es un factor que está relacionado con el valor que se pretende obtener, así mismo recomendar investigar referente al factor de corrección por humedad que puede estar sometida la subrasante de un suelo tipo arcilloso.

REFERENCIAS

- Araujo Navarro, W. S. (2015). Ecuaciones de correlación de CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura.
- Bañón, L. (1999). Capítulo 2. Propiedades de los suelos y su determinación. Suelos. Infraestructura.
- Camargo, F., Benson, C., & Edil, T. (2012). An assessment of resilient modulus testing: internal and external deflection measurements. ASTM International.
- Carpenter, S. H., Croveti, M. R., Smith, K. L., Rmeili, E., & Wilson, T. (1992). Soil and Base Stabilization and Associated Drainage Considerations, Volume I, Pavement Design and Construction Considerations (No. FHWA-SA-93-04). United States. Federal Highway Administration. Office of Technology Applications.
- Heukelom, W., & Klomp, A. (1962). Dynamic testing as a means of controlling pavements during and after construction. In International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements University of Michigan, Ann Arbor (Vol. 203, No. 1).
- Otálvaro, I. F., & Nanclares, F. J. (2009). Elementos para obtener el módulo de reacción de subrasante. *Dyna*, 76(157), 81-89.
- Rodríguez Torres, I. A. (2020). Correlaciones entre el CBR de la subrasante y deflexiones medidas con FWD en Colombia (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito).
- Salvatierra Palian, Y. M., & Ríos Fernández, D. F. (2020). Correlación entre Índice de penetración (PDC) con módulo de reacción en subrasante para suelos arcillosos—Av. Manantay—Pucallpa, 2020.
- Sánchez, F. (2012). Blog de conceptos y aplicaciones de la tecnología Ramcones en suelos y mezclas asfálticas. Tres formas de diseñar un suelo compactado, ventajas y desventajas.
- Sandoval-Vallejo, E. A., & Rivera-Mena, W. A. (2019). Correlación del CBR con la resistencia a la compresión confinada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29(1), 135-151.

- Eugenio Castro, K. S., & Ventura Quispe, G. G. (2021). Determinación de la relación de soporte de california (CBR) a partir de las propiedades de los suelos para pavimentos de bajo volumen.
- Bazán Galarreta, A. M., & Prado Holguín, K. S. (2020). Correlación entre el CBR y el PDC en la determinación de la resistencia del suelo en la localidad de Moche.
- Manzano Ortiz, P. M. (2021). Correlación entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos del cantón Píllaro; parroquia Marcos Espinel; de la provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil).
- Masihy Zawadzki, J. M. (2020). Estudio de correlaciones entre los ensayos de CBR terreno y CPT.
- Sandoval-Vallejo, E. A., & Rivera-Mena, W. A. (2019). Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29(1), 135-151.
- Carrasco Diaz S. (2006). Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.
- Normativa Técnica C.010, Pavimentos Urbanos.
- Manual de Carreteras, Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10 – MTC/14.
- Norma ASSHTO T-222, Ensayo de Placa de Carga.

ANEXO MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Correlación del Módulo de Reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022"							
AUTORES: Bach. Carlos Ulises Reategui Galan & Bach. Teddy Junior Torres Rodriguez							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN
P. General	O. General	H. General	VARIABLE 1				
Para fines de la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pucallpa, los consultores al no disponer del equipo de Placa de Carga para estimar el Módulo de Reacción de la Subrasante, utilizan el CBR de laboratorio, lo que provoca la sobreestimación de la rigidez del suelo de fundación ¿Es posible determinar correlaciones entre el módulo de reacción de la subrasante y el CBR de laboratorio para los suelos del Jr. Ceticos en Pucallpa?	Correlacionar los parámetros CBR de Laboratorio y módulo de reacción en suelos cohesivos de la subrasante del Jr. Ceticos, Ucayali, 2022.	El módulo de reacción de la subrasante y el CBR de laboratorio de los suelos de subrasante del Jr. Ceticos en Pucallpa serian proporcionales.	MODULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE	Geometría de la Placa Contracarga aproximada Humedad natural	Diametro Peso Porcentaje	Equipo de Placa de Carga Ensayo de Laboratorio	TIPO: APLICADA DISEÑO: TRANSVERSAL CORRELACIONAL NIVEL: CORRELACIONAL ENFOQUE: CUANTITATIVO Donde: M: Muestra V1: Módulo de Reacción de la Subrasante V2: Ensayo de CBR de Laboratorio R: Correlación entre variables
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	VARIABLE 2				
Los consultores que elaboran los diseños de Pavimentos Rígidos en la ciudad de Pucallpa correlacionan el resultado del ensayo de CBR de laboratorio con ecuaciones teóricas o tablas normativas para obtener el valor de soporte de la subrasante. ¿De qué manera se puede determinar el valor de soporte de la subrasante con una correlación más confiable en suelos cohesivos del Jr. Ceticos en Pucallpa?	Determinar el grado de correlación entre el módulo de reacción y el ensayo CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jr. Ceticos, Ucayali, 2022.	El Grado de correlación entre el módulo de reacción de subrasante obtenido con placa de carga y el CBR de Laboratorio es muy alta en los suelos cohesivos del Jr. Ceticos.	CBR DE LABORATORIO	Optimo contenido de humedad	Densidad Humedad	Ensayos de Laboratorio	
Tradicionalmente en la ciudad de Pucallpa cuando proyectan un pavimento rígido se usa una correlación entre el módulo de reacción de la subrasante (k) y el módulo resiliente del suelo de fundación obtenido a partir del CBR de laboratorio, lo cual en algunas circunstancias provoca el subdimensionamiento del pavimento ¿Cuál es la ecuación matemática que expresa la correlación entre el módulo de reacción de la subrasante y el CBR de laboratorio para los suelos del Jr. Ceticos en Pucallpa?	Establecer una ecuación matemática que correlacione el módulo de reacción de la subrasante (k) y CBR de los suelos del Jr. Ceticos en Pucallpa para la estimación del módulo de reacción de la subrasante del Jr. Ceticos, Ucayali, 2022.	El Establecimiento de una ecuación matemática de correlación entre el módulo de reacción de la subrasante (k) y CBR de los suelos cohesivos en el Jr. Ceticos evitarán el uso de la Ecuación de correlación entre el Módulo Resiliente y CBR de la subrasante.		Propiedades Expansivas del Material	Expansión	Ensayos de Laboratorio	
Debido a la estimación errónea del módulo de reacción de la subrasante en proyectos ubicados en la ciudad de Pucallpa muchas veces se realiza excesivas estabilizaciones o mejoramientos de subrasante lo que provoca el subdimensionamiento del pavimento y la falla prematura de la estructura ¿Cómo influiría una correcta correlación entre el módulo de reacción de la subrasante y el CBR de laboratorio para fines de dimensionar un mejoramiento de subrasante?	Realizar el diseño de la estructura del pavimento rígido en el Jr. Ceticos contemplando la necesidad de mejoramiento de la subrasante.	Una adecuada Correlación entre el módulo de reacción de la subrasante obtenido por placa de carga y el CBR de laboratorio Optimizara el diseño de la estructura del pavimento rígido en el Jr. Ceticos.		Resistencia a la Penetración	Proporción	Ensayos de Laboratorio	
							POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO - Jr. Ceticos, Ucayali-2022 - progresivas 0+000 y 0+300 del Jirón Ceticos. - No Probabilístico

MATRIZ DE OPERACIONALIDAD

Título: "Correlación del Módulo de Reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022"					
Autores: Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez, Teddy Junior					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 Módulo de reacción de la subrasante	Es la relación entre la presión en cualquier punto dado de la superficie de contacto y el asentamiento "y" producido por la aplicación de carga en ese punto (Terzaghi, 1955). El objetivo de este parámetro es el de reemplazar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, con una constante k por unidad de área, lo que realmente es una conveniencia matemática que facilita los cálculos de esfuerzos y deformaciones en las interfaces estructura suelo, puesto que las deformaciones se hacen directamente proporcionales a los esfuerzos aplicados. (ALVARO J., 1993, p. 1)	Se obtendrá de manera directa el módulo de reacción de la subrasante, mediante el ensayo de campo PLT, utilizando la placa K30 y como fuerza actuante un camión cargado de 18 m3.	Geometría de la Placa.	Diámetro	Equipo de placa de Carga Ensayo de laboratorio
			Contracarga aproximada	Peso	
			Humedad natural	Porcentaje	
Variable 2 CBR de laboratorio	Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. (MTC E-132, 2017, p. 248).	Se realizará la compactación de las muestras alteradas del suelo en unos moldes normalizados para luego sumergirlos en agua por 96 horas; se aplicará un punzonamiento sobre la superficie de la muestra saturada mediante un pistón normalizado. Se rige por la norma ASTM 1883 o por la norma UNE 103502 entre otras.	Optimo contenido de humedad	Densidad Humedad	Ensayos de laboratorio
			Propiedades expansivas del material	Expansión	
			Resistencia la penetración	Proporción	

ANEXO JUICIO DE EXPERTOS



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: VICTOR MANUEL VILA SIAPO

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Callao, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma
Apellidos y nombre:
TORRES PADRIAVEL TEDDY JUNIOR
D.N.I: 72169786

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Módulo de Reacción de la subrasante.

Es la relación entre la presión en cualquier punto dado de la superficie de contacto y el asentamiento "y" producido por la aplicación de carga en ese punto (Terzaghi, 1955). El objetivo de este parámetro es el de reemplazar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, con una constante k por unidad de área, lo que realmente es una conveniencia matemática que facilita los cálculos de esfuerzos y deformaciones en las interfaces estructura suelo, puesto que las deformaciones se hacen directamente proporcionales a los esfuerzos aplicados. (Alvaro J., 1993, p. 1).

Dimensiones de la variable.

Dimensión 1: Geometría de la placa.

Dimensión 2: Contracarga aproximada.

Dimensión 3: Geometría de la placa.

Variable 2: CBR de laboratorio.

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. (MTC E-132, 2017, p. 248).

Dimensiones de la variable

Dimensión 1: Optimo contenido de humedad.

Dimensión 1: Propiedades expansivas del material.

Dimensión 1: Resistencia a la penetración.



Victor Manuel Vila Siapo
CIP 38631
INGENIERO CIVIL

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES? DIMENSIONE? INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
1	DIMENSIÓN 1	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
2	DIMENSIÓN 2.	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
3	DIMENSIÓN 3.	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	VARIABLE 2;	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
4	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
6	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Los items son Suficientes.

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. (ING): VILA SIAPO VICTOR MANUEL DNI: 21140452

Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Pucallpa 17 de Noviembre del 2022



Victor Manuel Vila Siapo
CIP. 33631
INGENIERO CIVIL

Firma del Experto Informante.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: ANDRES YURI FUENTES DAVILA VASQUEZ

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Callao, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Céticos, Ucayali, 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Apellidos y nombre:
Raulen Galan Ganelos Ulises
D.N.I. 76151353

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Módulo de Reacción de la subrasante.

Es la relación entre la presión en cualquier punto dado de la superficie de contacto y el asentamiento "y" producido por la aplicación de carga en ese punto (Terzaghi, 1955). El objetivo de este parámetro es el de reemplazar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, con una constante k por unidad de área, lo que realmente es una conveniencia matemática que facilita los cálculos de esfuerzos y deformaciones en las interfaces estructura suelo, puesto que las deformaciones se hacen directamente proporcionales a los esfuerzos aplicados. (Alvaro J., 1993, p. 1).

Dimensiones de la variable.

Dimensión 1: Geometría de la placa.

Dimensión 2: Contracarga aproximada.

Dimensión 3: Geometría de la placa.

Variable 2: CBR de laboratorio.

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. (MTC E-132, 2017, p. 248).

Dimensiones de la variable

Dimensión 1: Optimo contenido de humedad.

Dimensión 1: Propiedades expansivas del material.

Dimensión 1: Resistencia a la penetración.



Andrea Yudi Fuentes Dávila Vásquez
Ingeniera Civil
Reg. CIP N° 61780

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	VARIABLE 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
1	DIMENSIÓN 1	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
2	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
3	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	VARIABLE 2:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
4	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
6	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Los ítems son suficientes

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. (ING): FUENTES DAVILA VASQUEZ ANDRES YURI DNI: 22414101

Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Pucallpa, 17 de Noviembre del 2022


 Andrés Yuri Fuentes Davila Vásquez
 Ingeniero Civil
 Reg. QIP N° 61780

Firma del Experto Informante.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: PABLO ERNESTO VALDERRAMA SAAVEDRA

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Callao, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Céticos, Ucayali, 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Apellidos y nombre:

TORRES RODRIGUEZ TEDDY JUNIOR

D.N.I: 72169786

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Módulo de Reacción de la subrasante.

Es la relación entre la presión en cualquier punto dado de la superficie de contacto y el asentamiento "y" producido por la aplicación de carga en ese punto (Terzaghi, 1955). El objetivo de este parámetro es el de reemplazar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, con una constante k por unidad de área, lo que realmente es una conveniencia matemática que facilita los cálculos de esfuerzos y deformaciones en las interfaces estructura suelo, puesto que las deformaciones se hacen directamente proporcionales a los esfuerzos aplicados. (Alvaro J., 1993, p. 1).

Dimensiones de la variable.

Dimensión 1: Geometría de la placa.

Dimensión 2: Contracarga aproximada.

Dimensión 3: Geometría de la placa.

Variable 2: CBR de laboratorio.

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. (MTC E-132, 2017, p. 248).

Dimensiones de la variable

Dimensión 1: Optimo contenido de humedad.

Dimensión 1: Propiedades expansivas del material.

Dimensión 1: Resistencia a la penetración.



Pablo E. Valcarrama Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 124823

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
1	DIMENSIÓN 1	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
2	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
3	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
	VARIABLE 2:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
4	DIMENSIÓN 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5	DIMENSIÓN 2	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
6	DIMENSIÓN 3	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Los ítems son suficientes

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Mg(c): VALDERRAMA SAAVEDRA PABLO ERNESTO DNI: 00130270

Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

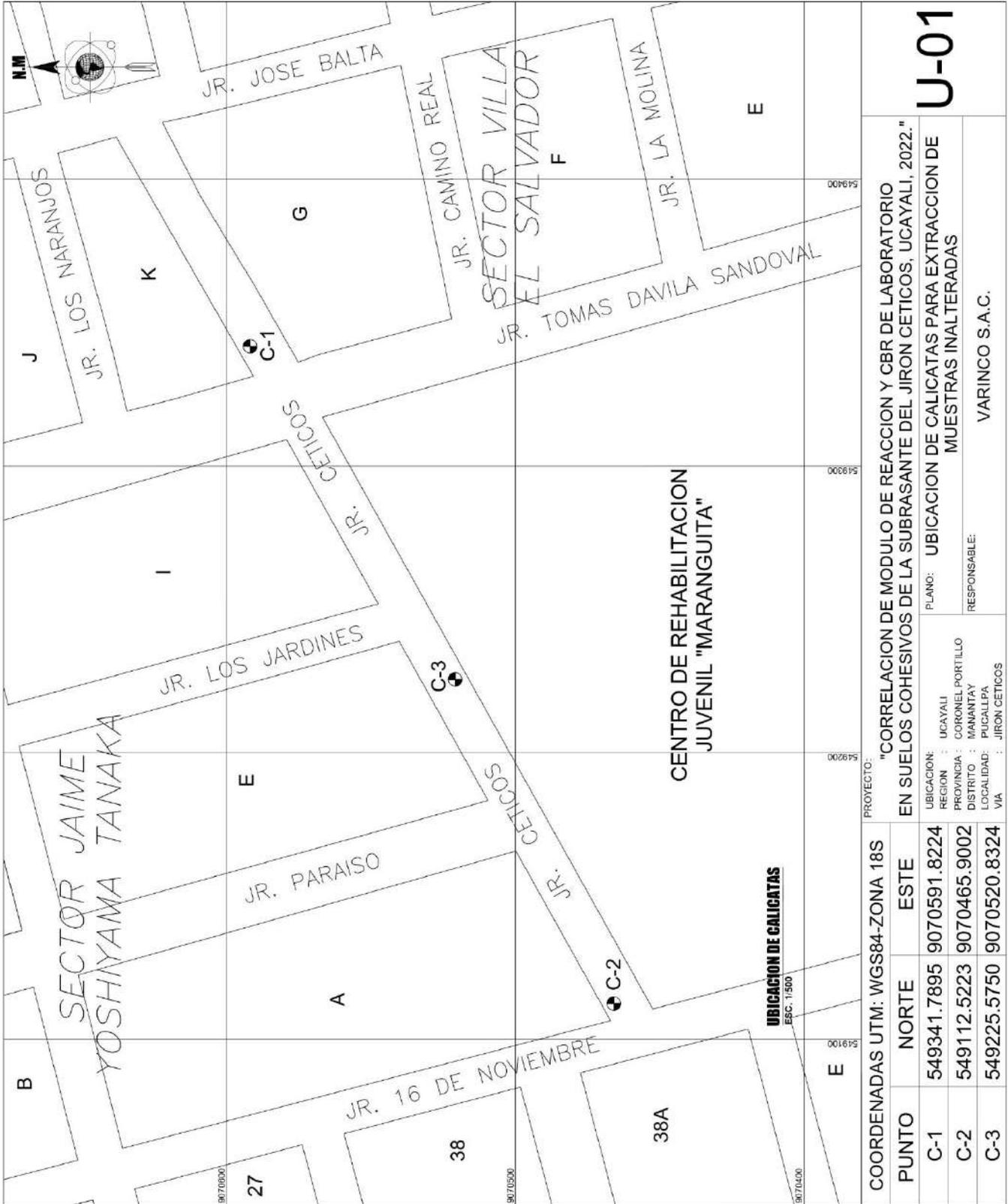
Pucallpa 17 de Noviembre del 2022



Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Firma del Experto Informante.

ANEXO PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



COORDENADAS UTM: WGS84-ZONA 18S		PROYECTO:	
PUNTO	NORTE	ESTE	"CORRELACION DE MODULO DE REACCION Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRON CETICOS, UCAYALI, 2022."
C-1	549341.7895	9070591.8224	PLANO: UBICACION DE CALICATAS PARA EXTRACCION DE MUESTRAS INALTERADAS RESPONSABLE: VARINCO S.A.C.
C-2	549112.5223	9070465.9002	
C-3	549225.5750	9070520.8324	
UBICACION:		REGION : UCAYALI	
PROVINCIA :		CORONEL PORTILLO	
DISTRITO :		MANANTAY	
LOCALIDAD :		PUCALLPA	
VIA :		JIRON CETICOS	

U-01

ANEXO PERFILES ESTRATIGRAFICOS

REGISTRO DE EXCAVACION

(N.T.P. 339.150)

CALICATA : **C-01**

PROYECTO : Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Celicos, Ucayali, 2022

Tec. Campo : Victor Vargas

REVISADO : Ing. Pablo Vazerrama Saavedra

SOLICITA: Bach: Reategui Galán, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Teddy Junior

UTM: Este* Norte*

UBICACIÓN : Manantlay / Coronel Portillo / Ucayali

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.00

FECHA : Setiembre-2022

PROF. NIVEL FREATICO (m) : no presenta

PROF. (m)	REGISTRO DE EXCAVACIONES DE CALICATAS				
	Simbolo	Descripcion	Codigo de Muestra	Clasificac. SUCS	Observaciones
0.00		Material de relleno compactado	M-01	-	capa de afirmado
0.20					
0.30		Material organico, tierra negra	M-02	Pt	Material organico, de color oscuro con vegetacion.
0.40					
0.50					
0.60		Arcilla inorganica de alta plasticidad	M-03	CH	Suelo de fundacion, arcilloso.
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

FOTO 01: EXCAVACION DE CALICATA # 01



Observaciones:

- La calicata fue excavada de forma manual de 0.5x0.5m
- Se obtuvo material arcilloso
- No se observo nivel freatico a la profundidad de excavacion


 Pablo E. Vazerrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Ing° Responsable

REGISTRO DE EXCAVACION

(N.T.P. 338.100)

CALICATA : **C-02**

PROYECTO : Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Céficos, Ucayali, 2022

Tec. Campo : Victor Vargas

REVISADO : Ing. Pablo Varderrama Saavedra

SOLICITA: Bach. Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

UTM: Este=

Norte=

UBICACIÓN : Manantlay / Coronel Portillo / Ucayali

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50

FECHA : Setiembre-2022

PROF. NIVEL FREATICO (m) : no presenta

PROF. (m)	REGISTRO DE EXCAVACIONES DE CALICATAS				
	Símbolo	Descripción	Código de Muestra	Clasificac. SUCS	Observaciones
0.10		Material de relleno compactado	M-01	-	capa de afirmado
0.20					
0.30		Material orgánico, tierra negra	M-02	Pt	Material orgánico, de color oscuro con vegetación.
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
		Arcilla inorgánica de alta plasticidad	M-03	CH	Suelo de fundación, arcilloso.

FOTO 01: EXCAVACION DE CALICATA # 02



Observaciones:

- La calicata fue excavada de forma manual de 0.5x0.5m
- Se obtuvo material arcilloso
- No se observó nivel freático a la profundidad de excavación


 Pablo E. Varderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Ing° Responsable

REGISTRO DE EXCAVACION

(N.T.P. 339.150)

CALICATA : **C-03**

PROYECTO : Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Cellicos, Ucayali, 2022

Tec. Campo : Victor Vargas

REVISADO : Ing. Pablo Vадerrama Saavedra

SOLICITA: Bach. Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

UTM: Este= Norte=

UBICACIÓN : Manantay / Coronel Portillo / Ucayali

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.50

FECHA : Setiembre-2022

PROF. NIVEL FREATICO (m) : no presenta

PROF. (m)	REGISTRO DE EXCAVACIONES DE CALICATAS				
	Simbolo	Descripcion	Codigo de Muestra	Clasificac. SUCS	Observacion
0.10	[Symbol]	Material organico, tierra negra	M-01	Pt	Material organico de color oscuro con vegetacion
0.20					
0.30					
0.40					
0.50		Arcilla inorganica de alta plasticidad	M-02	CH	Suelo de fundacion arcilloso.
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

FOTO 01: EXCAVACION DE CALICATA # 03



Observaciones:

- La calicata fue excavada de forma manual de 0.6x0.6m
- Se obtuvo material arcilloso
- No se observo nivel freatico a la profundidad de excavacion


Pablo E. Vадerrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 OIP N° 124923

Ing^o Responsable

ANEXO GRANULOMETRIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

[ASTM-D422 / MTC E 107]

PROYECTO : Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Cellicos, Ucayali, 2022

UBICACIÓN : Manantlay / Coronel Portillo / Ucayali

Peso Muestra (gr) : 500

Tec^o lab: Victor Vargas

SOLICITA : Bach. Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodrigu

Calicata : C-01

FECHA: Set-22

TAMIZ #	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
No 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No 20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
No 30	0.59	0.00	0.00	0.00	100.00
No 40	0.426	0.00	0.00	0.00	100.00
No 50	0.297	0.00	0.00	0.00	100.00
No 60	0.250	0.00	0.00	0.00	100.00
No 100	0.149	1.20	0.24	0.24	99.76
No 200	0.074	3.25	0.65	0.89	99.11
FONDO	0.020	495.55	99.11	100.00	0.00

PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 500.00



Resultados del Tamizado:

% GRAVAS = 0.00
% ARENAS = 0.89
% FINOS = 99.11

Clasificación: Fhos

Tipo de Arena

Peso Total :
Arena Gruesa:
Arena Fina:

Clasificación:

CLASIFICACION DEL SUELO	
SUCS ASTM M-145	ASHTO M-145
CH	A-7 (6)
Descripción: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR ROJIZO	Descripción: SUELOS ARCILLOSOS

Tamaño Máximo (TM) =	
Tamaño Máximo Nominal (TMN) =	

Cu =	-
Cc =	-

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

Victor Vargas
Pablo E. Valderrama Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 124923

Jefe de Laboratorio

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM-D422 / MTC E 107)

PROYECTO : Tests Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022

UBICACIÓN : Manantlay / Coronel Portillo / Ucayali

Peso Muestra (gr) : 300

Tec^o lab: Victor Vargas

SOLICITA : Bach. Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodrigu

Calicata : C-02

FECHA: Set-22

TAMIZ #	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
No 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No 20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
No 30	0.59	0.00	0.00	0.00	100.00
No 40	0.426	0.00	0.00	0.00	100.00
No 50	0.297	0.00	0.00	0.00	100.00
No 60	0.250	0.43	0.09	0.09	99.91
No 100	0.149	0.50	0.10	0.19	99.81
No 200	0.074	2.10	0.42	0.61	99.39
FONDO	0.020	496.93	99.39	100.00	0.00

PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 500.00


Resultados del Tamizado:

 % GRAVAS = 0.00
 % ARENAS = 0.61
 % FINOS = 99.39

Clasificación: Finos

Tipo de Arena

 Peso Total:
 Arena Gruesa:
 Arena Fina:

Clasificación:

CLASIFICACION DEL SUELO	
SUCS ASTM M-145	ASSHTO M-145
CH	A-7 (6)
Descripción:	Descripción:
ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR ROJIZO	SUELOS ARCILLOSOS

Tamaño Máximo (TM) =	
Tamaño Máximo Nominal (TMN) =	

Cu =	-
Cc =	-

Observaciones:

- La muestra de cantera fueron brindada por el solicitante.


 Pablo E. Valderama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Jefe de Laboratorio

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM-D422 / MTC E 107)

PROYECTO : Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022.

UBICACIÓN : Manantlay / Coronel Portillo / Ucayali

Peso Muestra (gr) : 300

Tec^o lab: Victor Vargas

SOLICITA : Bach. Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodrigu

Calicata : C-03

FECHA: Set-22

TAMIZ #	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
No 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
No 20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
No 30	0.59	0.00	0.00	0.00	100.00
No 40	0.426	0.00	0.00	0.00	100.00
No 50	0.297	0.00	0.00	0.00	100.00
No 60	0.250	0.10	0.02	0.02	99.98
No 100	0.149	0.25	0.03	0.07	99.93
No 200	0.074	0.35	0.07	0.14	99.86
FONDO	0.020	499.30	99.86	100.00	0.00

PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 500.00



Resultados del Tamizado:

% GRAVAS = 0.00
% ARENAS = 0.14
% FINOS = 99.86

Clasificación: Finos

Tipo de Arena

Peso Total :
Arena Gruesa:
Arena Fina:

Clasificación:

CLASIFICACION DEL SUELO	
SÚCS ASTM M-145	ASHTO M-145
CH	A-7 (5)
Descripción: ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR ROJIZO	Descripción: SUELOS ARCILLOSOS

Tamaño Máximo (TM) =	
Tamaño Máximo Nominal (TMN) =	

Cu =	-
Cc =	-

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

[Signature]
Pablo E. Valderrama Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 124923

Jefe de Laboratorio

ANEXO ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022
UBICACIÓN: Manantlay/Cmel Portillo/Ucayali **Calleto:** C-01
SOLICITA: Boch Restegui Galon, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	36	38.90	30.70	15.70	8.20	15.00	54.67
2	27	41.66	32.56	16.22	9.10	16.34	55.69
3	19	36.70	29.16	15.96	7.54	13.20	57.12
4	11	38.24	29.88	15.66	8.36	14.22	58.79

LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	47.14	45.72	45.16	0.42	1.56	28.92
2	47.54	47.14	45.60	0.40	1.54	25.97
3	48.52	48.14	46.00	0.52	2.14	24.36

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	86.70	75.04	25.16	10.66	50.88	20.95

PESO VOLUMETRICO DE SUELO COHESIVO (NTP 339.139)

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso del suelo + Parafina (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm ³)	Volumen Probeta (ml)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm ³)
1	46.34	49.16	23.46	500.00	530.00	1.55

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134)

Muestra	SUCS	Símbolo	Descripción
M-02	CH		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD

INDICE PLASTICO (NTP 339.129)

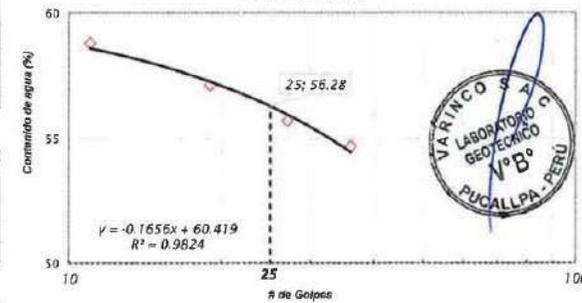
LL (%)	LP (%)	IP (%)
56.28	25.73	30.55

Observaciones:

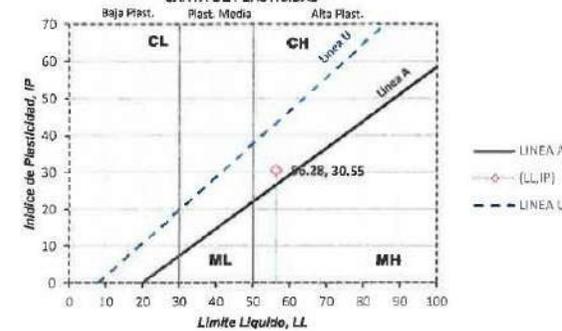
La muestras alteradas fueron proporcionadas por el solicitante.

FECHA : Set-22

CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



VARINCO S.A.C.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Ing. E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - CIP N° 124823
Especialista en Geotecnia

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Caticos, Ucayali, 2022

UBICACIÓN: Manantay/Cnel Porfirio/Ucayali

SOLICITA: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Estrato : E-03

LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	39	36.42	29.74	16.70	6.99	14.04	47.58
2	29	34.95	28.56	16.22	6.30	12.34	51.05
3	20	35.28	28.52	15.96	6.76	12.56	53.92
4	13	33.18	27.02	15.66	6.16	11.36	54.23

LIMITE PLASTICO (NTP 339.128)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	47.22	46.76	45.16	0.46	1.60	28.75
2	47.42	47.02	45.60	0.40	1.42	28.17
3	48.04	47.59	46.00	0.45	1.59	28.30

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	87.30	75.04	25.54	12.26	48.50	24.77

PESO VOLUMETRICO DE SUELO COHESIVO (NTP 339.139)

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso del suelo + Parafina (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm ³)	Volumen Probeta (ml)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm ³)
2	45.62	48.24	23.46	500.00	530.00	1.53

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134)

Muestra	SUCS	Simbolo	Descripcion
M-03	CH		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD

INDICE PLASTICO (NTP 339.129)

LL (%)	LP (%)	IP (%)
51.74	28.41	23.33

Observaciones:

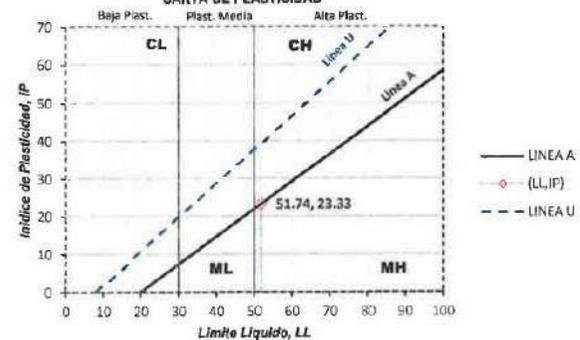
La muestras inalteradas fueron extraidas por el Laboratorio.

CAUCATA: C-02 **PROFUND.: 1.50 mts**
FECHA: Set-22

CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



VARINCO S.A.C.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Pablo E. Valtierra Saavedra
Ing. Civil (CIP N° 124823)
Especialista en Geotecnia

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: Tesis: Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022

UBICACIÓN: Manantay/Cnel Portillo/Ucayali

SOLICITA: Bach. Reategui Galen, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Estrato : E-03

CAICATA: C-03

PROFUND.: 1.50 mts

FECHA: Set-22

LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	95	37.86	30.10	15.70	7.70	14.40	53.47
2	27	40.56	31.96	16.22	8.50	15.74	54.64
3	19	35.66	28.55	15.96	7.04	12.60	55.87
4	11	37.14	29.29	15.66	7.93	13.62	57.71

LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	45.64	45.55	45.16	0.09	0.39	23.08
2	45.74	46.03	45.60	0.11	0.43	25.58
3	47.16	46.93	46.00	0.23	0.93	24.73

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	86.76	76.04	25.15	10.66	50.88	20.95

PESO VOLUMETRICO DE SUELO COHESIVO (NTP 339.139)

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso del suelo + Parafina (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm³)	Volumen Probeta (ml)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm³)
2	46.34	49.18	23.46	500.00	530.00	1.55

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134)

Muestra	SUCS	Simbolo	Descripcion
M-03	CH		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD

INDICE PLASTICO (NTP 339.129)

LL (%)	LP (%)	IP (%)
65.13	24.46	30.67

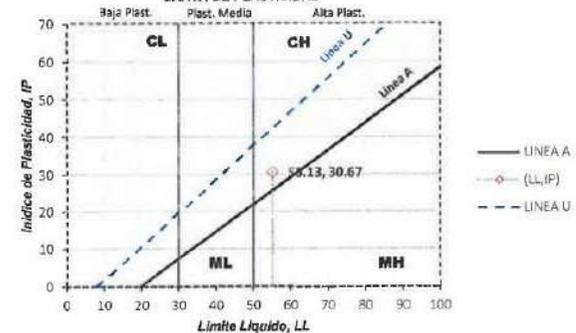
Observaciones:

Las muestras inalteradas fueron extraídas por el Laboratorio.

CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



VARINCO S.A.C.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing. Civil - CIP N° 124923
Especialista en Geotecnia

ANEXO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO Y CBR DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO

INFORME N°: 005-2022 -EMSPAV

INFORME DE ENSAYO

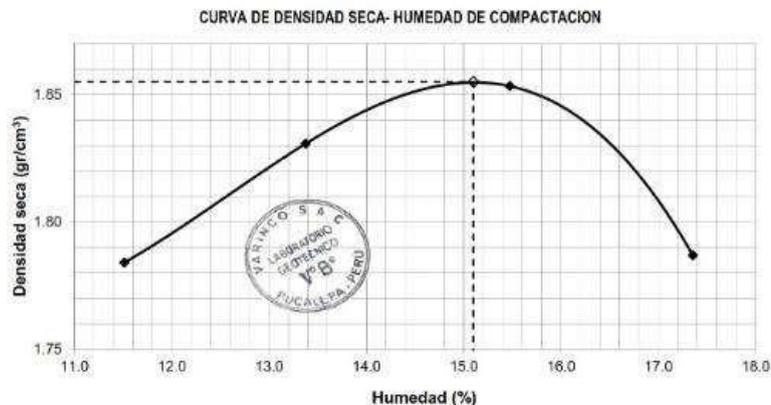
PROYECTO	TESIS: CORRELACION DEL MODULO DE REACCION Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRON CETICOS, UCAYALI, 2022		
SOLICITA	: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior		
UBICACION	: Manantay - Crnel. Portillo - Ucayali		
CALICATA	: C-01	Prof. (m)= 1.20	Progresiva: 00+275
FECHA	: Set-2022		
MATERIAL DE ENSAYO	: Muestra alterada de subrasante		V° B° : Ing. Pablo E. Valderrama

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141:1999 / ASTM D-1557)

1.- COMPACTACION					Granulometria del Material ensayado	
Prueba N°	M-1	M-2	M-3	M-4	% que pasa la malla # 4	100%
Numero de capas	5	5	5	5	% retenido en la malla # 3/8"	0%
Numero de golpes	25	25	25	25	% retenido en la malla # 3/4"	0%
Peso suelo + molde (gr.)	5760	5840	5900	5860	Metodo de Compactacion:	A
Peso molde (gr.)	3911	3911	3911	3911	Clasificacion SUCS	CH
Peso suelo compactado (gr.)	1849	1929	1989	1949	Clasificacion AASHTO	A7-5
Volumen del molde (cm ³)	929	929	929	929		
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.99	2.08	2.14	2.10		

2.- HUMEDAD (%)								
Capas	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Tara N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
Tara + suelo húmedo (gr.)	145.30		147.50		150.00		150.80	
Tara + suelo seco (gr.)	130.30		130.10		129.90		128.50	
Peso de agua (gr.)	15.00		17.40		20.10		22.30	
Peso de tara (gr.)								
Peso de suelo seco (gr.)	130.30		130.10		129.90		128.50	
Humedad (%)	11.51		13.37		15.47		17.35	
Humedad Promedio (%)	11.51		13.37		15.47		17.35	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.78		1.83		1.85		1.79	

Máxima Densidad Seca (gr/cm³): 1.86
Óptimo Cont. de Humedad (%): 15.10



Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Fecha de Emision: Pucallpa, 02 de Julio del 2022

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Tello
 Tipo de ensayo : **CBR de la subrasante**
 UBICACIÓN : Manantay - Cmel. Portillo - Ucayali
 REFERENCIA : **C-01**
 FECHA DE RECEPCION : 2/09/2022 FECHA DE INICIO : 2/09/2022

PROYECTO: **TESIS: CORRELACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022**

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

IDENTIFICACION : **Subrasante (calicata C-01)** PRESENTACION: 01 saco de polipropileno
 DESCRIPCION : **Material arcilloso de color rojizo** CANTIDAD: 80 kg aprox.

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

Máxima Densidad Seca (gr/cm³): 1.86
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 15.10

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y HUMEDAD
COMPACTACION:

Molde N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	12	25	56
Peso suelo + molde (gr.)	14070	14350	14620
Peso molde (gr.)	8040	8205	8090
Peso suelo compactado (gr.)	6030	6145	6530
Volumen del molde (cm ³)	3229	3229	3229
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.87	1.90	2.02

HUMEDAD (%):

Tara N°	1	2	3
Tara+suelo húmedo (gr.)	145.50	135.50	141.20
Tara+suelo seco (gr.)	132.50	125.50	135.50
Peso de agua (gr.)	13.00	10.00	5.70
Peso de tara (gr.)	6.80	6.85	6.80
Peso de suelo seco (gr.)	125.70	118.65	128.70
Humedad (%)	10.34	8.43	4.43
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.69	1.76	1.94

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

	Penetración		Molde I			Molde II		Molde III		
	(pulg.)	(mm.)	Patrón (Kg/cm ²)	Dial (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Dial (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Dial (Kg/cm ²)	Presión (Kg/cm ²)	
25	0.000	0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
	0.025	0.64		15	0.7	15	0.7	32	1.6	
50	0.050	1.27		24	1.2	26	1.3	47	2.3	
75	0.075	1.91		31	1.5	36	1.8	53	2.6	
100	0.10	2.54	70	37	1.8	42	2.1	57	2.8	
150	0.15	3.81		45	2.2	52	2.5	62	3.0	
200	0.20	5.08	105	48	2.3	58	2.8	66	3.2	
250	0.25	6.35								
300	0.30	7.62	133							
400	0.40	10.16	161							
500	0.50	12.70	182							
					CBR 0.1" =	2.58%			2.92%	3.97%
					CBR 0.2" =	2.23%			2.69%	3.07%

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE EXPANSION

Tiempo Acum. (Hrs.)	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
H _{est}	127	127	127
0	0.000	0.000	0.000
24	0.510	0.560	0.800
48	0.560	0.700	0.950
72	0.650	0.950	1.250
96	0.940	1.070	1.420
E (%)	0.74%	0.84%	1.12%

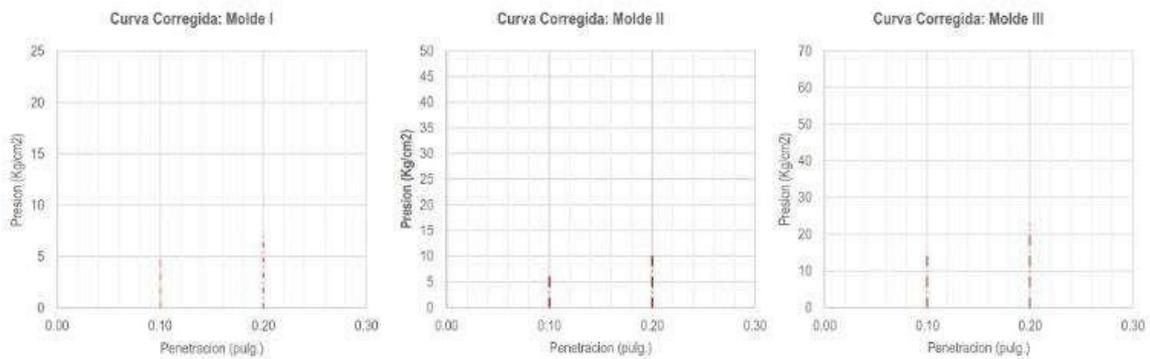
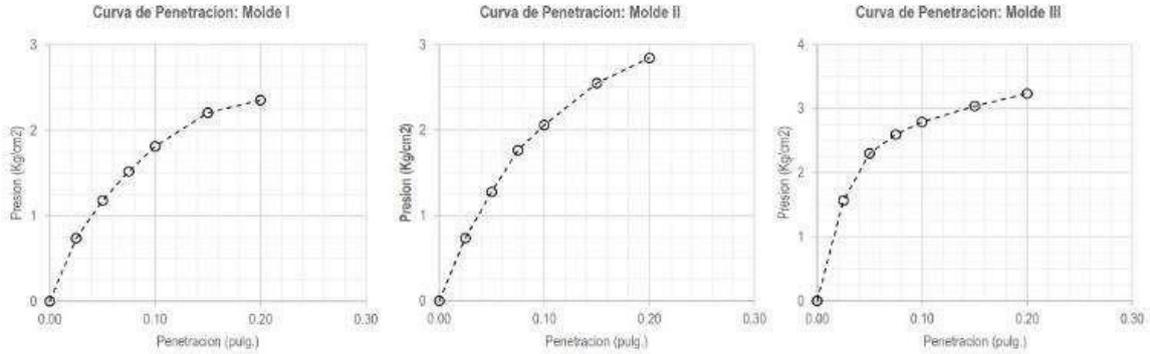


Pablo E. Valderrama Saavedra
Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos

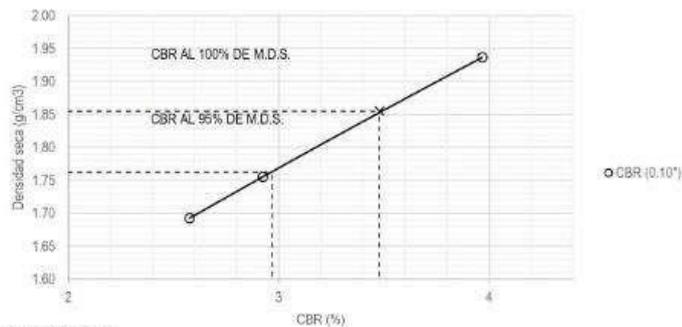
Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra

Fecha de Emisión: 9/09/2022



C.B.R. (0.1')-56 GOLPES : 2.58%	C.B.R. (0.1')-25 GOLPES : 2.92%	C.B.R. (0.1')-12 GOLPES : 3.97%	3.16%
C.B.R. (0.2')-56 GOLPES : 2.23%	C.B.R. (0.2')-25 GOLPES : 2.69%	C.B.R. (0.1')-12 GOLPES : 3.07%	2.66%

Curva: Densidad Seca Vs C.B.R.



C.B.R. (0.1') AL 100% M.D.S. :	3.48%
C.B.R. (0.1') AL 95% M.D.S. :	2.97%

Pablo E. Valderrama Saavedra
Pablo E. Valderrama Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 124923

OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el personal tecnico del laborotiro VARINCO SAC
- El valor del CBR de la subrasante sera al 95% de la M.D.S. a una penetracion de 0.1'

REFERENCIA:

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

Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos
Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra
Fecha de Emision: 6/09/2022

INFORME N°: 007-2022 -EMSPAV

INFORME DE ENSAYO

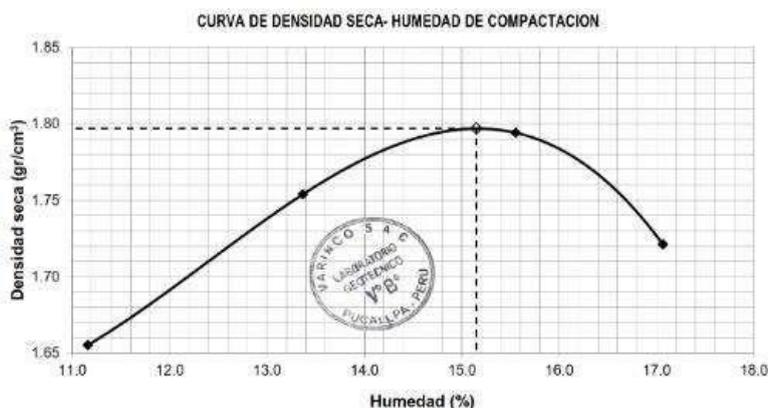
PROYECTO	TESIS: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022		
SOLICITA	Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior		
UBICACION	Manantay - Cnel. Portillo - Ucayali		
CALICATA	C-02	Prof. (m)= 1.20	Progresiva: 00+490
FECHA	Set-2022		
MATERIAL DE ENSAYO	Muestra alterada de subrasante		V° B° : Ing. Pablo E. Valderrama

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NTP 339.141:1999 / ASTM D-1557)

1.- COMPACTACION					Granulometria del Material ensayado			
Prueba N°	M-1	M-2	M-3	M-4	% que pasa la malla # 4			
Numero de capas	5	5	5	5	100%	% retenido en la malla # 3/8"		
Numero de golpes	25	25	25	25	0%	% retenido en la malla # 3/4"		
Peso suelo + molde (gr.)	4605	4745	4825	4770	Metodo de Compactacion:	A		
Peso molde (gr.)	2870	2870	2870	2870	Clasificacion SUCS	CH		
Peso suelo compactado (gr.)	1735	1875	1955	1900	Clasificacion AASHTO	A7-6		
Volumen del molde (cm ³)	943	943	943	943				
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.84	1.99	2.07	2.01				

2.- HUMEDAD (%)								
Capas	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Tara N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
Tara + suelo húmedo (gr.)	505.60		465.60		505.70		597.40	
Tara + suelo seco (gr.)	467.00		425.00		453.95		528.00	
Peso de agua (gr.)	38.60		40.60		51.75		69.40	
Peso de tara (gr.)	121.10		121.30		121.20		121.35	
Peso de suelo seco (gr.)	345.90		303.70		332.75		406.65	
Humedad (%)	11.16		13.37		15.55		17.07	
Humedad Promedio (%)	11.16		13.37		15.55		17.07	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.66		1.75		1.79		1.72	

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : **1.80**
 Optimo Cont. de Humedad (%) : **15.15**




 Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Fecha de Emision: Pucallpa, 03 de Julio del 2022

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Bach Realegui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Tedd;
 Tipo de ensayo : **CBR de la subrasante**
 UBICACION : Manantay - Cmel. Portillo - Ucayali
 REFERENCIA : **C-02**
 FECHA DE RECEPCION : 3/09/2022 FECHA DE INICIO : 3/09/2022

PROYECTO: **TESIS: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022**

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

IDENTIFICACION : **Subrasante (calicata C-02)** PRESENTACION: 01 saco de polipropileno
 DESCRIPCION : **Material arcilloso de color rojizo** CANTIDAD: 80 kg aprox.

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) : 1.80
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 15.15

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y HUMEDAD

COMPACTACION:				HUMEDAD (%):			
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	123.00	121.00	117.00
Número de golpes	12	25	56	Tara+suelo seco (gr.)	112.70	110.00	103.80
Peso suelo + molde (gr.)	14135	14600	14960	Peso de agua (gr.)	10.30	11.00	13.20
Peso molde (gr.)	8040	8205	8090	Peso de tara (gr.)	32.45	32.50	32.40
Peso suelo compactado (gr.)	6095	6395	6870	Peso de suelo seco (gr.)	80.25	77.50	71.40
Volumen del molde (cm^3)	3229	3229	3229	Humedad (%)	12.83	14.19	18.49
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1.89	1.96	2.13	Densidad Seca (gr/cm^3)	1.67	1.73	1.80

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

	Penetración		Molde I			Molde II		Molde III	
	(pulg.)	(mm.)	Patrón	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
			(Kg/cm^2)	(Kg)	(Kg/cm^2)	(Kg)	(Kg/cm^2)		(Kg/cm^2)
	0.000	0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	0.025	0.64		17	0.8	16	0.8	21	1.0
50	0.050	1.27		21	1.0	25	1.2	35	1.7
75	0.075	1.91		25	1.2	32	1.6	45	2.2
100	0.10	2.54	70	29	1.4	41	2.0	50	2.4
150	0.15	3.81		34	1.7	47	2.3	58	2.8
200	0.20	5.08	105	38	1.9	51	2.5	65	3.2
250	0.25	6.35							
300	0.30	7.62	133						
400	0.40	10.16	161						
500	0.50	12.70	182						
					CBR 0.1' =	2.02%	2.85%	3.48%	
					CBR 0.2' =	1.76%	2.37%	3.02%	

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE EXPANSION

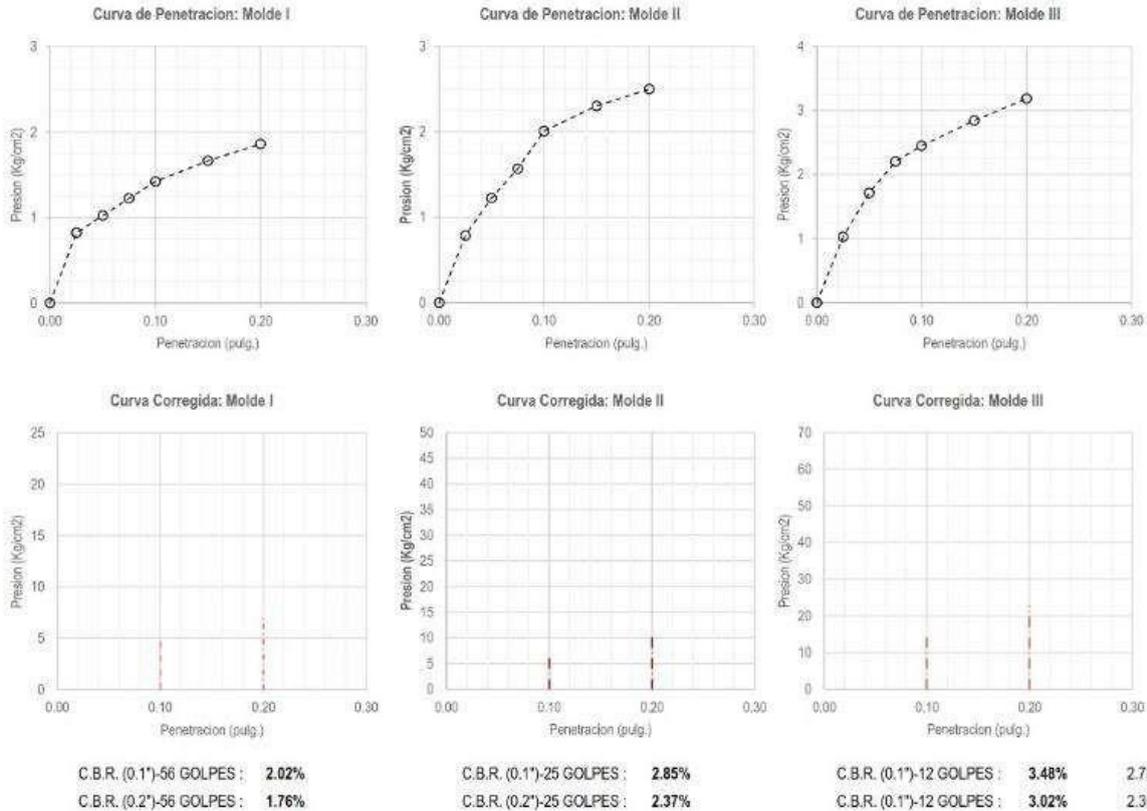

Tiempo Acum. (Hrs.)	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
H_{2000}	127	127	127
0	0.000	0.000	0.000
24	1.800	1.500	1.100
48	1.900	1.600	1.600
72	2.100	2.200	2.100
96	2.500	2.600	2.800
E (%)	1.97%	2.05%	2.20%


Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

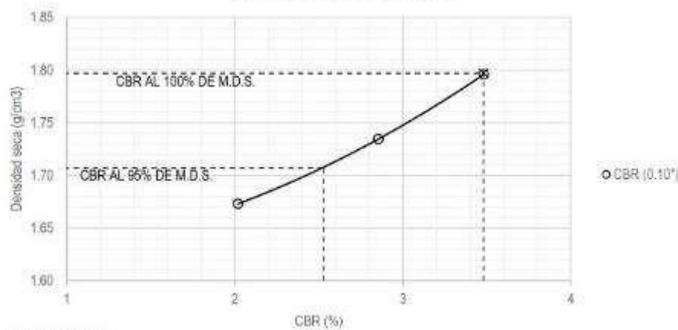
Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevalico

Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra

Fecha de Emision: 10/09/2022



Curva: Densidad Seca Vs C.B.R.



C.B.R. (0.1") AL 100% M.D.S. : 3.48%
C.B.R. (0.1") AL 95% M.D.S. : 2.53%

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el personal tecnico del laboratorio VARINCO SAC
- El valor del CBR de la subrasante sera al 100% de la M.D.S.

REFERENCIA:

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

Pablo E. Valderrama Saavedra
Pablo E. Valderrama Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 124923

Tech. Lab.: Victor Vargas Zevallos
Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra
Fecha de Emision: 7/09/2022

INFORME N°: 009-2022 -EMSPAV

INFORME DE ENSAYO

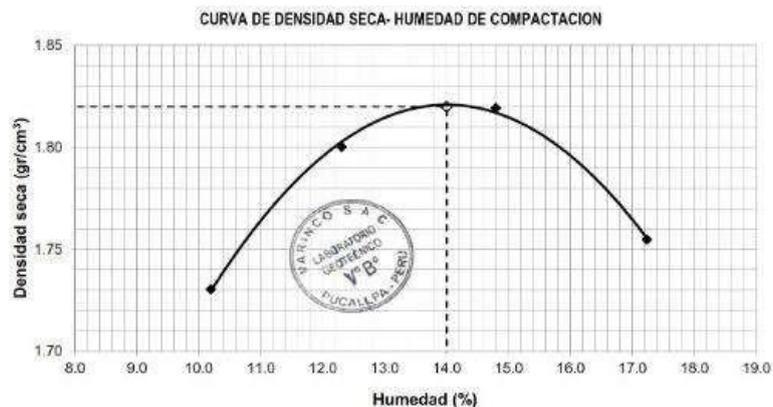
PROYECTO	TESIS: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022		
SOLICITA	Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Teddy Junior		
UBICACION	Manantay - Crnel. Portillo - Ucayali		
CALICATA	C-03	Prof. (m)= 1.20	Progresiva: 01+150
FECHA	Set-2022		
METARIAL DE ENSAYO	Muestra alterada de subrasante		V° B° : Ing. Pablo E. Valderrama

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NTP 339.141:1999 / ASTM D-1557)

1.- COMPACTACION					Granulometria del Material ensayado			
Prueba N°	M-1	M-2	M-3	M-4	% que pasa la malla # 4			
Numero de capas	5	5	5	5	% retenido en la malla # 3/8"	100%		
Numero de golpes	25	25	25	25	% retenido en la malla # 3/4"	0%		
Peso suelo + molde (gr.)	5968.1	6076.6	6139.4	6109.9	Metodo de Compactacion:	A		
Peso molde (gr.)	4170	4170	4170	4170	Clasificacion SUCS	CH		
Peso suelo compactado (gr.)	1798.1	1906.6	1969.4	1939.9	Clasificacion AASHTO	A7-6		
Volumen del molde (cm ³)	943	943	943	943				
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.91	2.02	2.09	2.06				

2.- HUMEDAD (%)								
Capas	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Tara N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
Tara + suelo húmedo (gr.)	440.12		471.24		513.54		558.19	
Tara + suelo seco (gr.)	400.05		420.35		448.20		477.55	
Peso de agua (gr.)	40.07		50.89		65.34		80.64	
Peso de tara (gr.)	6.90		6.78		6.50		9.50	
Peso de suelo seco (gr.)	393.15		413.57		441.70		468.05	
Humedad (%)	10.19		12.31		14.79		17.23	
Humedad Promedio (%)	10.19		12.31		14.79		17.23	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.73		1.80		1.82		1.75	

Máxima Densidad Seca (gr/cm³): **1.82**
 Optimo Cont. de Humedad (%): **14.00**




 Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

Fecha de Emision: Pucallpa, 05 de Julio del 2022

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Bach Realegui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Teddt
 Tipo de ensayo : **CBR de la subrasante**
 UBICACIÓN : Manantay - Cmel. Portillo - Ucayali
 REFERENCIA : **C-03**
 FECHA DE RECEPCION : 5/09/2022
 FECHA DE INICIO : 5/09/2022

PROYECTO: **TESIS: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022**

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

IDENTIFICACION : **Subrasante (calicata C-03)** PRESENTACION: 01 saco de polipropileno
 DESCRIPCION : **Material arcilloso de color rojizo** CANTIDAD: 80 kg aprox.

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) : 1.82
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 14.00

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y HUMEDAD

COMPACTACION:				HUMEDAD (%):			
Molde N°	1	2	3	Tara N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5	Tara+suelo húmedo (gr.)	471.94	494.72	598.63
Número de golpes	12	25	56	Tara+suelo seco (gr.)	416.20	434.35	524.70
Peso suelo + molde (gr.)	14060	14545	14880	Peso de agua (gr.)	55.74	60.37	74.13
Peso molde (gr.)	8040	8205	8090	Peso de tara (gr.)	32.45	32.50	32.40
Peso suelo compactado (gr.)	6020	6340	6790	Peso de suelo seco (gr.)	383.75	401.85	492.30
Volumen del molde (cm^3)	3229	3229	3229	Humedad (%)	14.53	15.02	15.06
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1.86	1.95	2.10	Densidad Seca (gr/cm^3)	1.63	1.71	1.83

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

	Penetración		Molde I			Molde II		Molde III	
	(pulg.)	(mm.)	Patrón	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
			(Kg/cm^2)	(Kg)	(Kg/cm^2)	(Kg)	(Kg/cm^2)	(Kg)	(Kg/cm^2)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0.025	0.64		16	0.8	22	1.1	21	1.0
50	0.050	1.27		25	1.2	38	1.8	35	1.7
75	0.075	1.91		32	1.6	41	2.0	45	2.2
100	0.10	2.54	70	39	1.9	46	2.3	51	2.5
150	0.15	3.81		47	2.3	49	2.4	56	2.7
200	0.20	5.08	105	51	2.5	51	2.5	59	2.9
250	0.25	6.35							
300	0.30	7.62	133						
400	0.40	10.16	161						
500	0.50	12.70	182						
				CBR 0.1" =	2.72%		3.20%		3.55%
				CBR 0.2" =	2.37%		2.37%		2.74%

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE EXPANSION

Tiempo Acum. (Hrs.)	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
H_{voda}	127	127	127
0	0.000	0.000	0.000
24	1.800	1.500	1.100
48	1.900	1.600	1.600
72	2.100	2.200	2.100
96	2.500	2.600	2.800
E (%)	1.97%	2.05%	2.20%



Pablo E. Valderrama Saavedra
Pablo E. Valderrama Saavedra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 124923

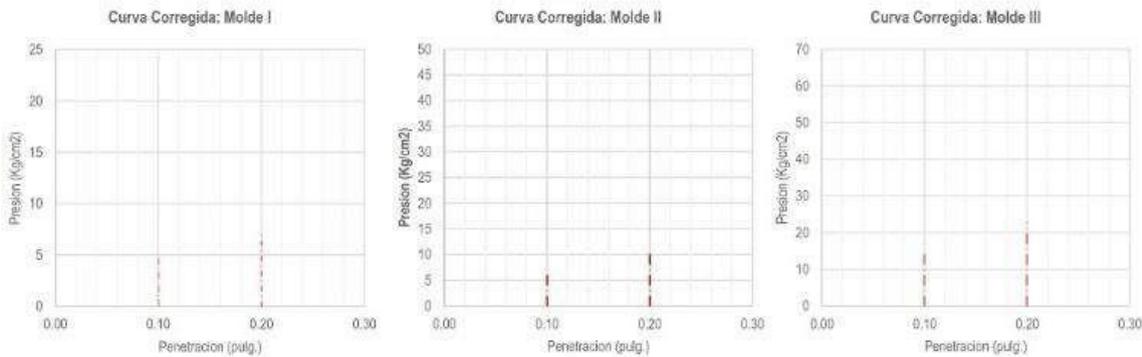
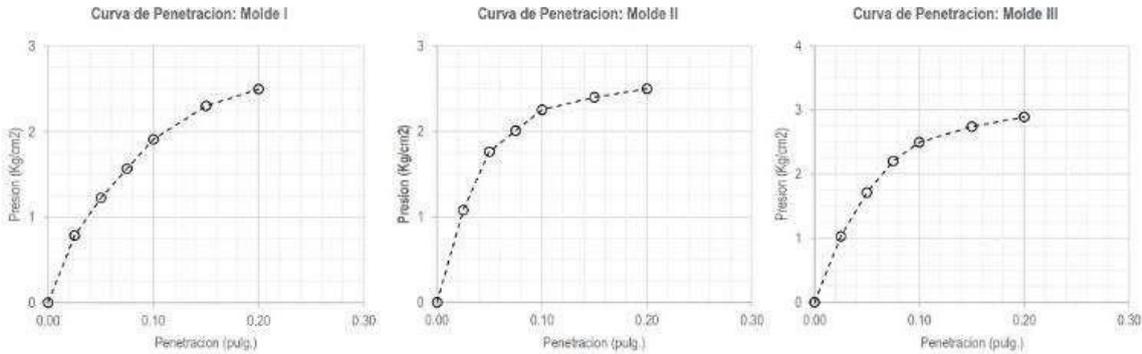
Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos

Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra

Fecha de Emisión: 12/09/2022

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

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

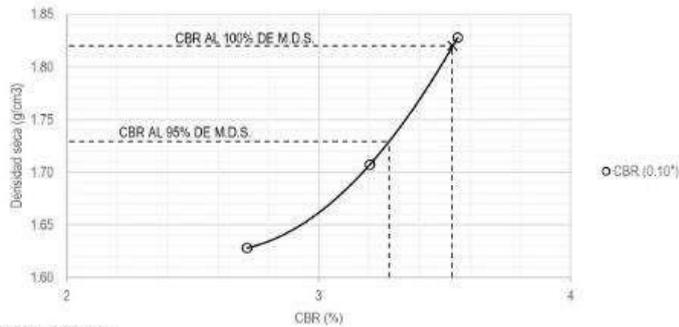


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **2.72%**
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **2.37%**

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **3.20%**
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **2.37%**

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **3.55%** 3.16%
C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **2.74%** 2.49%

Curva: Densidad Seca Vs C.B.R.



C.B.R. (0.1") AL 100% M.D.S. : **3.53%**
C.B.R. (0.1") AL 95% M.D.S. : **3.28%**

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el personal tecnico del laboratorio VARINCO SAC
- El valor del CBR de la subrasante sera al 100% de la M.D.S.

REFERENCIA:

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

Tecn. Lab.: Victor Vargas Zevallos
Rev.: Ing. Pablo Valderrama Saavedra
Fecha de Emision: 5/09/2022

Pablo E. Valderrama Saavedra
Pablo E. Valderrama Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 124923

ANEXO ENSAYO DE PLACA DE CARGA

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: TESIS: CORRELACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022

UBICACIÓN: Manantay - Crmel Portillo - Ucayali

SOLICITA: Bach Realagui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Estrato : E-2

CALICATA: C-01

PROFUND.: 0.80 mts

FECHA: Set-22

LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° de vasija	N° de golpes	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	10	29.10	24.38	16.22	4.72	8.16	57.84
2	16	35.22	28.28	15.70	6.94	12.58	55.17
3	25	33.40	27.46	15.94	5.94	11.52	51.56
4	34	39.16	31.52	15.66	7.64	15.86	48.17

LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	46.76	46.48	45.16	0.28	1.32	21.21
2	47.84	47.42	45.62	0.42	1.80	23.33
3	48.52	48.10	46.00	0.52	2.10	24.76

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127)

N° de vasija	Peso vasija + suelo hum. (gr)	Peso vasija + suelo seco (gr)	Peso de la vasija (gr)	Peso del agua (gr)	Peso del suelo seco (gr)	Contenido de agua (%)
1	40.70	38.50	15.90	2.20	22.60	9.73

PESO VOLUMETRICO DE SUELO COHESIVO (NTP 339.136)

N° de vasija	Peso del suelo (gr)	Peso del suelo + Parafina (gr)	Peso específico Parafina (gr/cm3)	Volumen Probeta (ml)	Volumen Probeta + Muestra con Parafina (ml)	Peso Volumetrico (gr/cm3)
2	58.00	60.00	23.46	500.00	529.00	2.01

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134)

Estrato	SUCS	Símbolo	Descripción
E-2	CH		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD

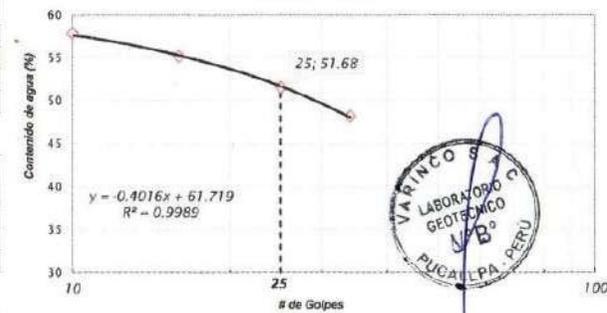
INDICE PLASTICO (NTP 339.129)

LL (%)	LP (%)	IP (%)
51.68	23.10	28.58

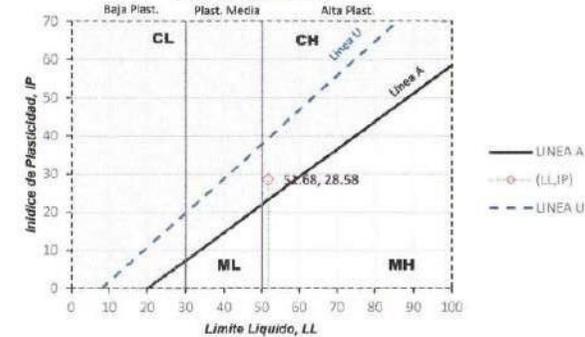
Observaciones:

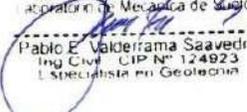
Los ensayos estandar realizados son para las calicatas de los ensayos de Placa de Carga.

CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



VARINCO S.A.C.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

Pablo E. Valderrama Saavedra
 Ing. Civil, CIP N° 124923
 Especialista en Geotecnia

INFORME DE ENSAYO DE PLACA CON CARGA ESTATICA (K₃₀)

(NTP 339.153 / ASTM D 1194)

Proyecto: TES/S: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022

Ubicación: JR. LOS CETICOS DRA 01, MANANTAY- CORONEL PORTILLO - PUCALLPA

Solicita: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

Fecha de ensayo: 24/06/2022

Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

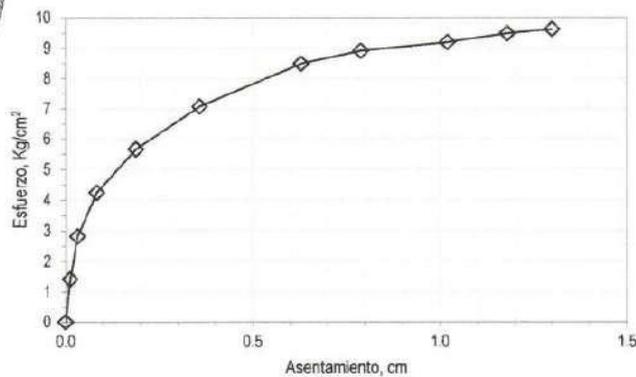
DATOS DEL ENSAYO

ID. Ensayo:	PLT-010-2022	Peso del Camión:	24.0 Tn	Tipo de Muestra:	Inalterada
Calicata:	C-01	Espesor de Placa:	25.0 mm	Clasificación SUCS:	CH
Prof. (m):	0.80	Ø de Placa:	30.0 cm	Clasificación ASSTHO:	A-7-5
Lugar de Ebsayo:	Jr. Los ceticos Cdra -01	Certificado de Calibración:	# LFP-673-2022		

PARAMETROS DE CALCULO

Diametro de la Placa, cm :	30.00	Gravedad especifica(G _s):	—
Area de la Placa, cm ² :	706.86	Densidad húmedad(Y _m),g/cm ³ :	2.01
Peso de la Placa, Kg :	14.94	Densidad seca (Y _m),g/cm ³ :	1.83
Peso del Cilindro Hidraulico ,Kg :	15.76	Contenido de agua (w),%:	8.87%
Peso del Vastago (L=2.10m), Kg :	8.52		

Tiempo (seg.)	Carga Axial (Kg)	Deformación (mm)				Δδ (mm)	δ (cm), acumulado	Esfuerzo Axial (Kg/cm ²)	Modulo de reaccion K, (Kg/cm ²)
		Dial 1 (Digital)	Dial 2 (Digital)	Dial 3 (Digital)	Promedio				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
5	1000	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.012	1.41	117.89
10	2000	0.32	0.32	0.32	0.32	0.20	0.032	2.83	88.42
15	3000	0.84	0.83	0.83	0.83	0.51	0.083	4.24	50.93
20	4000	1.88	1.89	1.89	1.89	1.05	0.19	5.66	29.99
25	5000	3.59	3.58	3.58	3.58	1.70	0.36	7.07	19.74
30	6000	6.28	6.30	6.30	6.29	2.71	0.63	8.49	13.49
35	6300	7.90	7.88	7.88	7.89	1.59	0.79	8.91	11.30
40	6500	10.20	10.21	10.21	10.21	2.32	1.02	9.20	9.01
45	6700	11.61	11.61	11.61	11.61	1.60	1.18	9.48	8.03
50	6800	13.00	13.00	13.00	13.00	1.19	1.30	9.62	7.40


CURVA ESFUERZO - DEFORMACION (PLT - K₃₀)

RESUMEN DE RESULTADOS

Modulo de Reaccion K ₃₀	kg/cm ² /cm	7.40
Modulo Compresibilidad Ev	kg/cm ²	622.88

VARINCO S.A.C.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra
 Pucallpa - Ucayali - Peru

INFORME DE ENSAYO DE PLACA CON CARGA ESTÁTICA (K₃₀)

(NTP 339.153 / ASTM D 1194)

Proyecto: TESIS: CORRELACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022

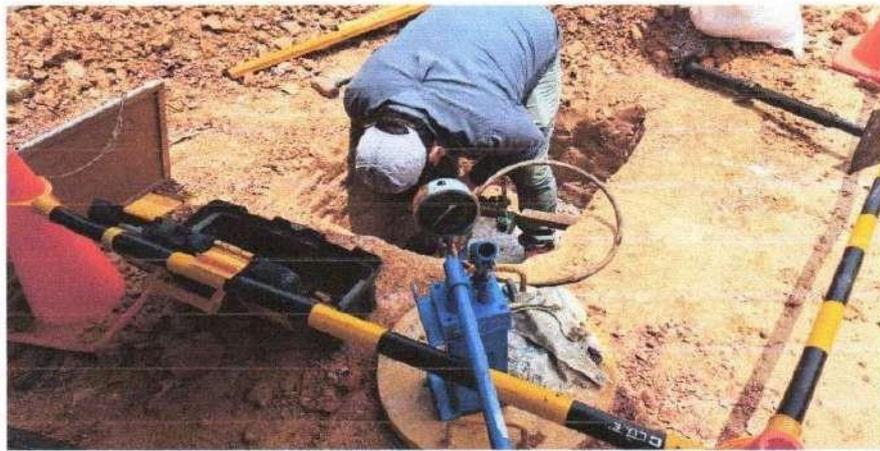
Ubicación: JR. LOS CETICOS DRA 01, MANANTAY- CORONEL PORTILLO - PUCALLPA

Solicita: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

Fecha de ensayo: 24/09/2022

Ing^o Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

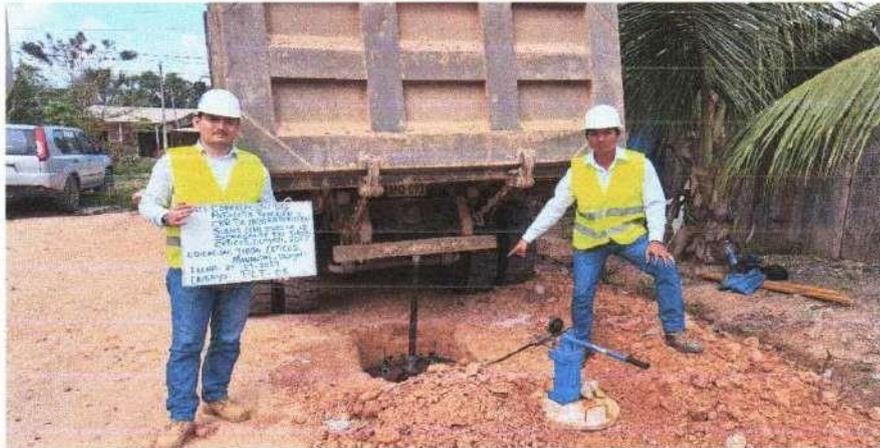
FOTO 01: ENSAYO DE PLACA DE CARGA K30 - JR. LOS CETICOS - MANANTAY - UCAYALI, CALICATA C-01



PLT - 01



FOTO 02: ENSAYO DE PLACA DE CARGA K30 - JR. LOS CETICOS - MANANTAY - UCAYALI, CALICATA C-01



PLT - 01

VARINCO S.A.C.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing Civil - CIP N° 124923
Especialista en Geotecnia

INFORME DE ENSAYO DE PLACA CON CARGA ESTATICA (K₃₀)

(NTP 339.153 / ASTM D 1194)

Proyecto: TESIS: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCION Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022

Ubicacion: JR. LOS CETICOS DRA 01, MANANTAY- CORONEL PORTILLO - PUCALLPA

Solicita: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

Fecha de ensayo: 24/09/2022

Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

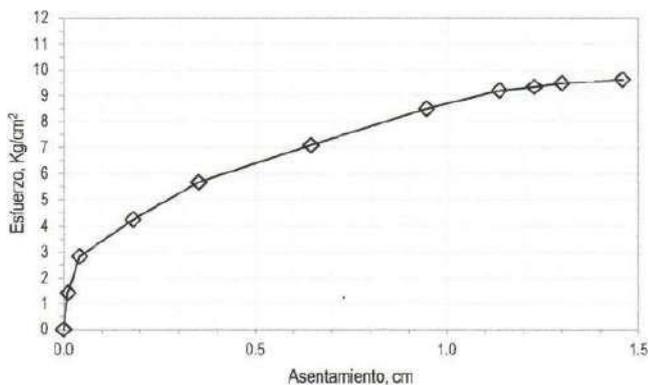
DATOS DEL ENSAYO

ID. Ensayo: PLT-011-2022	Peso del Camion: 24.0 Tn	Tipo de Muestra: Inalterada
Calicata: C-02	Espesor de Placa: 25.0 mm	Clasificacion SUCS: CH
Prof. (m): 0.80	Ø de Placa: 30.0 cm	Clasificacion ASSTHO: A-7-8
Lugar de Ebsayo: Jr. Los ceticos Cdra -01		Certificado de Calibracion: # LFP-673-2022

PARAMETROS DE CALCULO

Diametro de la Placa, cm : 30.00	Gravedad especifica(G_s): -
Area de la Placa, cm² : 706.86	Densidad húmedad(Y_m),g/cm³: 2.01
Peso de la Placa, Kg : 14.94	Densidad seca (Y_m),g/cm³: 1.83
Peso del Cilindro Hidraulico ,Kg : 15.76	Contenido de agua (w),%: 8.87%
Peso del Vastago (L=2.10m), Kg : 8.52	

Tiempo (seg.)	Carga Axial (Kg)	Deformacion (mm)				Δδ (mm)	δ (cm), acumulado	Esfuerzo Axial (Kg/cm ²)	Modulo de reaccion K, (Kg/cm ²)
		Dial 1 (Digital)	Dial 2 (Digital)	Dial 3 (analogo)-1/100	Promedio				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
5	1000	0.10	0.12	0.12	0.11	0.11	0.01	1.41	124.63
10	2000	0.43	0.41	0.41	0.42	0.30	0.04	2.83	57.91
15	3000	1.78	1.81	1.81	1.80	1.38	0.18	4.24	23.58
20	4000	3.54	3.51	3.51	3.52	1.72	0.35	5.66	16.08
25	5000	6.40	6.48	6.48	6.45	2.93	0.65	7.07	10.96
30	6000	9.40	9.51	9.51	9.47	3.02	0.95	8.49	8.96
35	6500	11.90	11.10	11.10	11.37	1.89	1.14	9.20	8.09
40	6600	12.25	12.30	12.30	12.28	0.92	1.23	9.34	7.60
45	6700	13.00	13.00	13.00	13.00	0.72	1.30	9.48	7.29
50	6800	14.50	14.61	14.61	14.57	1.57	1.46	9.62	6.60


CURVA ESFUERZO - DEFORMACION (PLT - K₃₀)

RESUMEN DE RESULTADOS

Modulo de Reaccion K ₃₀	kg/cm ² /cm	7.29
Modulo Compresibilidad Ev	kg/cm ²	291.65

VARINCO S.A.C.
 Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Pablo E. Valderrama Saavedra
 Ing. Civil - CIP N° 124923
 Especialista en Geotecnia

INFORME DE ENSAYO DE PLACA CON CARGA ESTATICA (K₃₀)

(NTP 339.153 / ASTM D 1194)

Proyecto: TESIS: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCION Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022

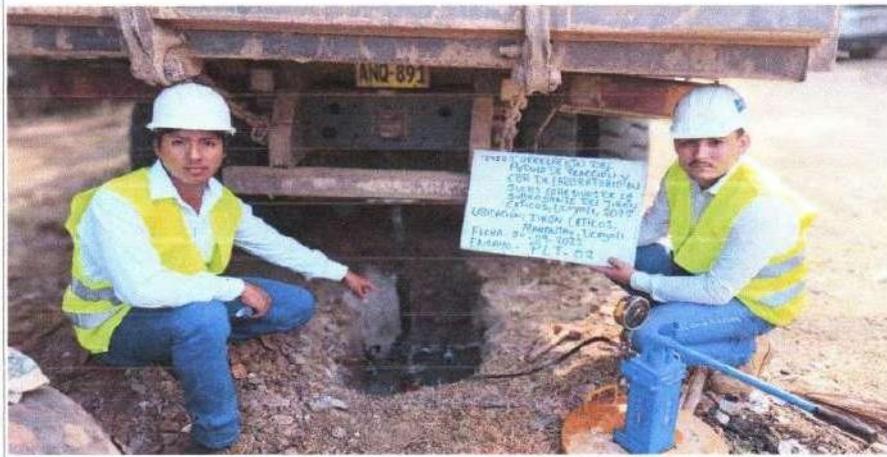
Ubicacion: JR. LOS CETICOS DRA 01, MANANTAY-CORONEL PORTILLO - PUCALLPA

Solicita: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

Fecha de ensayo: 24/09/2022

Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

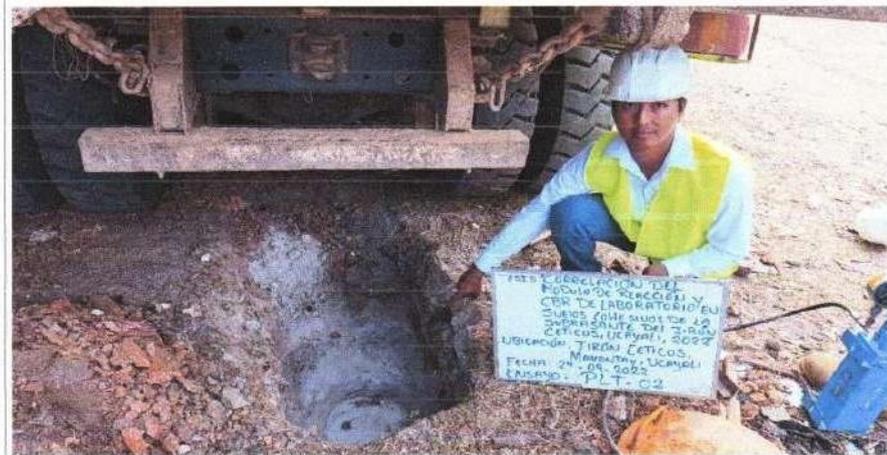
FOTO 03: ENSAYO DE PLACA DE CARGA K30 - JR. LOS CETICOS - MANANTAY - UCAYALI, CALICATA C-02



PLT - 02



FOTO 04: ENSAYO DE PLACA DE CARGA K30 - JR. LOS CETICOS - MANANTAY - UCAYALI, CALICATA C-02



PLT - 02

VARINCO S.A.C.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing Civil CIP N° 124923
Especialista en Geotecnia

INFORME DE ENSAYO DE PLACA CON CARGA ESTATICA (K₃₀)

(NTP 339.153 / ASTM D 1194)

Proyecto: TESIS: CORRELACION DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022

Ubicación: JR. LOS CETICOS DRA 01, MANANTAY - CORONEL PORTILLO - PUCALLPA

Solicita: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodriguez Teddy Junior

Fecha de ensayo: 24/06/2022

Ing° Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

DATOS DEL ENSAYO

ID. Ensayo: PLT-011-2022	Peso del Camión: 24.0 Tn	Tipo de Muestra: Intactada
Calicata: C-03	Espesor de Placa: 25.0 mm	Clasificación SUCS: CH
Prof. (m): 0.80	Ø de Placa: 30.0 cm	Clasificación ASSTHO: A-7-6
Lugar de Ebsayo: Jr. Los ceticos Cdra-01	Certificado de Calibración: # LFP-673-2022	

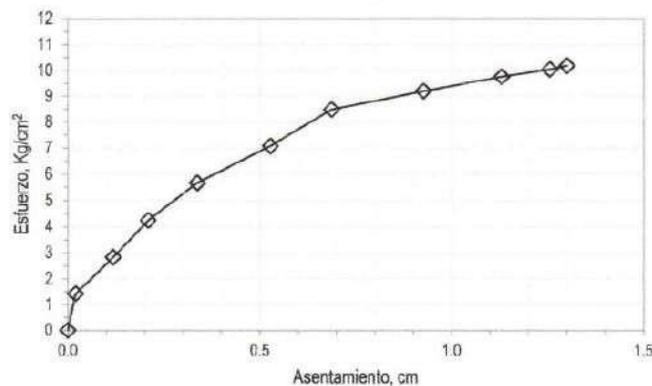
PARAMETROS DE CALCULO

Diametro de la Placa, cm:	30.00	Gravedad especifica(G _s):	—
Area de la Placa, cm ² :	706.86	Densidad humedad(Y _w), g/cm ³ :	2.01
Peso de la Placa, Kg:	14.94	Densidad seca (Y _s), g/cm ³ :	1.83
Peso del Cilindro Hidraulico, Kg:	15.76	Contenido de agua (w), %:	8.87%
Peso del Vastago (L=2.10m), Kg:	8.52		

Tiempo (seg.)	Carga Axial (Kg)	Deformacion (mm)				Δδ (mm)	δ (cm), acumulado	Esfuerzo Axial (Kg/cm ²)	Modulo de reaccion K, (Kg/cm ³)
		Dial 1 (Digital)	Dial 2 (Digital)	Dial 3 (analogo)-1/100	Promedio				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
5	1000	0.18	0.21	0.21	0.20	0.20	0.02	1.41	70.74
10	2000	1.10	1.21	1.21	1.17	0.97	0.12	2.83	24.11
15	3000	2.04	2.11	2.11	2.09	0.91	0.21	4.24	20.34
20	4000	3.30	3.40	3.40	3.37	1.28	0.34	5.66	16.81
25	5000	5.20	5.32	5.32	5.28	1.91	0.53	7.07	13.40
30	6000	6.71	6.95	6.95	6.87	1.59	0.69	8.49	12.36
35	6500	9.21	9.30	9.30	9.27	2.40	0.93	9.20	9.92
40	6900	11.21	11.35	11.35	11.30	2.03	1.13	9.76	8.64
45	7100	12.56	12.56	12.56	12.56	1.26	1.26	10.04	8.00
50	7200	13.00	13.00	13.00	13.00	0.44	1.30	10.19	7.84



CURVA ESFUERZO - DEFORMACION (PLT - K₃₀)



RESUMEN DE RESULTADOS

Modulo de Reaccion K ₃₀	kg/cm ² /cm	7.84
Modulo Compresibilidad Ev	kg/cm ²	431.78

VARINCO S.A.C.
Laboratorio de Mecanica de Suelos
Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing Civil CIP No 124923
Avenida Inca Garcilaso de la Vega

INFORME DE ENSAYO DE PLACA CON CARGA ESTÁTICA (K₃₀)

(NTP 339.153 / ASTM D 1194)

Proyecto: TESIS: CORRELACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN Y CBR DE LABORATORIO EN SUELOS COHESIVOS DE LA SUBRASANTE DEL JIRÓN CETICOS, UCAYALI, 2022

Ubicación: JR. LOS CETICOS DRA 01, MANANTAY- CORONEL PORTILLO - PUCALLPA

Solicita: Bach Reategui Galan, Carlos Ulises & Torres Rodríguez Teddy Junior

Fecha de ensayo: 24/09/2022

Ing* Responsable: Ing. Pablo E. Valderrama Saavedra

FOTO 03: ENSAYO DE PLACA DE CARGA K30 - JR. LOS CETICOS - MANANTAY - UCAYALI, CALICATA C-02



PLT - 03



FOTO 04: ENSAYO DE PLACA DE CARGA K30 - JR. LOS CETICOS - MANANTAY - UCAYALI, CALICATA C-02



PLT - 03

VARINCO S.A.C.
Laboratorio de Mecánica de Suelos

Pablo E. Valderrama Saavedra
Ing Civil CIP N° 124923
Especialista en Geotecnia

ANEXO HOJAS DE CALCULO

DATOS PEARSON.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

3: CBR 3,28 Visible: 2 de 2 variables

	CBR	K	var																
1	2,97	7,40																	
2	2,53	7,29																	
3	3,28	7,84																	
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:OFF

*Resultado1 [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Resultado

- Logaritmo
- Correlaciones
- Logaritmo
- Correlaciones
- Logaritmo
- Correlaciones
- Títulos
- Notas
- Estadísticos descriptivos
- Correlaciones

```

/VARIABLES=CBR K
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.

CORRELATIONS
/VARIABLES=CBR K
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/STATISTICS DESCRIPTIVES XPROD
/MISSING=PAIRWISE.

CORRELATIONS
/VARIABLES=CBR K
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING=PAIRWISE.

```

Correlaciones

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
CBR lab	2,9267	,37687	3
Mod. Reaccion	7,5100	,29103	3

Correlaciones

		CBR lab	Mod. Reaccion
CBR lab	Correlación de Pearson	1	,908
	Sig. (bilateral)		,276
	N	3	3
Mod. Reaccion	Correlación de Pearson	,908	1
	Sig. (bilateral)	,276	
	N	3	3

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:OFF H: 189, W: 423 pt.

CUADROS ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS

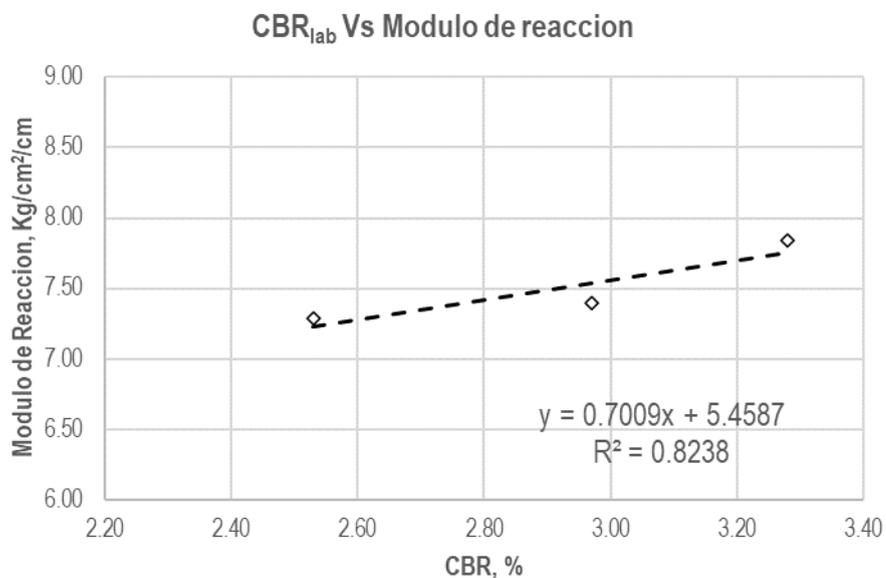
Calicata	CBR _{Lab} , %	Modulo de Reaccion en Kg/cm ² /cm	N	X*Y	x̄	ȳ	Nxȳ
	al 95% dela MDS						
C-01	2.97	7.40	3	21.98	2.93	7.51	65.94
C-02	2.53	7.29	3	18.44	2.93	7.51	65.94
C-03	3.28	7.84	3	25.72	2.93	7.51	65.94
	2.93	7.51	ΣXY	66.14			

n	3
Cov (x,y)	0.07
Sx	0.31
Sy	0.24
r_{xy}	0.908
t	2.16
p-value	0.276

CUADRO COMPARATIVO ENSAYOS DEL CBR_{LAB} Y PLACA DE CARGA (K30)

Calicata	Clasificacion		CBR de Laboratorio, %		Modulo de reaccion	
	SUCS	AASHTO	al 95% de MDS	al 100% de MDS	k	asentamiento
C-01	CH	A7-5	2.97	3.15	7.40	13 mm
C-02	CH	A7-5	2.53	2.80	7.29	13 mm
C-03	CH	A7-5	3.28	3.89	7.84	13 mm

GRAFICO DE CORRELACION

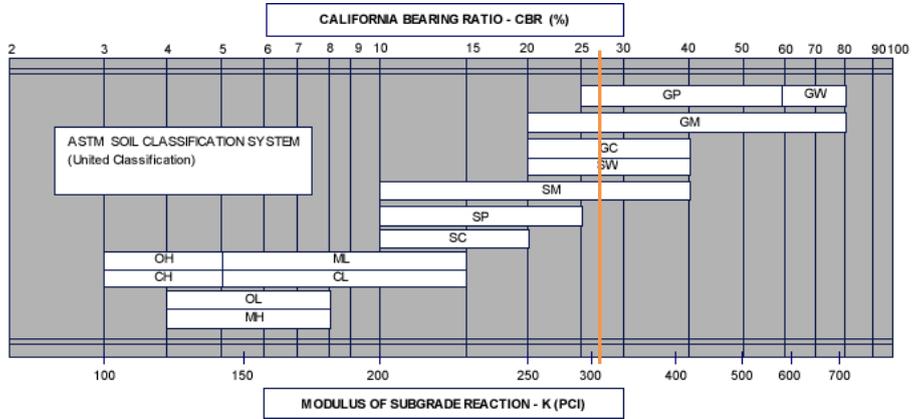


ESTUDIO DE TRÁFICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JR. CETICOS

TIPO DE VEHICULO	DESCRIPCION	IMDA	Fd	Fc	r (%)	n (años)	FCa	Fvp	PROMEDIO DE PRESION DE INFLADO (PPI-psi)	Fp (PPI*0.90)	EE (por vehículo)	EE
B2	Automoviles	25	0.5	0.8	0.01	20	22.45	4.511	90.0	1.000	369643	1.87E+06
B3-1	Camioneta	46	0.5	0.8	0.01	20	22.45	2.639	90.0	1.000	397893	
B4-1	Omnibus 2E		0.5	0.8	0.01	20	22.45	3.912	90.0	1.000	0	
BA-1	Omnibus 3E	3	0.5	0.8	0.01	20	22.45	5.776	90.0	1.000	56796	
C2	Camiones 2E	55	0.5	0.8	0.01	20	22.45	4.511	90.0	1.000	813214	
C3	Camiones 3E	22	0.5	0.8	0.01	20	22.45	3.292	90.0	1.000	237384	
C4	Camiones 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.45	2.979	90.0	1.000	0	
8x4	Semitrayler 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	4.565	90.0	1.000	0	
2S1	Semitrayler 3E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	7.749	90.0	1.000	0	
2S2	Semitrayler 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.530	90.0	1.000	0	
T2Se2	Semitrayler 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	10.988	90.0	1.000	0	
2S3	Semitrayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.217	90.0	1.000	0	
T2Se3	Semitrayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	9.769	90.0	1.000	0	
3S1	Semitrayler 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.530	90.0	1.000	0	
3S2	Semitrayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	5.311	90.0	1.000	0	
T3Se2	Semitrayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	9.769	90.0	1.000	0	
3S3	Semitrayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	4.998	90.0	1.000	0	
T3Se3	Semitrayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	8.550	90.0	1.000	0	
2T2	Trayler 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	10.988	90.0	1.000	0	
2T3	Trayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	9.769	90.0	1.000	0	
3T2	Trayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	9.769	90.0	1.000	0	
3T3	Trayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	8.550	90.0	1.000	0	
3T4	Trayler 7E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	7.330	90.0	1.000	0	
C4R2	Trayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	9.455	90.0	1.000	0	
C4R3	Trayler 7E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	8.236	90.0	1.000	0	
8x4R2	Trayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	11.041	90.0	1.000	0	
8x4R3	Trayler 7E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	9.822	90.0	1.000	0	
8x4R4	Trayler 8E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	8.603	90.0	1.000	0	
C2RB1	Trayler 3E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	7.749	90.0	1.000	0	
C2RB2	Trayler 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.530	90.0	1.000	0	
C2RB3	Trayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.217	90.0	1.000	0	
C3RB1	Trayler 4E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.530	90.0	1.000	0	
C3RB2	Trayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	5.311	90.0	1.000	0	
C3RB3	Trayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	4.998	90.0	1.000	0	
C4RB1	Trayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.217	90.0	1.000	0	
C4RB2	Trayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	4.998	90.0	1.000	0	
C4RB3	Trayler 7E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	4.685	90.0	1.000	0	
8x4RB1	Trayler 5E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	7.803	90.0	1.000	0	
8x4RB2	Trayler 6E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.584	90.0	1.000	0	
8x4RB3	Trayler 7E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	6.271	90.0	1.000	0	
S3	Trayler 7E		0.5	0.8	0.01	20	22.02	11.788	90.0	1.000	0	

CALCULO DEL MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE

a.- Si deseamos ser conservadores y tan solo considerar que la losa se apoyara en la subrasante se utilizara el siguiente cuadro:



Entonces:

Kequiv (pci) = 318

b.- Si para el calculo del modulo de la reaccion de la subrasante deseamos incluir el impacto que se tendra por considerar una subbase se utilizara:

Keq. COEFICIENTE DE REACCIÓN EQUIVALENTE					
CBR >10	$K = 46 + 9.08 * (\text{LOG}(\text{CBR}))^{4.34}$				Mpa/m
CBR < 10	$K = 2.55 + 52.5 * \text{LOG}(\text{CBR})$				Mpa/m
PRIMERA ITERACION: SUBRASANTE - MEJORAMIENTO					
DESCRIPCIÓN	CBR (%)	h (cm)	K	Mpa/m	kg/cm2/cm
Subrasante	19.61	Ko	73.648	7.51
Subbase G.	40.00	20.00	K1	116.209	11.85
			Keq	86.4	8.81

$Keq(\text{kg/cm}^3) = (1 + (h/38)^2 * (K1/K0)^{2/3})^{0.5} * K0$

Ko (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subrasante
 K1 (kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subbase
 keq(kg/cm³): Coeficiente de reacción equivalente

La presencia de la sub base granular o base granular, de calidad superior a la subrasante, permite aumentar el coeficiente de reacción de diseño, por lo tanto el valor de K (pci) es:

318

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

Proyecto: PROYECTO DE TESIS

Elaborado: Bach.

Fecha: 17/11/2022

ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20	
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.87E+06	E.E
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.50	
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.25	
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	95%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.645	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35	
f. Valor CBR (%)	19.61	E.M.S

	Datos de Campo
	Datos del CE. 010 - MTC

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	280.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	3,982
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	3,597,075
c. MODULO DE ROTURA S'c (psi)	569
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K (pci)	318
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	2.80
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	0.90

CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

$$\log_{10} W_{sz} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{L \log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_T) \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 k \left(\frac{0.09 D^{0.75} - 7.38}{(E_r / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

D (pulg)	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
7.820	-0.12494	6.27	6.27

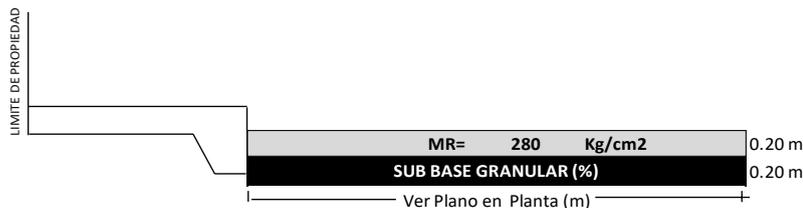
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), pulgadas	8.00	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), centímetros	20.0	cm
E. ESPESOR DE SUBBASE (M), pulgadas	8	pulg.
F. ESPESOR DE SUBBASE (M), centímetros	20.00	cm

Comentarios:

- * Las losas seran moduladas de 3.60 m x 4.50m.
- * Las juntas longitudinales y transversales seran de 3mm.
- * No llevara barras de transferencia de carga en las juntas longitudinales.
- * Considerar dowels en las juntas de construccion tanto longitudinales como transversales.

SECCION DE VIA TIPICA



Nota: Tener en consideración que si el CBR de la Subrasante es menor de 6.00 % el manual del MTC recomienda realizar algún tipo de mejoramiento:

- Estabilización mecánica.
- Mezcla de suelos.
- Reemplazo de suelo.
- Estabilización con geosintéticos, etc.
- Estabilización química de suelos.

ANEXO PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01: Calicata N° 01



Fotografía 02: Calicata N° 02



Fotografía 03: Calicata N° 03



Fotografía 04: Peso volumétrico



Fotografía 05: Gravedad Especifica



Fotografía 06: Límites de consistencia



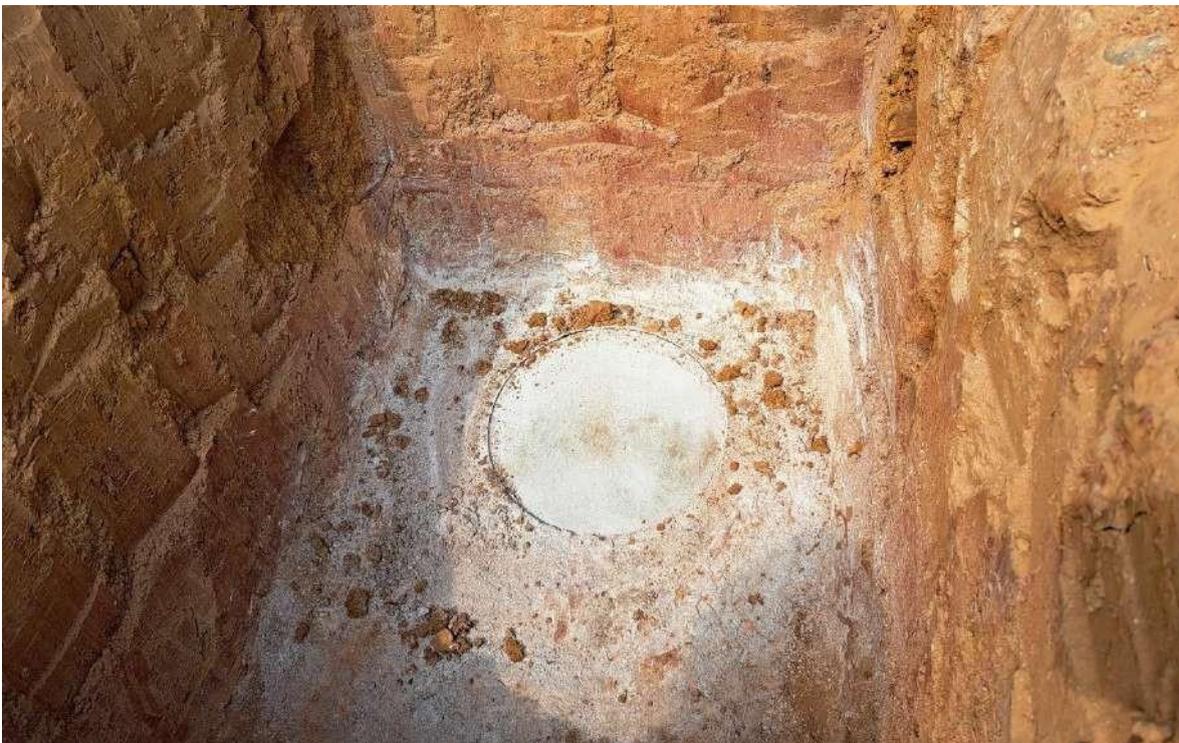
Fotografía 07: Proctor Modificado



Fotografía 08: CBR de laboratorio



Fotografía 09: Ensayo Placa de Carga - 01



Fotografía 10: Huella de placa K-30 resultado del Ensayo Placa de Carga – 01



Fotografía 11: Ensayo Placa de Carga – 02



Fotografía 12: Huella de placa K-30 resultado del Ensayo Placa de Carga – 02



Fotografía 13: Ensayo Placa de Carga – 03



Fotografía 14: Huella de placa K-30 resultado del Ensayo Placa de Carga – 03

ANEXO CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 673 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 545-2022
Fecha de emisión : 2022-09-20

1. Solicitante : VALDERRAMA RENGIFO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección : JR. CARMEN CABREJOS MZA. 102 LOTE. 16 - GALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Descripción del Equipo : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Marca de Manómetro : NO INDICA
Modelo de Manómetro : NO INDICA
Serie de Manómetro : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
19 - SETIEMBRE - 2022

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,2	18,9
Humedad %	82	81

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

8. Observaciones

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



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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 673 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" t	SERIES DE VERIFICACIÓN (t)				PROMEDIO "B" t	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5	5,044	5,042	-0,88	-0,84	5,04	-0,85	0,04
10	9,938	9,950	0,62	0,50	9,94	0,56	-0,12
15	14,730	14,740	1,80	1,73	14,74	1,80	-0,07
20	19,778	19,852	1,11	1,74	19,72	1,45	0,63
25	24,668	24,692	1,33	1,23	24,68	1,30	-0,10
30	29,580	29,584	1,40	1,39	29,58	1,41	-0,01
35	34,425	34,474	1,64	1,50	34,45	1,60	-0,14

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

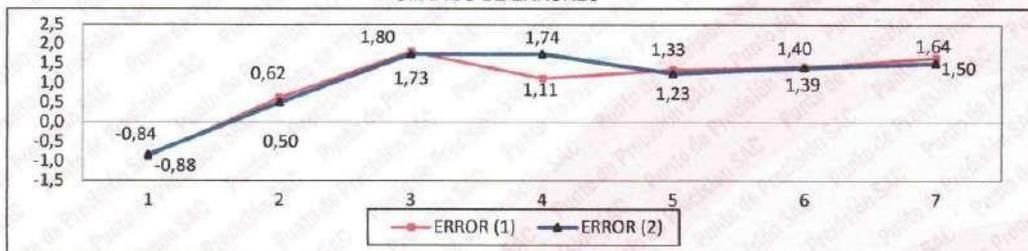
Ecuación de ajuste : $y = 1,0186x - 0,1026$

Donde: x : Lectura de la pantalla
 y : Fuerza promedio (t)

GRÁFICO N° 1

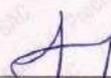


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMF-011-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 ,
Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú
Con Certificado N° INF - LE 238-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	5001.0	5001.0	5001.0	5001.0	-90.0	0.0	0.24
20	1000	1000.4	1000.4	1000.4	1000.4	0.0	0.0	0.28
30	1500	1501.5	1501.5	1501.5	1501.5	-0.1	0.0	0.26
40	2000	2002.3	2002.3	2002.3	2002.3	-0.1	0.0	0.25
50	2500	2503.5	2503.5	2503.5	2503.5	-0.1	0.0	0.25
60	3000	3003.3	3003.3	3003.3	3003.3	-0.1	0.0	0.24
70	3500	3504.4	3504.4	3504.4	3504.4	-0.1	0.0	0.24
80	4000	4005.5	4005.5	4005.5	4005.5	-0.1	0.0	0.24
90	4500	4505.5	4505.5	4505.5	4505.5	-0.1	0.0	0.24
100	50000	5005.5	5005.5	5005.5	5005.5	898.9	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



Fin del documento



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2965 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 545-2022
Fecha de emisión : 2022-09-20

1. Solicitante : VALDERRAMA RENGIFO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección : JR. CARMEN CABREJOS MZA. 102 LOTE. 16 - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
19 - SETIEMBRE - 2022

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

5. Trazabilidad

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

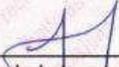
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,8	18,9
Humedad %	88	81

7. Observaciones

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





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



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2965 - 2022

Página : 2 de 2

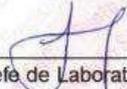
Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE							
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	54,84	1,55	26,90	42,18	49,89	149,12	124,03
	54,76	1,30	26,95	42,19	50,20	149,28	123,37
	54,63	1,35	26,60	42,21	49,88	149,57	123,42
	54,71	1,62	26,95	42,11	49,84	147,86	124,69
	54,57	1,69	26,80	42,21	50,19	148,52	124,34
	54,96	1,40	26,85	42,19	50,31	148,78	124,78
PROMEDIO	54,75	1,49	26,84	42,18	50,05	148,86	124,11
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0
ERROR	0,74	-0,52	-0,16	-4,82	0,05	-1,15	-0,89

	Medida encontrada
Resiliencia	65 %

FIN DEL DOCUMENTO




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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-583-2022

Página: 1 de 3

Expediente : T 545-2022
Fecha de Emisión : 2022-09-20

1. Solicitante : VALDERRAMA RENGIFO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección : JR. CARMEN CABREJOS MZA. 102 LOTE. 16 - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**
Marca : OHAUS
Modelo : TA302
Número de Serie : B624622155
Alcance de Indicación : 300 g
División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g
División de Escala Real (d) : 0,01 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-09-19

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

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

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

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

3. Método de Calibración

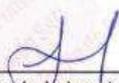
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de VALDERRAMA RENGIFO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
JR. CARMEN CABREJOS MZA. 102 LOTE. 16 - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-583-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,0	18,2
Humedad Relativa	73,3	74,3

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 299,94 g para una carga de 300,00 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	18,0			18,0		
	Carga L1= 150,000 g			Carga L2= 300,000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	149,99	0,006	-0,011	300,00	0,008	-0,003
2	149,99	0,008	-0,013	300,00	0,006	-0,001
3	149,99	0,009	-0,014	299,99	0,009	-0,014
4	149,99	0,007	-0,012	299,99	0,008	-0,013
5	149,99	0,006	-0,011	299,99	0,007	-0,012
6	149,99	0,008	-0,013	299,99	0,006	-0,011
7	149,99	0,009	-0,014	299,99	0,008	-0,013
8	149,99	0,008	-0,013	299,99	0,009	-0,014
9	149,99	0,009	-0,014	299,99	0,007	-0,012
10	149,99	0,007	-0,012	299,99	0,006	-0,011
Diferencia Máxima			0,003			0,013
Error máximo permitido	± 0,02 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

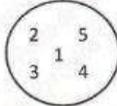
Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-583-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,100	0,10	0,007	-0,002	100,000	99,99	0,006	-0,011	-0,009
2		0,10	0,008	-0,003		99,99	0,008	-0,013	-0,010
3		0,10	0,009	-0,004		99,99	0,009	-0,014	-0,010
4		0,10	0,007	-0,002		99,99	0,007	-0,012	-0,010
5		0,10	0,006	-0,001		99,99	0,006	-0,011	-0,010

Temp. (°C) Inicial: 18,0 Final: 18,1

Error máximo permitido : ± 0,02 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,005	-0,003						
0,200	0,20	0,007	-0,002	0,001	0,20	0,006	-0,001	0,002	0,01
1,000	1,00	0,006	-0,001	0,002	1,00	0,008	-0,003	0,000	0,01
5,000	5,00	0,008	-0,003	0,000	5,00	0,009	-0,004	-0,001	0,01
20,000	20,00	0,009	-0,004	-0,001	20,00	0,007	-0,002	0,001	0,01
50,000	49,99	0,006	-0,011	-0,008	50,00	0,006	-0,001	0,002	0,01
100,000	99,99	0,009	-0,014	-0,011	100,00	0,008	-0,003	0,000	0,02
150,000	149,99	0,006	-0,011	-0,008	149,99	0,009	-0,014	-0,011	0,02
200,000	199,99	0,008	-0,013	-0,010	199,99	0,008	-0,013	-0,010	0,02
250,000	249,99	0,009	-0,014	-0,011	249,99	0,006	-0,011	-0,008	0,03
300,000	299,99	0,007	-0,012	-0,009	299,99	0,007	-0,012	-0,009	0,03

Temp. (°C) Inicial: 18,1 Final: 18,2

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$R_{\text{corregida}} = R + 6,16 \times 10^{-6} \times R$

Incertidumbre

$U_R = 2 \sqrt{4,77 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 3,44 \times 10^{-10} \times R^2}$

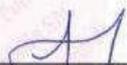
R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2963 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 545-2022
Fecha de emisión : 2022-09-20

1. Solicitante : VALDERRAMA RENGIFO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Dirección : JR. CARMEN CABREJOS MZA. 102 LOTE. 16 - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE
Tipo de Indicación : ANALÓGICO
Alcance de Indicación : 0 mm a 12,7 mm ; 0,5 pulg
División de Escala : 0,01 mm ; 0,0005 pulg
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Serie : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
19 - SETIEMBRE - 2022

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA - C - 032 - 2022	INACAL - DM

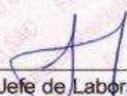
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,0	19,0
Humedad %	81	81

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2963 - 2022

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
mm	mm	mm
0,00	0,00	0,00
1,00	1,02	0,02
2,00	2,00	0,00
3,00	3,01	0,01
4,00	4,01	0,01
5,00	5,00	0,00
6,00	6,02	0,02
7,00	7,01	0,01
8,00	8,01	0,01
10,00	10,00	0,00
12,00	12,00	0,00

Alcance de error de indicación (f_e) : 0,02 mm
Incertidumbre del error de indicación : ± 3 μ m

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

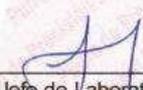
VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
mm	mm	mm
6,00	6,02	0,02
	6,02	0,02
	6,02	0,02
	6,02	0,02
	6,02	0,02

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,02 mm
Incertidumbre de medición : ± 3 μ m

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

FIN DEL DOCUMENTO




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



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JORGE RICHARD OLARTE PINARES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Ceticos, Ucayali, 2022", cuyos autores son TORRES RODRIGUEZ TEDDY JUNIOR, REATEGUI GALAN CARLOS ULISES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 19 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JORGE RICHARD OLARTE PINARES DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 12-01- 2023 22:29:52

Código documento Trilce: TRI - 0495071