



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de  
subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022

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

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Apaza Quispe, Willian Demetrio (ORCID: 0000-0001-5239-8346)

Ninaja Gomez, Willi Walter (ORCID: 0000-0002-8037-9895)

**ASESOR:**

Mg. Benavente Leon, Christhian (ORCID: 0000-0003-2416-4301)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CALLAO - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi esposa, y a mis padres a quienes amo tanto.

***Willian Demetrio Apaza Quispe***

A Dios todopoderoso, que aún nos da la oportunidad de seguir habitando este hermoso planeta.

A mi esposa Brigiett y a mis retoños, quienes creyeron en mí y me alentaron para llegar hasta aquí.

***Willi Walter Ninaja Gomez***

## **Agradecimiento**

A la Universidad César Vallejo por la oportunidad que nos brinda para contar con el título profesional.

A nuestro asesor Magíster Ing. Christian Benavente por su apoyo para realizar el presente trabajo de investigación.

***Willian Demetrio Apaza Quispe***

Agradecer a la Universidad César Vallejo por la oportunidad que me da para realizar este pequeño aporte.

***Willy Walter Ninaja Gomez***

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de figuras y gráficos.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos .....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos .....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN .....	35
VI. CONCLUSIONES .....	39
VII. RECOMENDACIONES .....	40
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS .....	47

## Índice de tablas

Tabla 1. Tamaños de partícula de acuerdo a la clase de suelo .....	9
Tabla 2. Características físicas de los lodos de concreto.....	24
Tabla 3. Características de las muestras de suelo.....	25
Tabla 4. Resultados de capacidad de soporte .....	25
Tabla 5. Test de Shapiro-Wilk para los datos de CBR al 95% de la DSM.....	26
Tabla 6. ANOVA de un factor para el CBR.....	27
Tabla 7. Comparaciones múltiples del CBR.....	27
Tabla 8. Subconjuntos homogéneos del CBR.....	28
Tabla 9. Resultados de máxima densidad seca .....	28
Tabla 10. Test de Shapiro-Wilk para los datos máxima densidad seca .....	29
Tabla 11. ANOVA de un factor para la densidad seca máxima.....	30
Tabla 12. Comparaciones múltiples de la densidad seca máxima .....	30
Tabla 13. Subconjuntos homogéneos de la densidad seca máxima.....	31
Tabla 14. Resultados del índice de plasticidad .....	31
Tabla 15. Test de Shapiro-Wilk para los datos de índice de plasticidad .....	32
Tabla 16. ANOVA de un factor para el índice de plasticidad.....	33
Tabla 17. Comparaciones múltiples del índice de plasticidad .....	33
Tabla 18. Subconjuntos homogéneos del índice de plasticidad.....	34

## Índice de figuras y gráficos

Figura 1. Residuos de lodos de concreto .....	8
Figura 2. Cuchara de Casagrande .....	9
Figura 3. Límite plástico .....	10
Figura 4. Ensayo de Proctor modificado .....	11
Figura 5. Molde de CBR.....	11
Figura 6. Estructura de un pavimento .....	12
Figura 7. Ubicación de la zona de estudio (Camino vecinal Suchis - Sucasco) 18	
Figura 8. Excavación de calicata en la zona de estudio.....	19
Figura 9. Recolección de los lodos de concreto.....	19
Figura 10. Cuarteo de la mezcla de lodos de concreto con el suelo .....	20
Figura 11. Ensayo de análisis granulométrico.....	20
Figura 12. Ensayo de límite líquido .....	21
Figura 13. Elaboración de los hilos de suelo para el límite plástico .....	21
Figura 14. Ensayo de Proctor modificado .....	22
Figura 15. Ensayo de Californian Bearing Ratio.....	22
Figura 16. Lodos de concreto.....	24
Gráfico 1. Resultados promedio del CBR al 95% de la MDS .....	26
Gráfico 2. Resultados promedio de la máxima densidad seca.....	29
Gráfico 3. Resultados promedios del índice de plasticidad .....	32

## Resumen

El presente estudio denominado “Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”, que posee como objetivo general determinar la influencia del empleo de lodos de concreto en la estabilización de la subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022. La metodología es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental y nivel explicativo. Los resultados denotaron que el suelo patrón poseía un CBR al 95% de la MDS de 4.45% y que con la adición de 10%, 20% y 30% los valores fueron de 6.07%, 8.22% y 12.02% respectivamente, respecto al índice de plasticidad el suelo patrón poseía un IP de 20.51%, sin embargo, con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto el valor de índice de plasticidad se reduce a 16.40%, 11.03% y 7.85% respectivamente. Llegando a la conclusión de que la adición de lodos de concreto si influye en la estabilización de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, debido que los valores de capacidad de soporte se incrementaron significativamente, pasando de ser categorizada como una subrasante “insuficiente” a ser categorizada como “buena” y los valores de índice de plasticidad se redujeron considerablemente.

**Palabras clave:** Lodos de concreto, estabilización, subrasante, CBR, índice de plasticidad.

## **Abstract**

The present study called "Influence of concrete sludge on the stabilization of the subgrade of the Suchis highway - Sucasco, Puno 2022", whose general objective is to determine the influence of the use of concrete sludge in the stabilization of the subgrade of the Suchis highway. - Sucasco, Puno 2022. Its methodology is applied, quantitative approach, quasi-experimental design and explanatory level. The results denoted that the standard soil had a CBR at 95% of the MDS of 4.45% and that with the addition of 10%, 20% and 30% the values were 6.07%, 8.22% and 12.02% respectively, with respect to the index of plasticity the standard soil had an IP of 20.51%, however with the replacement of 10%, 20% and 30% of concrete sludge the value of the plasticity index is reduced to 16.40%, 11.03% and 7.85% respectively. Concluding that the addition of concrete sludge does influence the subgrade stabilization of the Suchis - Sucasco highway, due to the fact that the bearing capacity values increased significantly, going from being categorized as an "inadequate" subgrade to being categorized as "good" and the plasticity index values were considerably reduced.

**Keywords:** Concrete sludge, stabilization, subgrade, CBR, plasticity index



## I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en el mundo genera una cantidad considerable de residuos. Frente a esta situación indeseable, el sector del concreto premezclado, en particular, ha invertido energía y recursos en la reutilización de sus propios desechos en su proceso productivo mientras trabaja hacia el objetivo de una construcción más sustentable (Fraile, Ferreiro y López, 2017, p. 2). Se estima que la producción de hormigón premezclado representa 350 millones de toneladas por año en la Unión Europea, y los residuos asociados con esta producción varían mucho según las prácticas de construcción locales y se estima en alrededor del 0,5-2% de la producción total. Las corrientes de residuos generadas en las plantas de hormigón premezclado también varían, según las estrategias de gestión de residuos empleadas (Anastasiou et al., 2018, p. 2).

La rentabilidad a futuro de la infraestructura vial, depende de la calidad de la subrasante del pavimento, los suelos de subrasante muchas veces no cumplen los parámetros requeridos para el diseño, por lo cual es fundamental mejorar estos materiales de característica ineficaz en materiales de aceptable calidad, mejorar estos materiales con materiales provenientes de desechos, podría ser una metodología adecuada para la estabilización de suelos al ser eficiente y requerir menos gasto que los demás estabilizadores comunes. Según el plan de undécimo año, la industria de la construcción en India es la segunda actividad económica más grande después de la agricultura. La cantidad de materiales de desecho generados anualmente por las actividades de construcción y demolición varía de 0,25 a 5,14 millones de toneladas (Paul y Cyrus, 2016, p. 1).

En México el reciclaje se considera una técnica idealista para rehusar los residuos producto de trabajos de construcción, debido a que es una manera económica y amigable de realizar trabajos de ingeniería. Los residuos provenientes por trabajos de construcción y destrucción de estructuras, donde recién se está poniendo énfasis en los desechos producidos por las plantas de concreto premezclado, los cuales pueden ser empleados para la elaboración de unidades de albañilería, producción de concreto y como estabilizante en la ingeniería de pavimentos (Cabalar et al., 2019, p. 2).

En el país el principal productor de gases de invernadero es la industria de la energía y procesos industrializados como la fabricación del cemento, unidades de albañilería, barras de acero, vidrio, etc. La producción de concreto premezclado es fundamental para el levantamientos de diversas edificaciones, sin embargo suele generar múltiples desechos los cuales no son aprovechados de forma adecuada, por lo cual es fundamental realizar estudios en el cual se pueda saber si se les puede dar un nuevo uso (Guzmán et al., 2015, p. 238).

Asimismo en Puno los caminos vecinales brindan comunicación y mantienen conectados los centros poblados con las ciudades, garantizando el movimiento económico de las mismas, por lo cual se debe garantizar que las vías funcionen de manera continua, proporcionando seguridad a los usuarios de la vía y brindando comodidad, para lo cual se deben realizar mejoramientos en los suelos de subrasante con materiales desechados, en el caso del presente estudio lodos de concreto recaudados de los botaderos que se encuentran en las salidas del distrito de Caracoto.

De acuerdo a la problemática identificada se planteó como principal problema: ¿Cómo influye los lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022?, asimismo se plantearon como problemas específicos: ¿Cómo influye el empleo de lodos de concreto para mejorar la capacidad de soporte de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022? el segundo ¿Cómo influye el empleo de lodos de concreto en la máxima densidad seca de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022?, el tercero ¿Cómo influye el empleo de lodos de concreto sobre el índice de plasticidad de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022?.

La presente tesis se justifica de forma teórica, ya que se buscó una nueva alternativa para el mejoramiento de los suelos expansivos y plásticos de subrasante haciendo uso de lodos de concreto para estabilizar sus capacidades mecánicas y físicas, asimismo se justifica de forma práctica ya que en la presente tesis se plantearon porcentajes de reemplazo de lodos de concreto, de los cuales se seleccionó el adecuado de acuerdo a los resultados conseguidos con la realización de los ensayos de mecánica de suelos y se analizaron si estos estaban dentro de los rangos mínimos establecidos por el manual de carreteras del MTC. Y por último

la presente tesis se justifica metodológicamente es que se establecieron los métodos y procedimientos para dar respuesta a la problemática planteada, donde se recaudaron los suelos de las calicatas, los lodos de concreto de los verteros, y posteriormente sometidos a ensayos de laboratorio para finalmente analizar los resultados conseguidos con los mismos para escoger la dosificación adecuada.

Este estudio estableció como objetivo general: Determinar la influencia del empleo de lodos de concreto en la estabilización de la subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022, y tiene como objetivos específicos primero determinar la influencia del empleo de lodos de concreto en la capacidad de soporte de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022, segundo establecer la influencia del empleo de lodos de concreto en a la máxima densidad seca de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022, tercero determinar la influencia de los lodos de concreto en el índice de plasticidad de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022.

Luego de haber planteado la problemática y asimismo establecido los objetivos se elaboraron las siguientes hipótesis, como hipótesis general: Los lodos de concreto estabilizan significativamente la subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022, hipótesis específicas: primero el empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la capacidad de soporte de suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco. Puno 2022, segundo el empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la densidad seca máxima del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022, tercero el empleo de lodos de concreto reduce significativamente el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de un mejor entendimiento del tema de tesis se tomaron en cuenta estudios tanto en ámbito nacional como en el ámbito internacional.

Internacionales, Ochoa (2019), en su estudio denominado “Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con RCD-concreto fino (partículas < 2mm) para aplicación en pavimentos”, cuenta con el objetivo general establecer la incidencia de los restos de construcciones y demoliciones de edificaciones, mediante la evaluación del ISC, para incrementar el valor de soporte California del suelo de fundación de un pavimento. La metodología usada el desarrollo de dicho estudio era de diseño experimental y enfoque cuantitativo. Los resultados demostraron que el terreno natural poseía un índice de plasticidad de 18.820%, sin embargo con la aplicación de restos provenientes de construcciones y demoliciones en proporciones de 20% y 40% los valores decayeron a 12.88% y 5.24% respectivamente, mientras que los valores de soporte California del suelo de fundación del pavimento se incrementaron de 1.80% a 11.60% y 21.30% consecutivamente. Llegando a la conclusión de que el CBR se incrementa considerablemente debido a la mecánica y química, a consecuencia de que las partículas de suelo interactúan con los restos originados en trabajos de construcción y demolición de contextura fina, asimismo la resistencia que brinda las gravillas, y la reducción de espacios vacíos, producto de la densificación del suelo, y la plasticidad decrece debido a la presencia puzolánica de los restos de cemento.

Anastasiou et al. (2018) en su artículo científico nombrado como “Investigación del uso de agregados de concreto reciclado provenientes de una sola planta de concreto premezclado”, realizado para la Revista Applied Sciences. El objetivo de dicha investigación es evaluar el reemplazo del 10% y 20% de lodos de concreto para el remplazo de cemento en la fabricación de mortero, asimismo usarlo como un estabilizante para el mejoramiento de un suelo. La metodología es de carácter experimental, donde se realizaron ensayos de Proctor modificado y Californian Bearing Ratio. Los valores conseguidos demostraron que los valores de densidad seca máxima se iban incrementando a medida que se incrementaba la adición de lodos de concreto (de 1.73g/cm<sup>3</sup> a 1.81g/cm<sup>3</sup>), sin embargo, los datos de contenido de humedad óptimo disminuyeron de 14% a 10.6%. La muestra donde no se

incorporó lodos de concreto obtuvo un valor de CBR de 5%, mientras que con la incorporación de 10% y 20% de lodos de concreto se obtuvieron valores de CBR de 12% y 33% consecutivamente. Concluyendo que el aumento considerable en el valor de CBR del suelo tratado con lodos de concreto implica que puede servir como un material potencial de estabilización del suelo, siempre que se analice la presencia de microcontaminantes. La mayor tasa de adición requerida en comparación con otras posibles adiciones (cal, cemento) no es una gran desventaja, ya que el lodo de concreto es un subproducto industrial de bajo valor

Noor et al. (2020) en su artículo científico de nombre “Mejora en el valor de CBR del suelo de la subbase utilizando residuos de aguanieve de hormigón (CSW)”, realizado para la Revista Journal of Advanced Industrial Technology and Application. El objetivo de dicha investigación es evaluar la idoneidad y eficacia de los residuos de lodos de concreto como material de construcción obtenido de una planta dosificadora de concreto en Durable Mix, Panchor, Muar, Johor, y se investigó como material aditivo para la subbase de carreteras. La metodología es de carácter experimental, donde se aplicaron porcentajes de lodos de concreto en 0%, 3%, 6%, 9% y 12%. Los resultados muestran que el contenido de humedad óptimo de la muestra de suelo patrón es de 13.8%, mientras que el contenido de humedad óptimo del suelo estabilizado con 3%, 6%, 9% y 12% de lodos de concreto fueron de 15.96%, 16.21%, 18.32% y 18.0%, respectivamente. Sin embargo, el valor de máxima densidad seca (MDS) de la muestra del suelo patrón es de 1.82 g/cm<sup>3</sup> mientras que para suelo estabilizado son 1.76 g/cm<sup>3</sup>, 1.78 g/cm<sup>3</sup>, 1.76 g/cm<sup>3</sup> y 1.77 g/cm<sup>3</sup>, consecutivamente. Mientras que el valor de CBR se incrementó de 9.70 % a 22.98%, 32.34%, 40.44% y 45.44% con el aumento de los porcentajes de lodos de concreto de 3%, 6%, 9% y 12%, respectivamente Concluyendo que el uso de residuos de lodos de concreto en la estabilización de suelos es una idea innovadora debido a varias razones, que incluyen la capacidad de absorber agua, la disponibilidad, el proceso de producción simple y la práctica sostenible, buena para el medio ambiente y una forma eficiente de reducir costos.

Nacionales, Aracayo y Machaca (2021) en su estudio de nombre “Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco, Huancané-2021”, que tuvo como fundamental objetivo establecer la

incidencia de la adición de residuos de pavimento rígido sobre las propiedades físicas y mecánicas del material granular de cantera para su uso como sub-base. La metodología usada fue de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. De acuerdo a los resultados el suelo patrón poseía un índice de plasticidad de 5.21%, sin embargo estos valores decayeron considerablemente con la incorporación de residuos de pavimento rígido en porcentajes de 10%, 20% y 30%, debido a que los nuevos valores de IP fueron de 4.840%, 3.920% y 3.050% respectivamente, asimismo los valores del soporte de California se incrementaron de 33.77% a 38.670 %, 51.530 % y 71.070 con la adición de 10%, 20% y 30% respectivamente. Concluyendo que el porcentaje óptimo es 70% de suelo natural y 30% de RPR, debido a que disminuyó el índice de plasticidad de 5.210% a 3.050% y el CBR al 100% de la máxima densidad seca de 33.770 % a 71.070%, influyendo de manera positiva tanto en sus propiedades físicas y mecánicas.

Torres (2021) en su tesis de pregrado de nombre “Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021”, desarrollado para la Universidad César Vallejo – Lima – Perú, el fundamental objetivo fue establecer la incidencia de la incorporación de residuos de concreto para el mejoramiento del suelo de fundación de la avenida Pacasmayo. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental, asimismo la muestra estuvo constituida por tres calicatas a lo largo de la avenida. Los resultados demostraron con la incorporación de 20% de concreto reciclado el índice de plasticidad decreció hasta 7.00%, la densidad seca máxima fue de 2.127 g/cm<sup>3</sup> y un valor de soporte California de 28.5%. Concluyendo que la inclusión de concreto reciclado en el suelo de subrasante de la avenida Pacasmayo influye de manera positiva mejorando las capacidades mecánicas y físicas del suelo de fundación.

Fernández (2018) en su tesis de pregrado denominada “Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida Malecón Checa, San Juan de Lurigancho en el 2017”, desarrollado para la Universidad César Vallejo – Lima – Perú, con el fin de optar el título de Ingeniero Civil, para lo cual su objetivo mejorar la estabilización de la subrasante de la avenida Malecón Checa con material proveniente de demoliciones. El método utilizado fue científico, de tipo aplicada,

nivel descriptivo-explicativo y diseño no experimental de corte transversal, asimismo la muestra estuvo conformada por el terreno ubicado en el sector Brisas de Campoy del distrito de San Juan de Lurigancho. Los resultados demostraron con la incorporación de 30% de concreto reciclado la densidad seca máxima fue de 2.170 g/cm<sup>3</sup> y un CBR al 95% de la MDS de 71.50%. Concluyendo que la incorporación de material de demolición (concreto reciclado) en el suelo de subrasante de la avenida Malecón Checa mejora significativamente la estabilización del suelo.

Para la comprensión y mejor entendimiento del tema de investigación se tomaron en cuenta las siguientes fundamentaciones teóricas:

Los lodos de concreto son un residuo de la construcción en forma de lechada compuesta por agua y hormigón sólido. La composición de los lodos de concreto es similar a la del hormigón fresco. El lodo de concreto es fuertemente alcalino y rico en calcio, al igual que el hormigón fresco. El componente cementoso de los lodos de hormigón, sin embargo, tiene un mayor grado de hidratación dependiendo del tiempo transcurrido desde la preparación del hormigón fresco y del contenido de agua. Se estima que alrededor del 1% al 2% del concreto fresco preparado para uso en la construcción se desecha como lodo de concreto debido a que cierta porción del concreto recién preparado no alcanza la calidad requerida para el uso práctico o porque las cantidades excesivas de concreto fresco se preparan típicamente para evitar la escasez en los sitios de construcción. El lodo de hormigón se puede reutilizar como material de vertedero después de la separación sólido/líquido (Iizuka et al., 2012, p. 6099).



*Figura 1.* Residuos de lodos de concreto, tomado de «Aprovechamiento de lodos de plantas de hormigón premezclado como sustituto de los rellenos de piedra caliza» por Audo, Mahieux y Turcry (2016, p. 791)

Se conceptualiza como suelo al elemento esencial de la naturaleza y del ámbito de la conformación de carreteras, es conocido el papel fundamental que cumple para la construcción de infraestructura vial. Todos los países tienen la colosal prueba de preservar, mantener y mejorar las vías con la finalidad de enfrentar la problemática constante de la expansión, producto del incremento de la carga vehicular. Las vías que cruzan múltiples lugares y zonas de suelo, se encuentran sujetos a diversos problemas que provocan un rendimiento bajo y encarecimiento de costos (Patel et al., 2015, p. 1091).

Para el ordenamiento, separación y clasificación de los suelos Casagrande propuso el Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS), y fue elaborado por el departamento de ingeniería del ejército de los EE.UU. Este método de clasificación de suelos es ampliamente usado en códigos, manuales y libros de construcción, este método clasifica el suelo organizándolos en grupos o subgrupos para detallar sus capacidades de manera más específica. Es primordial conocer el tipo de suelo previamente al desarrollar un diseño o la construcción de cualquier estructura, debido a que las propiedades ingenieriles del suelo como la rigidez, resistencia y permeabilidad son de acuerdo al tipo y a la composición del suelo, así como su distribución granulométrica (Kareem et al., 2019, p. 2).

Según lo que indica Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) el ensayo granulométrico se ejecuta para identificar los porcentajes de partículas de suelo que



se retienen en los diferentes tamices con distinto tamaño de abertura, este se ejecuta de acuerdo a lo indicado por el MTC E 107.

**Tabla 1.** *Tamaños de partícula de acuerdo a la clase de suelo*

Tipo de suelo	Abertura de malla
Grava	Más de 4.75mm
Arena gruesa	Entre 4.75mm y 2.00mm
Arena mediana	2.0 mm
Arena fina	Entre 0.425mm y 0.075mm
Limo	Entre 0.075mm y 0.005mm
Arcilla	Menor a 0.005 milímetros

Fuente. MTC (2013, p. 31)

Según los autores Murty, Siva y Venkata (2016, p. 572) definen al límite líquido como la proporción de agua con la que cuenta un suelo y tiende a comportarse como un líquido, los suelos presentan distinto valor de límite líquido, que cambia según sus propiedades. Con un cierto contenido de agua el suelo suele comportarse más plástico, el valor de contenido de agua que presenta un suelo cuando cuenta con una consistencia líquida y pasa comportarse como plástico se le conoce como límite plástico.



*Figura 2.* Cuchara de Casagrande, tomado de « Contribución al conocimiento de la geotecnia temprana durante el siglo XX: Arthur Casagrande », por Galindo, Lara y Guillán (2018, p. 108)

Se define como límite plástico al contenido de agua que presenta un suelo con la que es posible elaborar bastoncillos de barro de un espesor de 3 milímetros antes de fracturarse o se desmoronarse, así también el límite plástico es el porcentaje de

agua con la que cuenta un suelo para que este se transforme de plástico a tener una fluidez semisólida (Sivakumar et al., 2015, p. 54).



*Figura 3.* Límite plástico, tomado de « Estabilización de suelos con residuos industriales y cal », por Joe y Rajesh (2015, p. 799)

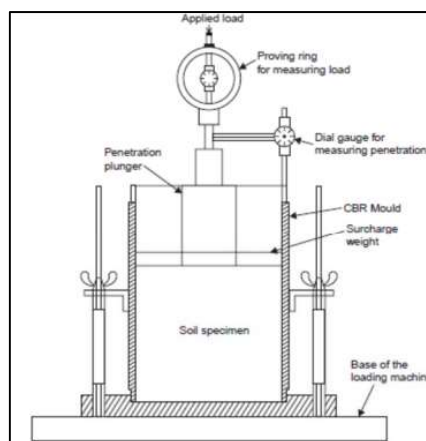
El índice de plasticidad es un valor que cuantifica la capacidad del incremento de volumen, producto de las variaciones del contenido de agua de un suelo. Aquellos suelos que presentan un índice de plasticidad mayor a 35 poseen un alto grado de expansión, sin embargo los suelos que tienen un índice de plasticidad menor a 18 son considerados como suelos que presentan una baja variación de volumen, este tipo de suelos en general son los que menos problemas causan en la elaboración de perfiles de proyectos de obras viales, el cemento es uno de los principales aditivos para hacer decrecer esta característica (Pandey y Rabbani, 2017, p. 5734).

De acuerdo a Kodikara, Islam y Sounthararajah (2018, p. 25) la compactación o densificación de suelos se desarrolla con la intención de decrecer la cantidad de espacios vacíos a través de la aplicación de una carga mecánica, lo cual produce un incremento en la rigidez del suelo y el valor de soporte, asimismo disminuye la expansión y filtración de líquidos, a consecuencia de la disminución de la cantidad de espacios vacíos, a través de la aplicación de energía mecánico producto de la compactación, en el presente la compactación de suelos destinados a la conformación de vías, es una de las principales acciones para la construcción de infraestructura vial. El ensayo de Proctor modificado fue elaborado en 1933 y produjo una revelación en las tareas de densificación y con la prueba del valor de soporte California ayudaron al campo de la conformación de carreteras.



*Figura 4.* Ensayo de Proctor modificado, tomado de «Análisis de la compactación del suelo utilizando estándares Proctor en el diseño de la construcción de carreteras», por Mahardika et al. (2021, p. 4)

De acuerdo a los autores Katte et al. (2019, p. 2) el valor de soporte California se desarrolla con la intención de cuantificar la resistencia al punzonamiento del suelo de fundación donde se apoyará la vía, y las capas de agregado granular de un pavimento, este ensayo trata de ejercer una carga hacia un émbolo de 49.6 mm de diámetro sobre una porción de suelo, con una rapidez de 1.27mm/min, este test se puede aplicar a cualquier tipo de suelo sea cohesivo o no, pero previamente debe ser calculado su óptimo contenido de humedad, esto a través del ensayo de compactación de Proctor.



*Figura 5.* Molde de CBR, tomado de «Profecía de la respuesta de la prueba de carga de la placa de la solución de la teoría de la elasticidad y la prueba CBR», por Kumar, 2017, p. 337

Según Mukherjee (2014, p. 68) la subrasante se conceptualiza como un componente fundamental de la vía que es sometida a compactación, usualmente de suelo local de origen natural, el cual suele tener un grosor de entre 200mm y

500 mm, que se encuentra en la parte inferior de la corteza del pavimento, que brinda un soporte adecuado al pavimento. El suelo de fundación se densifica en dos capas generalmente de 15 centímetros, la subrasante tanto en corte como en relleno, deben estar correctamente compactados, con la finalidad que cuente con todo el potencial de su resistencia y reducir el espesor de las capas del pavimento.



*Figura 6.* Estructura de un pavimento, conseguido de « Propiedades mecánicas de las cenizas de fondo de incineradores de residuos sólidos urbanos (MSWI) como alternativas de materiales de subrasante », por Huang et al., 2020, p. 3

El mejoramiento o estabilización de suelos es sumamente sabida como un método eficiente para el perfeccionamiento de las características del suelo, la estabilización puede realizarse a través de procesos mecánicos o químicos, el mejoramiento de suelos a través de la energía mecánica (compactación) y el mejoramiento de características del suelo mediante aditivos químicos como los cloruros de calcio o magnesio, cenizas, cal, cemento, entre otros (Zumrawi, 2015, p. 2018).

La condición de la subrasante cumple una función fundamental en el desempeño a largo plazo de un pavimento. La pérdida de funcionalidad y el desarrollo de fallas en los pavimentos de concreto a menudo se atribuyen a las malas condiciones de la subbase y la subrasante, la pérdida de soporte como resultado del desarrollo de vacíos debajo de las losas de concreto o ambos. Tras la intrusión de humedad, el suelo de la subrasante puede experimentar cambios de volumen y resistencia que, con el tiempo, reducirán su capacidad de carga y, por lo tanto, su capacidad para soportar eficazmente el pavimento (Behnood y Olek, 2020, p. 465).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación:** Aplicada

La investigación aplicada de acuerdo a Nicomedes (2018) indica que este tipo de estudio está diseñada con dar solución de solucionar problemas específicos, además de eso busca obtener información que pueda usarse para mejorar métodos y procedimientos ya existentes (p. 3).

Este estudio es de tipo aplicada debido a que se buscó dar una nueva alternativa de solución para el perfeccionamiento de las características del suelo subyacente, con la utilización de fundamentos teóricos y se detallaron los procedimientos que se emplearían para su aplicación.

##### **Diseño de investigación:** Cuasi-experimental

Los estudios con un diseño cuasi-experimental según los autores Sánchez, Reyes y Mejía (2018), son aquellas en la que hay una relación de causalidad y que cuenta con una hipótesis que debe ser contrastada, sin embargo no existe aleatoriedad de los objetos o sujetos de estudio del grupo control (p. 55).

Este estudio cuenta con un diseño cuasiexperimental, ya que se buscó analizar una relación de causalidad entre los lodos de concreto y la estabilización de subrasante, asimismo se realizó la manipulación de los porcentajes de adición de los lodos de concreto en 10%, 20% y 30% respecto al peso del suelo, y la muestra no fue escogida de forma aleatoria.

##### **Enfoque de investigación:** Cuantitativo

Otero (2018, p. 3), indica que los estudios con un corte cuantitativo, la obtención de valores es lo equivalente a hacer la medición, este enfoque de investigación considera que los saberes deben ser objetivos, y este se obtiene mediante un proceso deductivo mediante la cuantificación numérica y la hipótesis se contrasta mediante los estadísticos de tipo inferencial.

Esta tesis presenta un enfoque cuantitativo, ya que se realizó la cuantificación numérica de sus indicadores, asimismo se empleo el tipo de estadístico inferencial para la contrastación de hipótesis.

### **Nivel de investigación:** Explicativo

El nivel de estudio explicativo buscar dar respuesta al porqué de la suscitación de hechos o fenómenos a través de la relación de causalidad entre dos o más variables (Ñaupas et al., 2018, p. 133)

El nivel usado para esta investigación es explicativo, ya que se uso de fundamentaciones teóricas y procesos que tienen relación con el tema de estudio, donde se hizo el análisis de la relación de causalidad y explicó cómo incide el añadimiento de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto en el mejoramiento de las características físicas y mecánicas de la subrasante de la carretera Suchis – Sucasco.

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **Variable 1:** Lodos de concreto

**a) Definición Conceptual:** Los lodos de concreto son uno de los principales desechos de origen industrial que se producen en las plantas de hormigón premezclado. El lodo de concreto viene en dos formas. En primer lugar, proviene del hormigón devuelto de las obras de construcción debido a la sobreestimación de la cantidad de hormigón necesaria. Cuando el agregado se recicla del concreto devuelto, el agua restante contiene lodo de concreto. En segundo lugar, los lodos de hormigón se producen cuando las hormigoneras y los camiones agitadores se limpian en la planta de hormigón premezclado. El agua que contiene lodo de concreto de cualquiera de las fuentes contiene principalmente arena fina, hidratos de cemento y un poco de cemento (Keppert et al., 2021).

**b) Definición Operacional:** Los lodos de concreto necesitan de un procedimiento para el control de su calidad, para lo cual se necesita saber sus propiedades de este (granulometría), y con los resultados de sus propiedades es necesario estudiar y conocer el porcentaje en el que se le puede adicionar para la estabilización de las subrasantes de las vías.

- c) **Dimensiones:** Proporciones de adición de lodos de concreto
- d) **Indicadores:** Adición en 10%, 20% y 30% de lodos de concreto
- e) **Instrumento:** Ficha de observación
- f) **Escala de Medición:** Razón

**Variable 2:** Estabilización de subrasante

- a) **Definición Conceptual:** La estabilización del suelo es el método por el cual se puede mejorar la resistencia y la durabilidad del suelo. Este proceso es de dos tipos: estabilización mecánica y estabilización química. En la estabilización mecánica, la propiedad mecánica del suelo se mejora al cambiar la orientación de las partículas del suelo por medio de vibración, compactación, etc. Por otro lado, la propiedad química del suelo se mejora al provocar cambios fisicoquímicos en el suelo. partículas mediante la adición de ciertas mezclas químicas en la estabilización química. La mezcla cambia las propiedades microestructurales y mineralógicas del suelo. (Serrano y Padilla, 2019, p. 3).
- b) **Definición Operacional:** El mejoramiento de los suelos mediante la estabilización del suelo de subrasante se da con la aplicación de aditivos de diferentes tipos con la finalidad de mejorar sus características físicas y mecánicas, los cuales se miden con la aplicación de diferentes ensayos de laboratorio los cuales nos permiten conocer su tamaño (granulometría), su consistencia (límites de Atterberg), capacidad de soporte (CBR) y su densificación (Proctor modificado)
- c) **Dimensiones:** Índice de plasticidad, densidad seca máxima y capacidad de soporte.
- d) **Indicadores:** Límite líquido, límite plástico, peso unitario máximo, contenido de humedad óptima, CBR al 95% de la MDS.
- e) **Instrumento:** Fichas de observación de los ensayos de laboratorio
- f) **Escala de Medición:** Razón

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Se conoce como población al conglomerado global, donde se realizará la investigación (Arias, Villasís y Miranda, 2016, p. 201).

Para el desarrollo de esta tesis la población estuvo constituida por el total de la carretera Suchis – Sucasco.

#### **Criterios de inclusión**

De acuerdo a lo indicado por Otzen y Manterola (2017, p. 227) los criterios de inclusión son aquellas características que demarcan a la población o muestra, tomando en cuenta sus capacidades, características y cualidades de la población sometida a estudio. En este estudio solo se analizó desde la progresiva Km 1+000 hasta la progresiva Km 4+000, debido a que es el tramo donde más fallas se presentaron.

#### **Criterios de exclusión**

De acuerdo a lo indicado por Otzen y Manterola (2017, p. 227) los criterios de exclusión, son las limitantes que no se toman en cuenta para demarcar la población, obviando parámetros, capacidades y características de la población o muestra sometidas a estudio.

En este estudio se realizó la exclusión de todos los tramos diferentes al comprendido entre las abscisas Km 1+000 al Km 4+000.

#### **Muestra**

Para Robles (2019, p. 245), se conceptualiza como muestra al área que se demarco o escoge para el estudio, ya que se considera como representativa de la población.

Para este estudio la muestra que se tomó fue de 03 calicatas que se encontraban entre las abscisas Km 1+000 al Km 4+000 del camino vecinal Suches-Sucasco.



## **Muestreo**

De acuerdo con Otzen y Manterola (2017), menciona que el muestreo no probabilístico por conveniencia, facilita a establecer los sujetos u objetos de estudio que sean cercanos y próximos al investigador.

En este estudio se realizó el muestreo por conveniencia y no probabilística, ya que la muestra fue escogida según el criterio de los investigadores y por su conveniencia.

## **Unidad de análisis**

Las unidades de análisis vienen a ser los sujetos u objetos que serán evaluados y medidos, que sirve como fundamento y base para el estudio (Picón y Melian, 2014).

Para este estudio la unidad de análisis estuvo constituida por el suelo (de subrasante) del camino vecinal Suchis - Sucasco.

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

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

De acuerdo a Luz, Mendoza y Avila (2020, p. 52) la técnica de observación directa consiste en ver y detallar el fenómeno, obtener la información y hacer el registro de los datos para luego analizarlas. Esta técnica es un componente primordial de todo procedimiento de estudio, el investigador se apoya en esta técnica para conseguir la mayor cantidad de datos.

Para la ejecución de la presente tesis se utilizó la técnica de observación directa ya que mediante los ensayos de laboratorio se observó la influencia de la aplicación de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante del camino vecinal Suchis – Sucasco, así como las características de tamaño y consistencia de los lodos de concreto.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Se conocen como instrumentos de investigación como el conjunto de elementos que requiere o elabora el investigador, con el objetivo de realizar la recaudación de datos, ayudando a la cuantificación de los mismos (Luz, Mendoza y Avila, 2020, p. 52).

En esta investigación se utilizó fichas de observación de los test de mecánica de suelos, esto con la intención de realizar la recaudación de valores de índice de plasticidad, granulometría, compactación y el valor de soporte californiana.

### **Validez**

Se conoce como validez al proceso con el cual el investigador valida el contenido de los instrumentos este puede ser realizado mediante un juicio de expertos. Los expertos son personas con conocimientos y experiencia sobre un tema, sistema o campo específico. La identificación de expertos es una parte crítica en el proceso de juicio de expertos (Skjong y Wentworth, 2014, p. 537).

En esta tesis la validación de los instrumentos empleados se realizó el juicio de expertos, el cual se encuentra anexado al presente estudio.

### **3.5. Procedimientos**

Dentro de este acápite se muestran todos los procedimientos que se efectuaron para cumplir los objetivos planteados para esta investigación, este se dio en dos etapas los cuales se presentan a continuación.

#### **Etapa de campo:**

En esta primera etapa, se realizó la visita a la vía que fue estudiada la que se encuentra dentro de la progresivas Km 1+000 y Km 4+000 de la carretera Suchis – Sucasco.



*Figura 7. Ubicación de la zona de estudio (Camino vecinal Suchis - Sucasco)*

Fuente: Google Earth (2022)

Luego se desarrolló la excavación de tres calicatas para el conseguimiento de las muestras de suelo las cuales poseían una profundidad de 150.0 cm desde el nivel de subrasante, tal como se encuentra contemplado en el manual de carreteras del MTC.



*Figura 8.* Excavación de calicata en la zona de estudio

Fuente: Toma propia

Una vez que se contó con el material se procedió a embolsar el material para posteriormente ser trasladado al laboratorio de ensayo de materiales, establecimiento donde se desarrollaron los ensayos de suelos, asimismo se realizó la recolección del estabilizante del distrito de Caracoto donde se cuidó que el lodo de concreto no posea un material ajeno que pueda alterar sus propiedades, el cual fue debidamente almacenado para ser llevado al laboratorio.



*Figura 9.* Recolección de los lodos de concreto de afueras del Distrito de Caracoto

Fuente: Toma propia

### **Etapa de laboratorio:**

Una vez que se obtuvo los materiales de suelo y lodos de concreto necesarios se procedió a realizar las dosificaciones de lodos de concreto de acuerdo al peso del suelo de subrasante, para posteriormente realizar el cuarteo correspondiente para garantizar la aleatoriedad de la mezcla.



*Figura 10.* Cuarteo de la mezcla de lodos de concreto con el suelo

Fuente: Toma propia

Para la caracterización del tamaño de las partículas se desarrolló el ensayo de granulometría donde se tamizó las muestras desde el tamiz de mayor abertura hasta el menor, donde se anotaron los valores de porcentaje retenido en cada uno de los tamices para la gráfica de la curva granulométrica este ensayo se realizó de acuerdo a lo estipulado por la norma ASTM D422.



*Figura 11.* Ensayo de análisis granulométrico

Fuente: Toma propia

Para la realización del test de límite líquido se cogió una muestra de suelo de 20 gramos, al cual se le adicionó agua para formar una masa, el cual fue colocado sobre la taza de Casagrande donde con un acanalador se realizó una abertura, y posterior a esto se procedió a golpear la taza a una velocidad entre 1.9 y 2.1 golpes/segundo hasta cerrar la abertura, este ensayo junto con el límite plástico fue realizado de acuerdo a la norma ASTM D438.



*Figura 12.* Test de límite líquido

Fuente: Toma propia

Mientras que para conseguir los valores de límite plástico se elaboraron bastones de barro de 1/8" de diámetro hasta antes de evitar que estos se desmoronen, donde posteriormente fue trasladado al horno para calcular su contenido de humedad.



*Figura 13.* Elaboración de los hilos de suelo para el límite plástico

Fuente: Toma propia

En cuanto para la compactación de las muestras se hizo el test del Proctor modificado, donde se hizo el pesaje del suelo que se empleó, hasta conseguir 2.5 kilogramos, posterior a esto se seleccionó el método de compactación que iba a ser

usado, la selección de la muestra se hizo de acuerdo a la distribución granulométrica del suelo, luego de esto se humectaron las muestras con distintas proporciones de agua, posterior a esto se separaron en 5 partes, cada parte fue vertida sobre un molde al cual se le compactaron con un total de 56 golpes, una vez culminado este proceso se quitó el collarín y se procedió a quitar el exceso de suelo enrazando el molde, este se pesó para posteriormente extraer la muestra de la parte del medio para calcular su contenido de humedad.



*Figura 14.* Prueba de compactación (Proctor modificado)

Fuente: Toma propia

Para el ensayo de CBR se compactó la muestra de suelo con 12, 25 y 56 golpes, para luego ser saturados durante un periodo de 96 horas, después de pasado los cuatro días se extrajeron los especímenes y se dejaron escurrir durante 15 minutos para finalmente ser colocados en la prensa CBR donde se aplicaron cargas a una determinada velocidad.



*Figura 15.* Ensayo de Californian Bearing Ratio

Fuente: Toma propia

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

Para la realización de la contrastación de hipótesis, es posible desarrollar el estadístico inferencial, los valores se analizan partiendo de una muestra para realizar las inferencias de lo específico a lo general. La finalidad es dar respuesta o contrastar las hipótesis, se conoce como hipótesis a la posible respuesta a la pregunta planteada frente a un fenómeno, la prueba estadística son los procesos para tener una toma de decisión racional, sobre la realidad del fenómeno observado (Ali y Bhaskar, 2016, p. 665).

En el presente estudio se utilizó la estadística inferencial, donde en primer lugar se verificó la normalidad de los datos y de acuerdo a la cantidad de grupos y a su distribución se escogió el tipo de prueba estadística.

### **3.7. Aspectos éticos**

Este estudio se elaboró conforme a lo estipulado y contemplado por la Resolución de Consejo Universitario de la Universidad César Vallejo N° 0126 – 2017/UCV, es decir se cumplieron la totalidad de lineamientos estipulados como son: Competitividad profesional, rigor científico, honestidad, entre otros. También este estudio fue sometido al programa antiplagio Turnitin y se respetó la autoría de los investigadores citados, los cuales fueron adecuadamente referenciados según lo establecido por la norma ISO – 690.

## IV. RESULTADOS

En este capítulo se detallaron los valores obtenidos mediante el desarrollo de los ensayos de mecánica de suelos, tanto la caracterización física de los lodos de concreto, los valores de plasticidad, peso unitario seco máximo, contenido de agua óptimo y el valor de soporte California; tanto del terreno natural como del suelo estabilizado con 10%, 20% y 30% de lodos de concreto.

### Lodos de concreto

Para lo cual primero se caracterizaron algunas propiedades físicas de los lodos de concreto, como se detalla en la tabla número 2 los lodos de concreto no presentan plasticidad, asimismo se encontró un tamaño máximo de partícula de 25.4 mm, siendo clasificado según SUCS como una arena bien graduada con presencia de limos (SW-SM).

**Tabla 2.** Características físicas de los lodos de concreto

Característica	Valor
Límite líquido (%)	NP
Límite plástico (%)	NP
Índice de plasticidad (%)	NP
Tamaño máximo (mm)	25.4
Coefficiente de curvatura	1.45
Coefficiente de uniformidad	85.00
Clasificación SUCS	SW-SM

Fuente. Elaboración propia



*Figura 16.* Lodos de concreto

Fuente: Toma propia



## Caracterización del suelo natural

Como se observa en la tabla N° 3 los suelos extraídos de las calicatas C-1, C-2 y C-3 ubicados en las abscisas Km 1+500, Km 2+500 y Km 3+500 respectivamente son clasificado de acuerdo a SUCS como limos de alta plasticidad (MH).

**Tabla 3.** Características de las muestras de suelo

Características	C-1 (Km 1+500)	C-2 (Km 2+500)	C-3 (Km 3+500)
Límite líquido	57.92	60.25	55.16
Límite plástico	38.28	38.97	34.55
Índice de plasticidad	19.64	21.28	20.61
Clasificación SUCS	MH	MH	MH

Fuente. Elaboración propia

## Capacidad de soporte

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla N° 4 y en el gráfico N° 1, el CBR promedio al 95% de la máxima densidad seca del suelo patrón es de 4.45%, sin embargo, con la adición de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto se incrementa a 6.07%, 8.22% y 12.02% respectivamente, resaltando la incorporación de 30% de lodos de concreto debido a que incrementó el CBR al 95% de la MDS en un 170.11%.

**Tabla 4.** Resultados de capacidad de soporte

Calicata	CBR al 95% de la MDS			
	SP (%)	90%SP+10% LC (%)	80%SP+20% LC (%)	70%SP+30 LC (%)
C-1	4.58	6.08	8.60	12.14
C-2	4.32	6.10	8.01	12.33
C-3	4.45	6.04	8.05	11.59
<b>Promedio</b>	<b>4.45</b>	<b>6.07</b>	<b>8.22</b>	<b>12.02</b>

Fuente. Elaboración propia

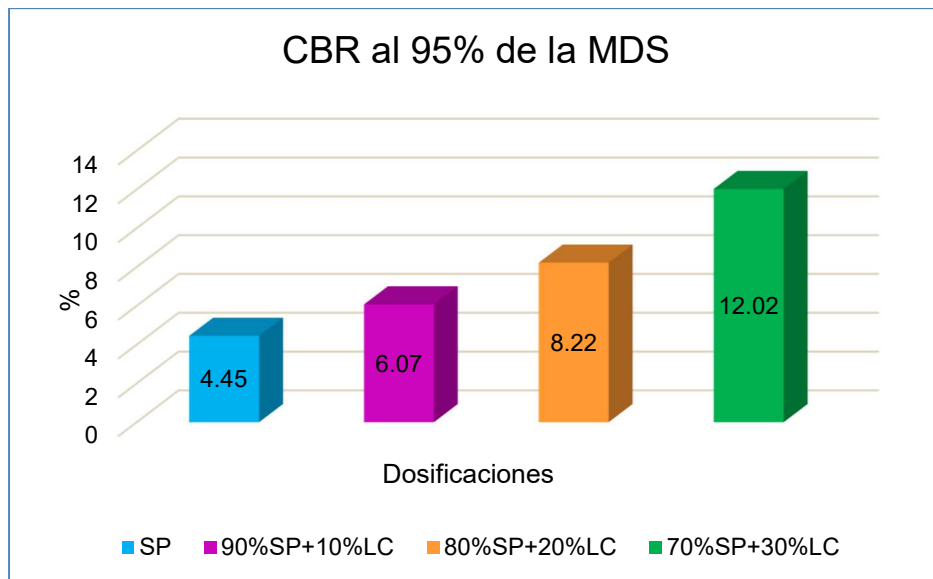


Gráfico 1. Resultados promedio del CBR al 95% de la MDS

Fuente: Elaboración propia

### Prueba de hipótesis

Para la selección del tipo de contraste estadístico que se iba a emplear, se analizaron si los datos de capacidad de soporte si contaban con una normalidad de datos, el análisis fue desarrollado el test de Shapiro-Wilk ya que la cantidad de datos de CBR era menor a los 50 datos.

Tabla 5. Test de Shapiro-Wilk para los datos de CBR al 95% de la DSM

Pruebas de normalidad				
Dosificación	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
SP	1.000	3	1.000	
CBR	90%SP+10%LC	.964	3	.637
	80%SP+20%LC	.801	3	.116
	70%SP+30%LC	.927	3	.477

Fuente. SPSS 21

Como se detalla en la tabla anterior los datos de valor de soporte California cuentan distribución gaussiana, por lo que se hizo de una prueba paramétrica, para este estudio el análisis de varianza también nombrada como ANOVA.

Si el valor de “p” es mayor a 0.05 ( $\alpha$ ) se toma como verdadera **hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**: El empleo de lodos de concreto no incrementa significativamente la capacidad de soporte del suelo de subrasante del camino vecinal Suchis – Sucasco, Puno 2022.

Si el valor de “p” es menor a 0.05 ( $\alpha$ ) se toma como verdadera la **hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)**: El empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la capacidad de soporte del suelo de subrasante del camino vecinal Suchis – Sucasco, Puno 2022.

**Tabla 6.** ANOVA de un factor para el CBR

ANOVA de un factor					
CBR al 95% de la MDS					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	96.423	3	32.141	468.813	0.000
Intra-grupos	0.548	8	0.069		
Total	96.971	11			

Fuente. SPSS 21

Tal como se describe en la tabla anterior el valor de “p” es de 0.000 que es inferior a 0.05, por lo cual se toma como verdadera la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>) que indica que el empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la capacidad de soporte del suelo de subrasante del camino vecinal Suchis – Sucasco, Puno 2022.

Para las comparaciones múltiples se realizó la prueba post-hoc de HSD de Tukey, con la finalidad de determinar cuál de las dosificaciones era la que más influía en el valor de soporte California.

**Tabla 7.** Comparaciones múltiples del CBR

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CBR						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SP	90%SP+10%LC	-1.62333*	.21379	.000	-2.3080	-.9387
	80%SP+20%LC	-3.77000*	.21379	.000	-4.4546	-3.0854
	70%SP+30%LC	-7.57000*	.21379	.000	-8.2546	-6.8854

Fuente. SPSS 21

**Tabla 8. Subconjuntos homogéneos del CBR**

CBR					
HSD de Tukey <sup>a</sup>					
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
SP	3	4.4500			
90%SP+10%LC	3		6.0733		
80%SP+20%LC	3			8.2200	
70%SP+30%LC	3				12.0200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se detallan las medias de los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Emplea la cantidad muestral de la media armónica = 3

Fuente. SPPS 21

Como se visualiza en la tabla 8, los valores de las medias aritméticas se encuentran localizadas en diferentes columnas, lo que indica que todas las dosificaciones de lodos de concreto influyen significativamente en el valor de soporte California del suelo de subrasante, resaltado la mezcla de 70%SP+30%LC que es la que más incrementa el CBR.

### Máxima densidad seca

De acuerdo a los valores descritos en la tabla N° 9 y en el gráfico N° 2, la máxima densidad seca del suelo patrón es de 1.58 g/cm<sup>3</sup>, sin embargo, con la adición de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto se incrementa a 1.62 g/cm<sup>3</sup>, 1.66 g/cm<sup>3</sup> y 1.69g/cm<sup>3</sup> respectivamente, resaltando la incorporación de 30% de lodos de concreto, debido a que incrementó la máxima densidad seca en un 6.96%.

**Tabla 9. Resultados de máxima densidad seca**

Calicata	Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )			
	SP	90%SP+10% LC	80%SP+20% LC	70%SP+30 LC
C-1	1.58	1.62	1.65	1.68
C-2	1.61	1.65	1.68	1.71
C-3	1.56	1.60	1.64	1.67
<b>Promedio</b>	<b>1.58</b>	<b>1.62</b>	<b>1.66</b>	<b>1.69</b>

Fuente. Elaboración propia

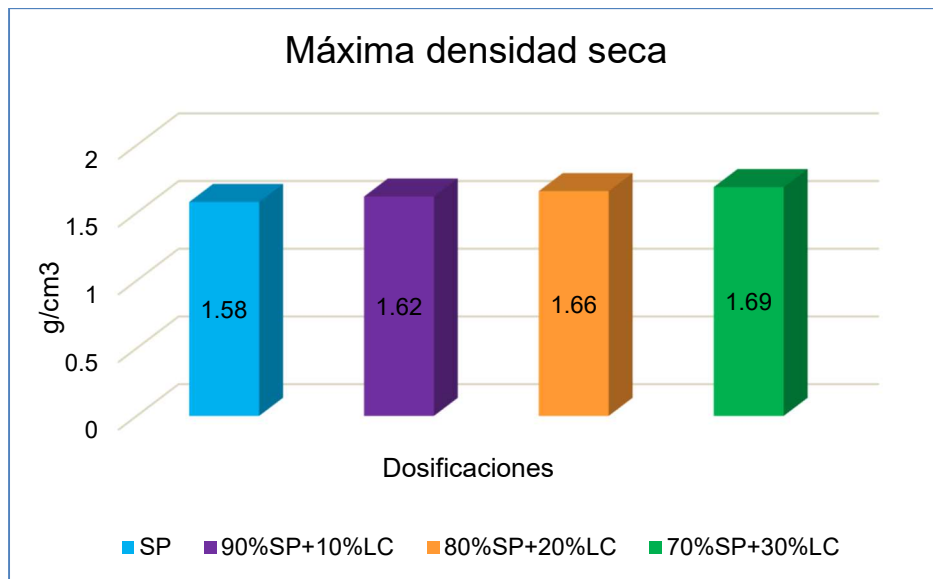


Gráfico 2. Resultados promedio de la máxima densidad seca

Fuente: Elaboración propia

### Prueba de hipótesis

Para la selección del tipo de contraste estadística que se iba a emplear, se analizaron si los valores de máxima densidad seca poseían una normalidad de datos, el análisis fue desarrollado con el test de Shapiro-Wilk ya que la cantidad de datos de máxima densidad fue menor a cincuenta.

Tabla 10. Test de Shapiro-Wilk para los datos máxima densidad seca

Pruebas de normalidad				
Dosificación	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	Gl	Sig.	
SP	.987	3	.780	
DSM	90%SP+10%LC	.987	3	.780
	80%SP+20%LC	.923	3	.463
	70%SP+30%LC	.923	3	.463

Fuente. SPSS 21

Como se detalla en la tabla anterior los datos de máxima densidad seca cuentan con una normalidad de datos, por tanto se hizo uso de una prueba paramétrica, para este estudio el análisis de varianza también nombrada como ANOVA.

Si el valor de “p” es mayor a 0.05 ( $\alpha$ ) se toma como verdadera la **hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**: El empleo de lodos de concreto no incrementa significativamente la máxima

densidad seca del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022.

Si el valor de “p” es menor a 0.05 ( $\alpha$ ) se toma como verdadera la **hipótesis alterna ( $H_1$ )**: El empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la máxima densidad seca del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022.

**Tabla 11.** ANOVA de un factor para la densidad seca máxima

ANOVA de un factor					
DSM					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.018	3	.006	11.099	.003
Intra-grupos	.004	8	.001		
Total	.022	11			

Fuente. SPSS 21

Tal como se describe en la tabla anterior el “p-valor” fue de 0.003 que es inferior 0.05, por tanto se aceptó la hipótesis alterna ( $H_1$ ) que indica que el empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la máxima densidad seca del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022.

Para las comparaciones múltiples se realizó la prueba post-hoc de HSD de Tukey, con la finalidad de determinar cuál de las dosificaciones era la que más influía en la densidad seca máxima de la subrasante.

**Tabla 12.** Comparaciones múltiples de la densidad seca máxima

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DSM						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	90%SP+10%LC	-.04000	.01886	.225	-.1004	.0204
SP	80%SP+20%LC	-.07333*	.01886	.019	-.1337	-.0129
	70%SP+30%LC	-.10333*	.01886	.003	-.1637	-.0429

Fuente. SPSS 21

**Tabla 13. Subconjuntos homogéneos de la densidad seca máxima**

DSM				
HSD de Tukey <sup>a</sup>				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SP	3	1.5833		
90%SP+10%LC	3	1.6233	1.6233	
80%SP+20%LC	3		1.6567	1.6567
70%SP+30%LC	3			1.6867
Sig.		.225	.353	.434

Se detallan las medias de los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Emplea la cantidad muestral de la media armónica = 3

Fuente. SPSS 21

Como se visualiza en la tabla 13, los valores promedios de las mezclas de 80%SP+20%LC y 70%SP+30%LC se encuentran localizadas en distinta columna respecto al suelo patrón, lo que indica que estas dosificaciones de lodos de concreto influyen significativamente en la densidad seca máxima del suelo de subrasante, resaltando la mezcla de 70%SP+30%LC que es la que más incrementa la densidad.

### Índice de plasticidad

Según los valores presentados en la tabla N° 14 y en gráfico N° 3, el valor de índice de plasticidad del suelo patrón es de 20.51%, sin embargo, con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto el valor de índice de plasticidad se reduce a 16.40%, 11.03% y 7.85% respectivamente, resaltando la incorporación de 30% de lodos de concreto, ya que el índice de plasticidad disminuyó en un 61.72%.

**Tabla 14. Resultados del índice de plasticidad**

Calicata	Índice de plasticidad			
	SP (%)	90%SP+10% LC (%)	80%SP+20% LC (%)	70%SP+30 LC (%)
C-1	19.64	15.43	10.95	7.41
C-2	21.28	18.58	10.92	8.00
C-3	20.61	15.18	11.22	8.13
<b>Promedio</b>	<b>20.51</b>	<b>16.40</b>	<b>11.03</b>	<b>7.85</b>

Fuente. Elaboración propia

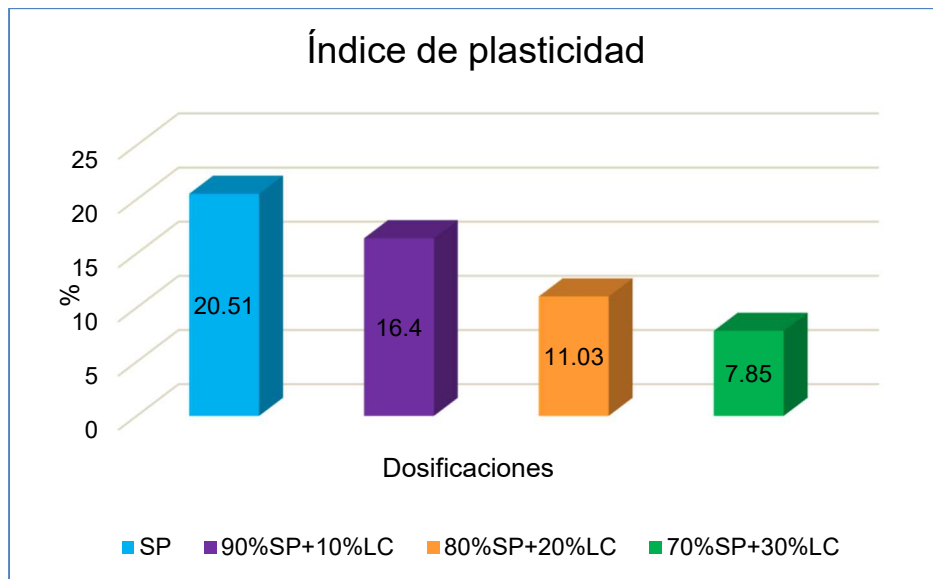


Gráfico 3. Resultados promedios del índice de plasticidad

Fuente: Toma propia

### Prueba de hipótesis

Para la selección del tipo de contraste estadístico que se iba a emplear, se analizaron si los valores de índice de plasticidad poseían una distribución gaussiana, el análisis fue desarrollado con el test de Shapiro-Wilk debido a que el número de valores de índice de plasticidad fue menor a cincuenta.

Tabla 15. Test de Shapiro-Wilk para los datos de índice de plasticidad

Pruebas de normalidad				
Dosificación	Shapiro-Wilk			Sig.
	Estadístico	gl	Sig.	
SP	.989	3	.799	
IP	90%SP+10%LC	.805	3	.126
	80%SP+20%LC	.824	3	.174
	70%SP+30%LC	.880	3	.325

Fuente. SPSS 21

Como se describe en la tabla N° 15 los valores de índice de plasticidad cuentan con una normalidad de datos, por lo que se hizo de una prueba paramétrica, para este estudio el análisis de varianza también nombrada como ANOVA.

Si el valor de “p” es mayor a 0.05 ( $\alpha$ ) se toma como verdadera la **hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**: El empleo de lodos de concreto no reduce significativamente el índice de



plasticidad del suelo de subrasante del camino vecinal Suchis - Sucasco, Puno 2022.

Si el valor de “p” es menor a 0.05 ( $\alpha$ ) se toma como verdadera la **hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)**: El empleo de lodos de concreto reduce significativamente el índice de plasticidad del suelo de subrasante del camino vecinal Suchis - Sucasco, Puno 2022.

**Tabla 16.** ANOVA de un factor para el índice de plasticidad

ANOVA de un factor					
IP					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	284.390	3	94.797	85.301	.000
Intra-grupos	8.891	8	1.111		
Total	293.281	11			

Fuente. SPSS 21

Tal como se describe en la tabla anterior el valor de “p” es de 0.000 que es inferior a 0.05, por tanto se toma como verdadera la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>) que establece que el empleo de lodos de concreto reduce significativamente el índice de plasticidad del suelo de subrasante del camino vecinal Suchis - Sucasco, Puno 2022.

Para las comparaciones múltiples se realizó la prueba post-hoc de HSD de Tukey, con la finalidad de determinar cuál de las dosificaciones era la que más influía en el índice de plasticidad del suelo de subrasante del camino vecinal.

**Tabla 17.** Comparaciones múltiples del índice de plasticidad

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: IP						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SP	90%SP+10%LC	4.11333*	.86074	.006	1.3569	6.8697
	80%SP+20%LC	9.48000*	.86074	.000	6.7236	12.2364
	70%SP+30%LC	12.66333*	.86074	.000	9.9069	15.4197

Fuente. SPSS 21

**Tabla 18. Subconjuntos homogéneos del índice de plasticidad**

IP					
HSD de Tukey <sup>a</sup>					
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
70%SP+30%LC	3	7.8467			
80%SP+20%LC	3		11.0300		
90%SP+10%LC	3			16.3967	
SP	3				20.5100
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se detallan las medias de los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Emplea la cantidad muestral de la media armónica = 3

Fuente. SPPS 21

Como se visualiza en la tabla 19, los valores de las medias aritméticas se encuentran localizadas en diferentes columnas, lo que indica que todas las dosificaciones de lodos de concreto influyen significativamente en índice de plasticidad del suelo de subrasante, resaltado la mezcla de 70%SP+30%LC que es la que más disminuye el índice de plasticidad.

## V. DISCUSIÓN

**Discusión 1:** En el estudio de Anastasiou et al. (2018), quienes adicionaron lodos de concreto tamizado mediante el tamiz N° 200 se obtuvo un valor de capacidad de soporte del suelo patrón de 5%, mientras que con la adición de 10% y 20% de lodos de concreto los valores de CBR fueron de 12% y 33% respectivamente, mostrando una tendencia de incremento.

Asimismo, en el estudio de Quispe (2020) quien adicionó residuos de concreto (RC) pasante del tamiz  $\frac{3}{4}$ " proveniente de elementos estructuras (vigas y columnas), obtuvo un valor de capacidad del suelo patrón (SP) de 5.82%, sin embargo al realizar la mezcla de 90%SP+10%RC y 80%SP+20%RC, los valores de CBR al 95% de la máxima densidad fueron de 10.60% y 15.85% respectivamente.

Los valores de ambos estudios son similares a los presentados en esta investigación, que de acuerdo a los resultados conseguidos mediante el ensayo de Californian Bearing Ratio se pudo determinar que, si existe una influencia significativa en la capacidad de soporte debido a que se obtuvo un valor de CBR al 95% de la MDS del suelo natural de 4.45%, sin embargo con la adición de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto los valores de capacidad de soporte fueron de 6.07%, 8.22% y 12.02% respectivamente.

La discrepancia con los resultados obtenidos por Anastasiou et al. (2018) se debería a que el primer estudio se usaron lodos de concreto pasante del tamiz N° 200, mientras que en el presente estudio se encontró un tamaño máximo de partículas de 25.4mm poseyendo una distribución granulométrica similar al estudio de Quispe (2020).

El suelo de subrasante estabilizado con 30% de lodos de concreto es viable para la conformación de subrasantes debido a que de acuerdo a los estipulado por el Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos, los valores de CBR al 95% de la MDS que son mayores a 10% son categorizados como subrasantes "buenas".

La metodología empleada para el análisis de la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco con y sin la incorporación de los lodos de concreto, fue adecuada debido a que con el análisis de los valores obtenidos del

ensayo de Californian Bearing Ratio y la comparación de resultados de CBR al 95% de la MDS se alcanzó el objetivo específico 1 planteado.

**Discusión 2:** En la investigación de Noor et al. (2020), que adicionando lodos de concreto pasante de la malla de abertura de 0.475mm obtuvieron un valor de densidad seca máxima del suelo natural de 1.58 g/cm<sup>3</sup>, mientras que con la adición de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto los valores de densidad seca fueron de 1.59 g/cm<sup>3</sup>, 1.61 g/cm<sup>3</sup> y 1.63g/cm<sup>3</sup> respectivamente poseyendo una tendencia de incremento.

Asimismo, en el estudio de Anastasiou et al. (2018), que adicionando lodos de concreto pasante de la malla N° 200 obtuvieron un valor de densidad seca máxima del suelo natural de 1.73 g/cm<sup>3</sup>, sin embargo con la adición de 10% y 20% de lodos de concreto los valores de densidad seca fueron de 1.78 g/cm<sup>3</sup> y 1.81 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, poseyendo una tendencia de incremento.

Las variaciones de ambos estudios son similares a los presentados en esta investigación, que de acuerdo a los resultados conseguidos mediante el ensayo de Proctor modificado se pudo determinar que, no existe una variación significativa en la densidad seca máxima debido a que se obtuvo un valor de densidad seca máxima del suelo natural de 1.58 g/cm<sup>3</sup>, sin embargo con la adición de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto los valores de máxima densidad seca fueron de 1.62 g/cm<sup>3</sup>, 1.66 g/cm<sup>3</sup> y 1.69 g/cm<sup>3</sup> respectivamente.

La diferencia en los resultados obtenidos en este estudio con los antecedentes se debería a la diferencia de la distribución granulométrica de los lodos de concreto debido a que en el estudio de Anastasiou et al. (2018) se usó lodos de concreto pasante del tamiz #200 y en el estudio de Noor et al. (2020) pasante de la malla de 0.475mm, mientras que el presente estudio se encontró un tamaño máximo de partículas de 25.4mm. Asimismo la dosificación de los lodos de concreto se realizaron en diferentes tipos de suelo.

La metodología empleada para el análisis de la densidad seca máxima del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco con y sin la incorporación de los lodos de concreto, fue adecuada debido a que con el análisis de los valores

obtenidos del ensayo de Proctor modificado y la comparación de resultados de densidad seca máxima se alcanzó el objetivo específico 2 planteado.

**Discusión 3:** En la investigación de Torres (2021), quien adicionó concreto reciclado para el mejoramiento del suelo de una subrasante, obtuvo un valor de índice de plasticidad de 13%, mientras que con la adición de 10%, 20% y 30% de concreto reciclado obtuvo valores de índice de plasticidad de 11%, 9% y 7% respectivamente.

Asimismo en el estudio de Aracayo y Machaca (2021) quienes adicionaron residuos de pavimento rígido (RPR) a un suelo granular de cantera en dosificaciones de 90%SN + 10%RPR, 80%SN+20%RPR y 70%SN+30%RPR; obtuvieron un índice de plasticidad de 5.210%, mientras que con las incorporaciones de 10%, 20% y 30% de residuos de pavimento rígido consiguieron valores de índice de plasticidad 4.840%, 3.920% y 3.050% respectivamente.

Estos valores son similares a los de este estudio, que de acuerdo a los resultados conseguidos mediante el ensayo de límite líquido y límite plástico se pudo determinar que los lodos de concreto si influyen sobre el índice de plasticidad del suelo de subrasante, debido a que se obtuvo un valor de índice de plasticidad del suelo natural de 20.51%, sin embargo con la adición de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto los valores de índice de plasticidad fueron de 16.40%, 11.03% y 7.85% respectivamente.

Cabe resaltar que en el estudio de Torres (2021) se empleó un material de similar características a los lodos de concreto pero con menor cantidad de partículas finas, mientras que en el presente estudio se hizo uso de los lodos de concreto es su estado como se encontró en el vertedero sin ningún tratamiento previo. La disminución de los valores de índice de plasticidad se debería a la presencia de restos de puzolana y arena los cuales no presentan cohesión ni plasticidad.

Los suelos estabilizados con 30% de lodos de concreto son viables para la conformación de subrasantes debido a que de acuerdo a los estipulado por el Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos, los suelos con un valor de índice de plasticidad comprendido entre 7 y 20 son considerados como suelos con una plasticidad “media”.

La metodología empleada para el análisis del índice de plasticidad del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco con y sin la incorporación de los lodos de concreto, fue adecuada debido a que con el análisis de los valores obtenidos del ensayo de límite líquido y límite plástico y la comparación de resultados de índice de plasticidad se alcanzó el objetivo específico 3 planteado.

**Discusión general:** De acuerdo a lo detallado en las discusiones específicas se determinó que la adición de lodos de concreto si influye sobre la estabilización de subrasante de la carretera Sucasco – Suches, debido a que se incrementaron los valores de CBR y se redujeron los valores de índice de plasticidad, donde resaltó la aplicación de 30% de lodos de concreto que logró incrementar la capacidad de soporte al 95% de la máxima densidad seca de 4.45% a 12.02% y reducir la plasticidad de 20.51% a 7.85%.

De acuerdo a lo establecido por el Manual de Carreteras en la sección de suelos pavimentos, el suelo natural se categoriza como una subrasante “insuficiente”, sin embargo, con la incorporación de 30% de lodos de concreto esta se modificaría en una subrasante categorizada como “buena”.

La metodología usada en el presente estudio fue la adecuada debido a que permitió responder los problemas planteados, asimismo dar validez a las hipótesis planteadas con el análisis estadístico, los resultados de los ensayos de límite líquido, límite plástico, Proctor modificado y Californian Bearing Ratio ayudaron a determinar que el empleo de lodos de concreto si influye sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, por lo cual el objetivo general fue alcanzado.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la adición de lodos de concreto si influye en la estabilización de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, debido que los valores de capacidad de soporte (CBR al 95% de la MDS) se incrementaron significativamente, pasando de ser categorizada como una subrasante “insuficiente” a ser categorizada como “buena”, y los valores de índice de plasticidad se redujeron considerablemente.

Se concluye que el empleo de lodos de concreto influye sobre la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, debido a que con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto los valores de CBR al 95% de la máxima densidad seca se incrementaron en 36.40%, 84.74% y 170.11% respectivamente.

Se concluye que el empleo de lodos de concreto influye sobre la densidad seca máxima del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, debido a que con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto los valores de máxima densidad seca se incrementaron en 2.53%, 5.06% y 6.96% respectivamente.

Se concluye que el empleo de lodos de concreto influye sobre el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, debido a que con el reemplazo de 10%, 20% y 30% de lodos de concreto los valores de índice de plasticidad se redujeron en 20.04%, 46.22% y 61.73% respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se sugiere que para posteriores estudios se desarrollen estudios sobre estabilización de subrasantes de manera separada con la parte fina y gruesa de los lodos de concreto.

Asimismo, se recomienda que para futuros proyectos de investigación se estudie la influencia de los lodos de concreto sobre materiales granulares de cantera para la estabilización de bases y sub-bases.

Se recomienda que se realicen investigaciones donde se comparen los dos estabilizantes (lodos de concreto y concreto reciclado provenientes de la demolición de estructuras), para establecer cual ofrece mejores resultados.

Para la utilización de los valores mostrados en el presente estudio se sugiere considerar las características físicas de los lodos de concreto como del suelo empleado para la investigación.

Se recomienda que, al momento de realizar la obtención de los lodos de concreto, tener cuidado para que estos no presenten materiales ajenos que puedan contaminar el insumo.



## REFERENCIAS

- ALI, Z. y BHASKAR, S.B., 2016. Basic statistical tools in research and data analysis. *Indian Journal of Anaesthesia*, vol. 60, no. 9, pp. 662-669. ISSN 00195049. DOI 10.4103/0019-5049.190623.
- ANASTASIOU, E., PAPACHRISTOFOROU, M., ANESIADIS, D., ZAFEIRIDIS, K. y TSARDAKA, E.C., 2018. Investigation of the use of recycled concrete aggregates originating from a single ready-mix concrete plant. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], vol. 8, no. 11. ISSN 20763417. DOI 10.3390/app8112149. Disponible en: <https://bit.ly/3NJJa25y>.
- ARACAYO, C. y MACHACA, H., 2021. *Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco , Huancané-2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3IDfxPt>.
- ARIAS, J., VILLASÍS, M.Á. y MIRANDA, M.G., 2016. El protocolo de investigación III : la población de estudio. *Alergia* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 201-206. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- AUDO, M., MAHIEUX, P. y TURCRY, P., 2016. Utilization of sludge from ready-mixed concrete plants as a substitute for limestone fillers. *CONSTRUCTION & BUILDING MATERIALS* [en línea], vol. 112, pp. 790-799. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2016.02.044. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.044>.
- BEHNOOD, A. y OLEK, J., 2020. Full-Scale Laboratory Evaluation of the Effectiveness of Subgrade Soil Stabilization Practices for Portland Cement Concrete Pavements Patching Applications. *Transportation Research Record*, vol. 2674, no. 5, pp. 465-474. ISSN 21694052. DOI 10.1177/0361198120916476.
- CABALAR, A.F., ZARDIKAWI, O.A.A. y ABDULNAFAA, M.D., 2019. Utilisation of construction and demolition materials with clay for road pavement subgrade. *Road Materials and Pavement Design* [en línea], vol. 20, no. 3, pp. 702-714. ISSN 21647402. DOI 10.1080/14680629.2017.1407817. Disponible en: <https://doi.org/14680629.2017.1407817>.

- FERNÁNDEZ, N., 2018. *Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida Malecón Checa, San Juan de Lurigancho en el 2017*. S.I.: Universidad César Vallejo.
- FRAILE, E., FERREIRO, J. y LÓPEZ, L., 2017. Study of the technical feasibility of increasing the amount of recycled concrete waste used in ready-mix concrete production. *Materials*, vol. 10, no. 7, pp. 1-16. ISSN 19961944. DOI 10.3390/ma10070817.
- GALINDO, R., LARA, A. y GUILLÁN-, G., 2018. Contribution to the knowledge of early geotechnics during the twentieth century : Arthur Casagrande. *Hist. Geo Space Sci*, vol. 9, pp. 107-123. DOI 10.5194/hgss-9-107-2018.
- GUZMÁN, M., MALDONADO, N., CASTRO, G., ALONSO, E., CHAVEZ, H., HERNÁNDEZ, H., LARA, C. y MARTINEZ, W., 2015. Concreto reciclado: una revisión. *Revista de la asociación Latinoamericana de control de calidad, patología y recuperación de la construcción* [en línea], vol. 5, no. 3, pp. 235-248. ISSN 2007-6835. Disponible en: [http://www.mda.cinvestav.mx/alconpat/revista/documentos/RevistaALCONPAT, Volumen 1, Numero 1, Enero-Abril 2011/Revista ALCONPAT, Volumen 1, Numero 1, Enero-Abril 2011.pdf](http://www.mda.cinvestav.mx/alconpat/revista/documentos/RevistaALCONPAT_Volumen_1_Numero_1_Enero-Abril_2011/RevistaALCONPAT_Volumen_1_Numero_1_Enero-Abril_2011.pdf).
- HUANG, Y., CHEN, J., SHI, S., LI, B., MO, J. y TANG, Q., 2020. Mechanical Properties of Municipal Solid Waste Incinerator (MSWI) Bottom Ash as Alternatives of Subgrade Materials. *Advances in Civil Engineering*, vol. 2020. ISSN 16878094. DOI 10.1155/2020/9254516.
- IIZUKA, A., SAKAI, Y., YAMASAKI, A., HONMA, M. y HAYAKAWA, Y., 2012. Bench-Scale Operation of a Concrete Sludge Recycling Plant. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 51, pp. 6099–6104. DOI 10.1021/ie300620u.
- JOE, M.A. y RAJESH, A.M., 2015. Soil Stabilization Using Industrial Waste and Lime. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)* [en línea], vol. 4, no. 7, pp. 799-805. Disponible en: [www.ijret.org](http://www.ijret.org).
- KAREEM, S., JASEM, A.L.A., HUSSAIN, K.E. y NADHIR, M.H., 2019. Horizontal

- and Vertical Geotechnical Variations of Soils According to USCS Classification for the City of An-Najaf , Iraq Using GIS. *Geotechnical and Geological Engineering* [en línea], vol. 0123456789. ISSN 1573-1529. DOI 10.1007/s10706-019-01139-x. Disponible en: <https://bit.ly/3wSjU79>.
- KATTE, V.Y., MFOYET, S.M., MANEFOUET, B., WOUATONG, A.S.L. y BEZENG, L.A., 2019. Correlation of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil. *Geotechnical and Geological Engineering* [en línea], vol. 37, no. 1, pp. 217-234. ISSN 15731529. DOI 10.1007/s10706-018-0604-x. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10706-018-0604-x>.
- KEPPERT, M., DAVIDOVÁ, V., DOUŠOVÁ, B., SCHEINHERROVÁ, L. y REITERMAN, P., 2021. Recycling of fresh concrete slurry waste as supplementary cementing material: Characterization, application and leaching of selected elements. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 300, pp. 124061. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.124061. Disponible en: <https://bit.ly/3uKov8R>.
- KODIKARA, J., ISLAM, T. y SOUNTHARARAJAH, A., 2018. Transportation Geotechnics Review of soil compaction : History and recent developments. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 17, pp. 24-34. ISSN 2214-3912. DOI 10.1016/j.trgeo.2018.09.006. Disponible en: <https://bit.ly/3Nupy5j>.
- KUMAR, K., KUMAR, M. y KUMAR, N., 2017. Prophecy of plate load test response from theory of elasticity solution and CBR test Prophecy of Plate Load Test Response from Theory of Elasticity Solution and CBR Test. *Jordan Journal of Civil Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 335-345.
- LUZ, S., MENDOZA, H. y AVILA, D.D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Data collection techniques and instruments. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA* [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53. Disponible en: <https://bit.ly/3wOnLST>.
- MAHARDIKA, A.G., MULYA, E.S. y BIANTORO, A.W., 2021. Analysis of Soil Compaction using Proctor Standards in Highway Construction Design Analysis of Soil Compaction using Proctor Standards in Highway Construction Design. *Journal of Physics: Conference Series*, pp. 1-7. DOI 10.1088/1742-

6596/1933/1/012084.

MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES, 2013. *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS* [en línea]. Lima: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3DmrRCM>.

MUKHERJEE, D., 2014. Selection & Application of Lime Stabilizer for Soil Subgrade Stabilization. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology* [en línea], vol. 1, no. 7, pp. 66-76. Disponible en: [http://www.ijset.com/v1s7/IJSET\\_V1\\_I7\\_12.pdf](http://www.ijset.com/v1s7/IJSET_V1_I7_12.pdf).

MURTY, K., SIVA, A. y VENKATA, B., 2016. CHEMICAL STABILIZATION OF SUB-GRADE SOIL WITH GYPSUM AND NACL. *International Journal of Advances in engineering & Technology* [en línea], vol. 9, no. 5, pp. 569-581. DOI ISSN 22311963. Disponible en: <https://bit.ly/3tPC1sr>.

ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* [en línea]. 5ta. S.I.: s.n. ISBN 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://bit.ly/3uXli4X>.

NICOMEDES, N., 2018. Tipos de Investigación. *Repositorio Institucional USDG* [en línea], pp. 1-4. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>.

NOOR, T., TUAN, H., AKBAR, N.A. y HANI, S., 2020. Improvement in CBR Value of Sub-Base Soil using Concrete Slush Waste ( CSW ). *JOURNAL OF ADVANCED INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND APPLICATION*, vol. 1, no. 1, pp. 48-56. DOI e-ISSN 2716-7097.

OCHOA, S., 2019. *ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE LIMO ARCILLOSA CON RCD-CONCRETO FINO (PARTÍCULAS < 2mm) PARA APLICACIÓN EN PAVIMENTOS*. S.I.: Universidad Federal de Integración Latino-Americana.

OTERO, A., 2018. Enfoques De Investigación. *Universidad del Atlantico* [en línea], no. August, pp. 34. Disponible en: <https://bit.ly/3G9bR8t>.

OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227-232. ISSN 07179502. DOI 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible

en: <https://bit.ly/36A1AVQ>.

PANDEY, A. y RABBANI, A., 2017. Stabilisation of Pavement Subgrade Soil Using Lime and Cement : Review. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea], vol. 4, no. 6, pp. 5-7. Disponible en: <https://bit.ly/36XIPMI>.

PATEL, N., MISHRA, C., PARMAR, D. y GAUTAM, B., 2015. Subgrade Soil Stabilization using Chemical Additives. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea], vol. 02, no. 04, pp. 1089-1096. DOI e-ISSN: 2395-0056. Disponible en: <https://bit.ly/3IVfUFk>.

PAUL, H. y CYRUS, S., 2016. Stabilization of weak subgrade soil using demolished concrete aggregate. *Indian Geotech Conference IGC* [en línea], no. December, pp. 1-5. Disponible en: <https://bit.ly/3IRzKS3>.

PICÓN, D. y MELIAN, Y., 2014. La unidad de análisis en la problemática enseñanza- aprendizaje Una mirada sistémica. *Universidad Nacional de la Patagonia Austral* [en línea], no. 2, pp. 101-117. Disponible en: <https://bit.ly/3Nqi82W>.

QUISPE, J., 2020. *Estabilización de subrasante mediante uso de residuos de construcción y demolición - jirón Amazonas distrito de Chilca* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7291/T010\\_47535662\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7291/T010_47535662_T.pdf?sequence=1).

ROBLES, B., 2019. Población y muestra. *Pueblo Continente* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 245-246. Disponible en: <https://bit.ly/3MIk6Ly>.

SÁNCHEZ, H., REYES, C. y MEJÍA, K., 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9786124735141. Disponible en: <https://bit.ly/36YsDtr>.

SERRANO, E.J. y PADILLA, E.A., 2019. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. *Ingeniería Solidaria*, vol. 15, no. 27, pp. 1-23. ISSN 1900-3102. DOI 10.16925/2357-6014.2019.01.01.

- SIVAKUMAR, V., HENDERSON, L., MOORHEAD, C. y CHOW, S.H., 2015. Measuring the plastic limit of fine soils : an experimental study. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Geotechnical Engineering* [en línea], vol. 168, no. 1, pp. 53-64. DOI doi:10.1680/geng.14.00004. Disponible en: <https://bit.ly/3ulgG3D>.
- SKJONG, R. y WENTWORTH, B.H., 2014. Expert Judgment and Risk Perception Expert Judgment and Risk Perception. *Proceedings of the Eleventh* [en línea], vol. 4, no. 537-545. Disponible en: <https://bit.ly/3Dv3S4l>.
- TORRES, M., 2021. *Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3LgqUi4>.
- ZUMRAWI, M., 2015. Stabilization of Pavement Subgrade by Using Fly Ash Activated by Cement Stabilization of Pavement Subgrade by Using Fly Ash Activated by Cement. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, vol. 3, no. 6, pp. 218-224. DOI 10.12691/ajcea-3-6-5.

## ANEXOS

### Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<p><b>V1:</b> Lodos de concreto</p>	<p>Los lodos de concreto son uno de los principales residuos industriales que se producen en las plantas de hormigón premezclado. El lodo de concreto viene en dos formas. En primer lugar, proviene del hormigón devuelto de las obras de construcción debido a la sobreestimación de la cantidad de hormigón necesaria. Cuando el agregado se recicla del concreto devuelto, el agua restante contiene lodo de concreto. En segundo lugar, los lodos de hormigón se producen cuando las hormigoneras y los camiones agitadores se limpian en la planta de hormigón premezclado. El agua que contiene lodo de concreto de cualquiera de las fuentes contiene principalmente arena fina, hidratos de cemento y un poco de cemento (Keppert et al., 2021).</p>	<p>Los lodos de concreto requieren de un proceso de verificación de su calidad, por lo que es necesario conocer sus características físicas del mismo (granulometría), y con los resultados de sus propiedades es necesario estudiar y conocer el porcentaje en el que se le puede adicionar para la estabilización de las subrasantes de las vías.</p>	<p><b>D1:</b> Granulometría</p> <p><b>D2:</b> Dosificaciones</p>	<p><b>I1:</b> Tamaño máximo <b>I2:</b> Coeficiente de curvatura <b>I3:</b> Coeficiente de uniformidad.</p> <p><b>I1:</b> SN+10%LC <b>I2:</b> SN+20%LC <b>I3:</b> SN+30%LC</p>	Razón
<p><b>V2:</b> Estabilización de subrasante</p>	<p>Se define como incremento de sus propiedades físicas y mecánicas de la subrasante blanda, con los mecanismos de la aplicación de distintos tipos de materiales químicos, naturales y sintéticos que se adhieran positivamente al suelo. Donde el diseño estabilizante tendrá que tener procedimientos para su clasificación adecuada del suelo. Arias y Ramos (2018)</p>	<p>La estabilización de la subrasante se deriva en la aplicación de elementos o compuestos ajenos a los áridos, los cuales sirven para mejorar las capacidades físico mecánicas de la subrasante siendo estas la (Granulometría, límites de consistencia, humedad, capacidad de soporte CBR y densidad de campo).</p>	<p>D1: Índice de plasticidad</p> <p>D2: Densidad seca máxima</p> <p>D3: Capacidad de soporte</p>	<p>I1: Límite plástico I2: Límite líquido</p> <p>I1: Peso unitario máximo I2: Contenido de humedad óptimo</p> <p>I1: CBR al 95% de la MDS I2: CBR al 100% de la MDS</p>	Razón

Fuente: Realización propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia

“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
¿Cómo influye los lodos de concreto en la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022?	Determinar la influencia del empleo de lodos de concreto sobre la estabilización de la subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022.	Los lodos de concreto estabilizan significativamente la subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022.	VI Lodos de concreto	D1: % de incorporación	I1: 10% de lodos de concreto I2: 20% de lodos de concreto I3: 30 de lodos de concreto	<b>Tipo de Investigación</b> Investigación aplicada <b>Enfoque de investigación</b> Cuantitativo <b>Nivel de Investigación</b> Explicativo <b>Diseño de investigación</b> Experimental Gc (a): $Y1 \rightarrow X \rightarrow Y2$ Ge (a): $Y3 \rightarrow X' \rightarrow Y4$ Gc: Sin adición de LC Ge: Con adición de LC <b>Población</b> Carretera Suchis - Sucasco <b>Muestra</b> Entre progresivas Km 1+000 – Km 4+000 <b>Técnica de recolección de datos</b> Observación de procesos <b>Instrumentos de recolección de datos</b> Fichas de observación de laboratorio de mecánica de suelos	
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>					
¿Cómo influye el empleo de lodos de concreto para mejorar la capacidad de soporte de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022?	Determinar la influencia del empleo de lodos de concreto en la capacidad de soporte de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022.	El empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la capacidad de soporte de suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022.			D2: Tamaño		I1: Coeficiente de uniformidad I2: Coeficiente de Curvatura I3: Tamaño máximo nominal
¿Cómo influye el empleo de lodos de concreto en la máxima densidad seca de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022?	Establecer la influencia del empleo de lodos de concreto en a la máxima densidad seca de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022.	El empleo de lodos de concreto incrementa significativamente la densidad seca máxima del suelo de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022.		VD Estabilización de Subrasante	D1: Índice de plasticidad		I1: Límite plástico I2: Límite líquido
¿Cómo influye el empleo de lodos de concreto sobre el índice de plasticidad de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022?	Determinar la influencia de los lodos de concreto en el índice de plasticidad de subrasante de la carretera Suchis – Sucasco, Puno 2022.	El empleo de lodos de concreto reduce significativamente el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022.			D2: Densidad seca máxima	I1: Peso unitario máximo I2: Contenido de humedad óptimo	
				D3: Capacidad de soporte	I1: CBR al 95% de la MDS I2: CBR al 100% de la MDS		



**Anexo 3. Validación de instrumentos**



MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTOS DE OBTENCIÓN DE DATOS						
Título de investigación: Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022						
Apellidos y nombres de los investigadores: Apaza Quispe, Willian Demetrio / Ninaja Gomez, Willi Walter						
Apellidos y nombres del Experto: <i>Huari/oclla Gil Joel Manuel</i>						
ASPECTOS POR EVALUAR			OPINION DEL EXPERTO			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Variable Independiente: Lodos de concreto	%	10%	Ficha de observación	X		
		20%		X		
		30%		X		
Variable dependiente: Estabilización de subrasante	Tamaño	Granulometría	MTC E-107/ASTM D422	X		
	Índice de plasticidad	Límite líquido	MTC E-110/ASTM D4318	X		
		Límite plástico	MTC E 111-ASTM D4318	X		
	Densidad seca máxima	Peso unitario máximo	MTC E 115-ASTM D1557	X		
		Densidad Seca Máxima	MTC E 115-ASTM D1557	X		
Capacidad de soporte	CBR al 95% de la MDS	CBR al 95% de la MDS	MTC E 132-ASTM D1883	X		
		CBR al 100% de la MDS	MTC E 132-ASTM D1883	X		

*Joel Manuel*  
 Ing. *Joel Manuel*  
 Ing. *Manuel Huari/oclla Gil*  
 RESIDENTE  
 CIP. N°188518

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo Joel Manuel Huarillocca Gil  
 con CIP N° 188518, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Crterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			3	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			3	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			3	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			3	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			3	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			3	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			3	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			3	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			3	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		2		
<b>TOTAL</b>		0	2	27	
<b>COEFICIENTE DE VALIDEZ = (D+R+B)/30</b>					<b>0.97</b>

Puno, 25 de enero del 2022.

  
 .....  
 Ing. J. Manuel Huarillocca Gil  
**RESIDENTE**  
 CIP. N°188518

**FIRMA DEL VALIDADOR**  
 DNI N° 46371744

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTOS DE OBTENCIÓN DE DATOS						
Título de investigación: Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022						
Apellidos y nombres de los investigadores: Apaza Quispe, Willian Demetrio / Ninaja Gomez, Willi Walter						
Apellidos y nombres del Experto: <i>Edilson Huanca Salazar</i>						
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	OPINION DEL EXPERTO		
				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Variable Independiente: Lodos de concreto	% Incorporación	10%	Ficha de observación	X		ninguna " "
		20%		X		
		30%		X		
Variable dependiente: Estabilización de subrasante	Tamaño	Granulometria	MTC E-107/ASTM D422	X		"
	Índice de plasticidad	Límite líquido	MTC E-110/ASTM D4318	X		"
		Límite plástico	MTC E 111--ASTM D4318	X		"
	Densidad seca máxima	Peso unitario máximo	MTC E 115-ASTM D1557	X		"
		Densidad Seca Máxima	MTC E 115-ASTM D1557	X		"
	Capacidad de soporte	CBR al 95% de la MDS	MTC E 132--ASTM D1883	X		"
	CBR al 100% de la MDS	MTC E 132--ASTM D1883	X		"	



EDILSON HUANCA SALAZAR  
INGENIERO CIVIL  
CIP 10844

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

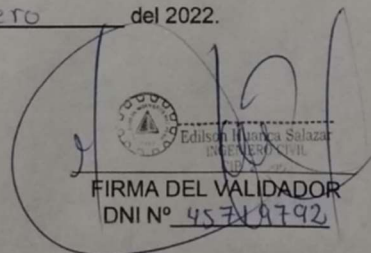
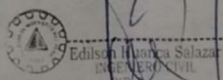
Yo Edilson Huanca Salazar  
 con CIP N° 223663, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			3	ninguna
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			3	"
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			3	"
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			3	"
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			3	"
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			3	"
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			3	"
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			3	"
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			3	"
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			3	"
<b>TOTAL</b>		0	0	30	
<b>COEFICIENTE DE VALIDEZ = (D+R+B)/30</b>					1,00

Puno, 26 de Enero del 2022.

  
  
**FIRMA DEL VALIDADOR**  
 DNI N° 45719792

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTOS DE OBTENCIÓN DE DATOS						
<b>Título de investigación:</b> Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022						
<b>Apellidos y nombres de los investigadores:</b> Apaza Quispe, Willian Demeiro / Ninaja Gomez, Willi Walter						
<b>Apellidos y nombres del Experto:</b> RONCAL ESPINOZA ALFREDO						
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	OPINION DEL EXPERTO		
				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
<b>Variable Independiente:</b> Lodos de concreto	%	10%	Ficha de observación	/		
		20%		/		
		30%		/		
<b>Variable dependiente:</b> Estabilización de subrasante	Tamaño	Granulometría	MTC E-107/ASTM D422	/		
	Índice de plasticidad	Límite líquido	MTC E-110/ASTM D4318	/		
		Límite plástico	MTC E 111-ASTM D4318	/		
	Densidad seca máxima	Peso unitario máximo	MTC E 115-ASTM D1557	/		
Capacidad de soporte	Densidad seca máxima	Máxima	MTC E 115-ASTM D1557	/		
		CBR al 95% de la MDS	MTC E 132-ASTM D1883	/		
		CBR al 100% de la MDS	MTC E 132-ASTM D1883	/		

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo ALFREDO RONCAL ESPINOZA  
 con CIP N° 226564, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este  
 presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los  
 efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**"Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la  
 carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022"**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes  
 apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			3	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			3	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			3	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			3	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			3	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			3	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			3	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			3	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			3	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		2		
<b>TOTAL</b>		0	2	27	
<b>COEFICIENTE DE VALIDEZ = (D+R+B)/30</b>					

Puno, 25 de ENERO del 2022.

 Alfredo Roncal Espinoza  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP. 226564

FIRMA DEL VALIDADOR  
 DNI N° 73627961

## Anexo 4. Certificados de ensayo de laboratorio

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**MUESTRA** : LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de Marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I.= 3200.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3098.30
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 101.70
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 8.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
3/4"	19.050	196.40	6.14	6.14	93.86		LL.= 0.00
1/2"	12.700	509.20	15.91	22.05	77.95		L.P.= NP
3/8"	9.525	215.30	6.73	28.78	71.22		I.P.= NP
1/4"	6.350						<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b>
No4	4.760	402.50	12.58	41.36	58.64		D10= 0.062 Cu= 85.0088
No8	2.380						D30= 0.689 Cc= 1.45015
No10	2.000	106.20	21.24	53.81	46.19		
No16	1.190						
No20	0.840	103.10	20.62	65.90	34.10		
No30	0.590						
No40	0.420	97.00	19.40	77.28	22.72		
No 50	0.300	43.30	8.66	82.36	17.64		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	38.00	7.60	86.82	13.18		
No200	0.074	10.70	2.14	88.07	11.93		
<b>BASE</b>		101.70	20.34	100.00	0.00		<b>OBSERVACIONES:</b>
<b>TOTAL</b>		3200.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		3.18					

#### CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD

TAMAÑO DEL GRANO EN mm (escala logarítmica)

*Andrés Luján Puma*  
Bach. Ing. Andrés Luján Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : COPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : Lunes, 28 de Marzo de 2022

### LIMITE LIQUIDO

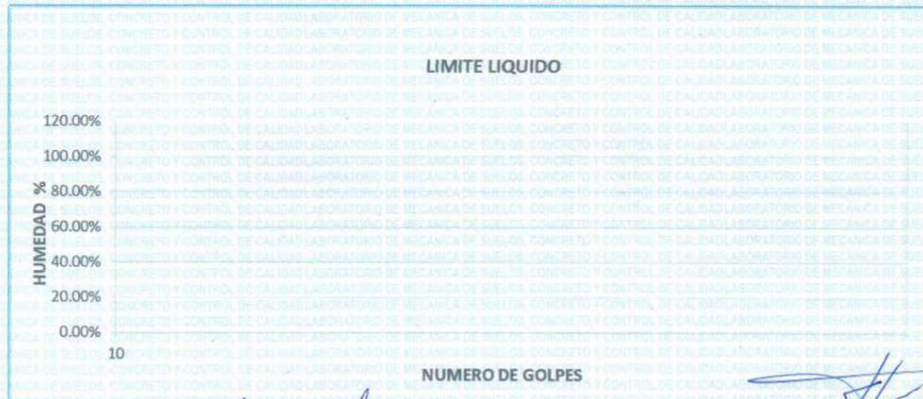
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.		NP	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.			
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			
NUMERO DE GOLPES	N			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No		
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.		NP
CAPSULA + SUELO SECO	gr.		
AGUA	gr.		
PESO DE LA CAPSULA	gr.		
PESO DEL SUELO SECO	gr.		
LIMITE PLASTICO	%		

LIMITE LIQUIDO	0.00
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

### LIMITE LIQUIDO



Bach. Ing. Andres Lujano Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia / Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
SOLICITANTE : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
UBICACIÓN : COCP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
CALICATA : C-1  
MUESTRA : MUESTRA PATRON  
FECHA : lunes, 26 de marzo de 2022

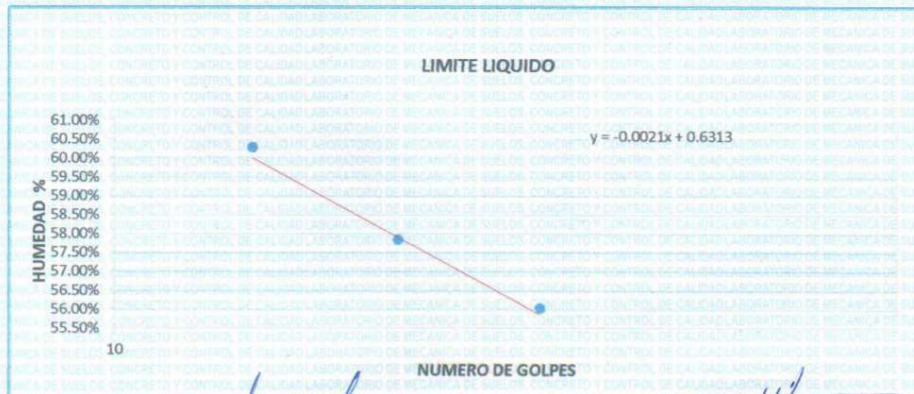
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	J	N	P
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	42.9	43.8	38.4
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	34.7	35.7	31.9
AGUA	gr.	8.2	8.1	6.5
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	21.7	20.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.6	14	11.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	60.29%	57.86%	56.03%
NUMERO DE GOLPES	N	15	23	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	R	Y
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	145.8	143.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	143.4	141.3
AGUA	gr.	2.4	2.5
PESO DE LA CAPSULA	gr.	137.1	134.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.3	6.5
LIMITE PLASTICO	%	38.10%	38.46%

LIMITE LIQUIDO	57.92
LIMITE PLASTICO	38.28
INDICE DE PLASTICIDAD	19.64



Bach. Ing. Andres Loque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
D.N.I. -

Ing. Wilder Colquehuasiuro  
Esp. Geología y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

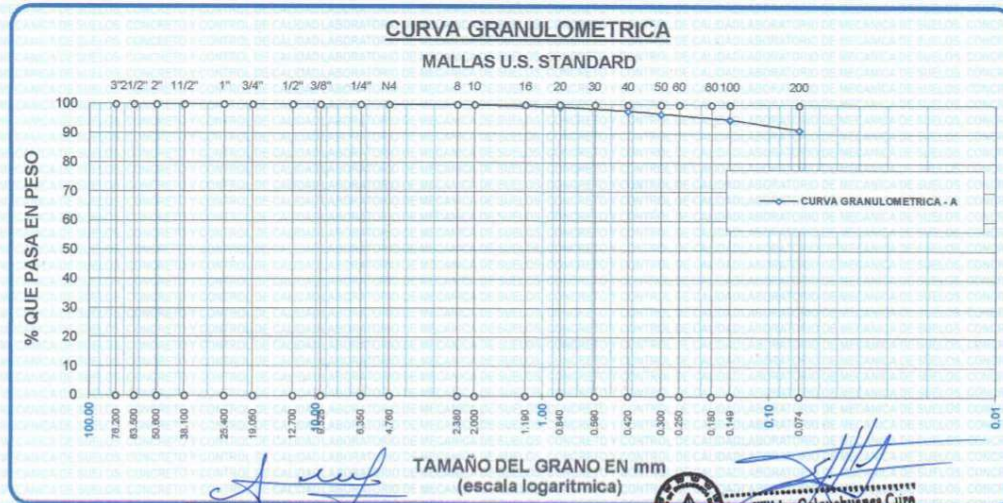
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.I.= 600.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 50.50	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 549.50	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 24.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITE DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 57.92
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00			L.P.= 38.28
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00			I.P.= 19.64
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	0.80	0.13	0.13	99.87			D60= ---
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	4.00	0.67	0.80	99.20			SUCS MH
No30	0.590							
No40	0.420	8.10	1.35	2.15	97.85			
No50	0.300	5.30	0.88	3.03	96.97			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	11.90	1.98	5.02	94.98		OBSERVACIONES:	
No200	0.074	20.40	3.40	8.42	91.58			
BASE		549.50	91.58	100.00	0.00			
TOTAL		600.00	100.00					
% PERDIDA		91.58						



Bach. Ing. Andres Lique Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuaca Cruz  
Exp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

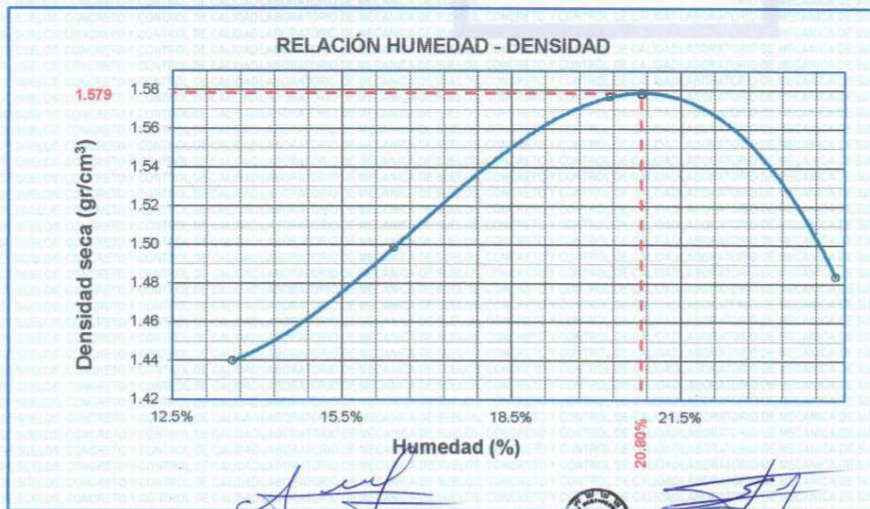
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUIJSPE  
 : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CPPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9873	10105	10426	10316
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3477	3709	4030	3920
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.636	1.745	1.896	1.844

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	180.50	207.30	71.40	67.50	263.00	248.60	242.60	282.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	167.20	189.20	64.30	60.80	229.30	217.30	207.70	239.40
Peso del Agua	gr.	13.30	18.10	7.10	6.70	33.70	31.30	34.90	43.10
Peso de la Capsula	gr.	63.30	62.80	20.80	20.20	62.00	63.40	62.40	63.20
Peso del Suelo Seco	gr.	103.90	126.40	43.50	40.60	167.30	153.90	145.30	176.20
% de Humedad	%	12.80%	14.32%	16.3%	16.50%	20.14%	20.34%	24.02%	24.48%
Promedio de Humedad	%	13.56%		16.41%		20.24%		24.24%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.440		1.499		1.577		1.484	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.58 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.8%



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.N.I.

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP/Nº 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CAPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12605	11905	12556	11886	12679	12190
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4572	3872	4535	3865	4665	4176
Peso del Suelo Humedo	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.968	1.666	1.952	1.663	2.008	1.797
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	66.30	66.80	64.60	74.00	68.20	71.50	75.00	72.50	69.70
Peso del Molde	gr.	55.20	55.90	57.13	62.00	57.80	62.90	63.40	61.70	61.35
Peso del Agua	gr.	11.10	10.90	7.47	12.00	10.40	8.80	11.60	10.80	8.35
Peso de la Capsula	gr.	20.20	20.90	21.00	21.90	20.90	20.80	21.30	20.30	20.90
Peso del Suelo Seco	gr.	35.00	35.00	36.13	40.10	36.90	42.30	42.10	41.40	40.45
% de Humedad	%	31.71%	31.14%	20.68%	29.93%	28.18%	20.33%	27.55%	26.09%	20.64%
Promedio de Humedad	%	31.43%	20.68%	29.05%	20.33%	26.82%	20.64%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.497	1.381	1.512	1.362	1.583	1.490			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	12:00: a.m.		542.0	0.00	0	497.0	0	0	571.0	0	0
28/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	564.0	0.56	0.48	513.0	0.41	0.35	583.0	0.30	0.26
28/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	566.0	0.61	0.52	516.0	0.48	0.41	585.0	0.36	0.31
28/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	567.0	0.64	0.55	520.0	0.58	0.50	587.0	0.41	0.35
28/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	568.0	0.66	0.57	523.0	0.66	0.57	589.0	0.46	0.40

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		19.4	1.0		25.0	1.3		28.0	1.4		28.0	1.4	
1.27	01:00		36.4	1.8		38.0	1.9		42.0	2.1		42.0	2.1	
1.91	01:30		48.7	2.5		50.0	2.5		61.0	3.1		61.0	3.1	
2.54	02:00	70.31	63.2	3.2		66.0	3.3		79.0	4.0		79.0	4.0	
3.81	03:00		84.4	4.3		90.0	4.5		106.0	5.4		106.0	5.4	
5.09	04:00	105.00	97.5	4.9		109.6	5.5		138.0	7.0		138.0	7.0	
6.35	05:00		108.4	5.5		123.6	6.2		164.0	8.3		164.0	8.3	
7.62	06:00		117.6	5.9		135.5	6.8		188.0	9.5		188.0	9.5	
8.84	07:00		123.4	6.2		147.4	7.4		204.0	10.3		204.0	10.3	
10.16	08:00		128.6	6.5		157.1	7.9		213.6	10.8		213.6	10.8	

*Andrés Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wilder Colquehuanca Curo*  
 Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

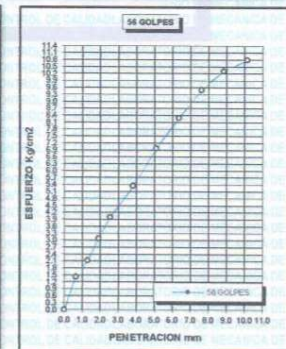
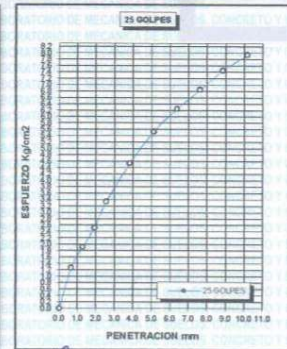
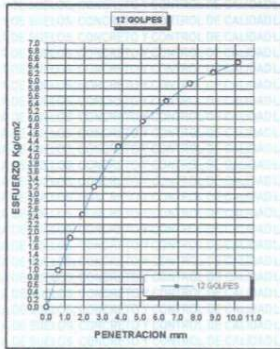
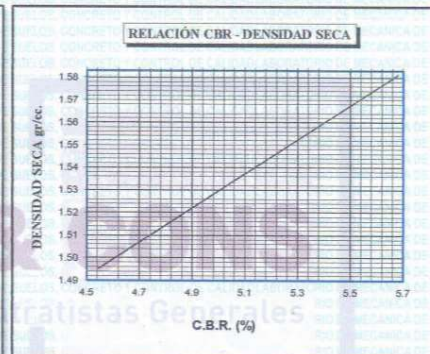
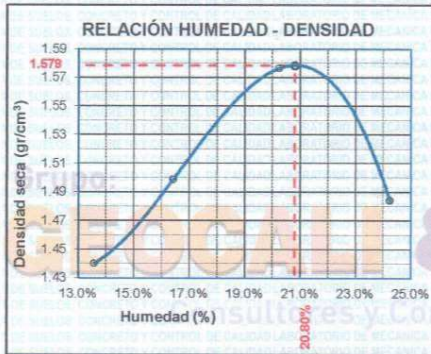
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	"INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58
MUESTRA	CALICATA 01 - MUESTRA PATRON	HUMEDAD OPTIMA (%)	20.8%
UBICACIÓN	CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	5.62
COORDENADA	19L 393286.45 8282319.41	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	4.58
FECHA	lunes, 4 de Abril de 2022	CLASIFICACIÓN	: MH
		AASHTO	: A-7 <20>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



*Andrés Luque Puma*  
Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*Wilder Colquehuana Caro*  
Ing. Wilder Colquehuana Caro  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISEP  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

**UBICACIÓN** : COPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

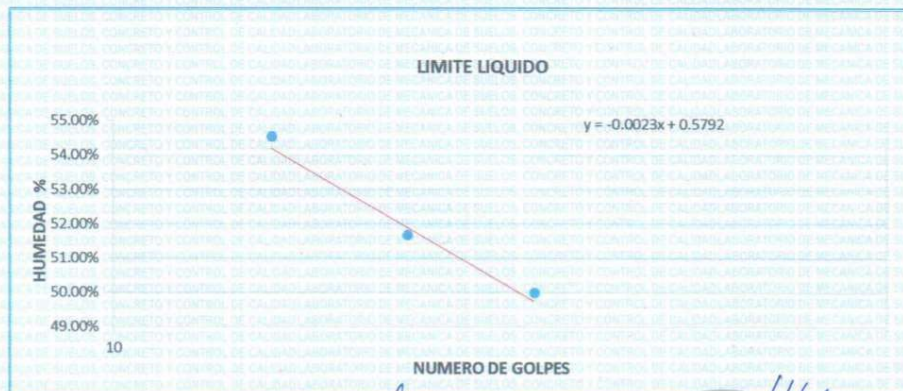
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	H	D	S
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.4	43.2	40.4
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.2	35.5	33.9
AGUA	gr.	7.2	7.7	6.5
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20	20.6	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.2	14.9	13
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	54.55%	51.68%	50.00%
NUMERO DE GOLPES	N	16	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	U	T
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	72.1	70.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	69.7	68.4
AGUA	gr.	2.4	2.4
PESO DE LA CAPSULA	gr.	63.1	61.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.6	6.5
LIMITE PLASTICO	%	36.36%	36.92%

LIMITE LIQUIDO	52.07
LIMITE PLASTICO	36.64
INDICE DE PLASTICIDAD	15.43



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

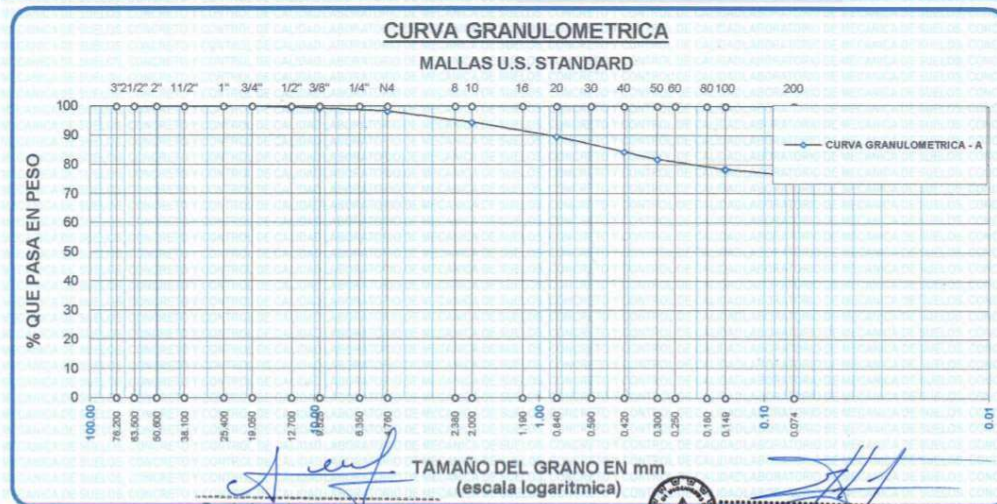
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.L.= 3000.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2612.40	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 387.60	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 20.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 52.07
1/2"	12.700	12.10	0.40	0.40	99.60			L.P.= 36.64
3/8"	9.525	7.80	0.26	0.66	99.34		I.P.= 15.43	
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	28.80	0.96	1.62	98.38			D10= ---- Cu= ----
No8	2.380							D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	19.20	3.84	5.40	94.60			D60= ----
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	24.80	4.96	10.28	89.72			
No30	0.590							
No40	0.420	26.90	5.38	15.57	84.43			
No 50	0.300	12.50	2.50	18.03	81.97			
No60	0.250							
No80	0.180						SUCS :MH	
No100	0.149	17.50	3.50	21.48	78.52		OBSERVACIONES:	
No200	0.074	11.50	2.30	23.74	76.26			
BASE		387.60	77.52	100.00	0.00			
TOTAL		3000.00	100.00					
% PERDIDA		12.92						



Bach. Ing. Andrés Lluque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

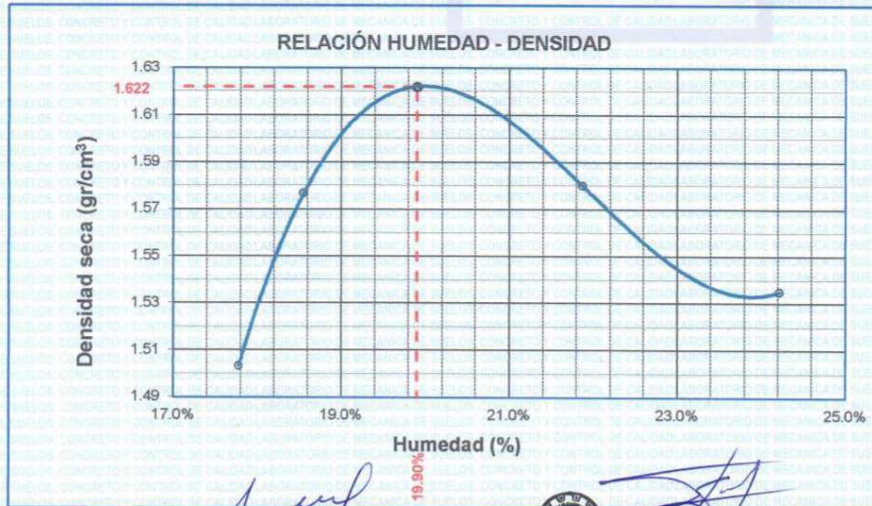
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : 04/04c/2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10160	10370	10490	10450
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3764	3974	4094	4054
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.771	1.869	1.926	1.907

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	77.40	87.10	76.50	87.50	85.80	79.70	76.70	85.40
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	69.00	77.00	67.90	77.00	74.00	69.30	65.90	73.00
Peso del Agua	gr.	8.40	10.10	8.60	10.50	11.80	10.40	10.80	12.40
Peso de la Capsula	gr.	20.70	21.40	20.70	21.40	21.10	20.80	21.30	21.80
Peso del Suelo Seco	gr.	48.30	55.60	47.20	55.60	52.90	48.50	44.60	51.20
% de Humedad	%	17.39%	18.17%	18.2%	18.88%	22.31%	21.44%	24.22%	24.22%
Promedio de Humedad	%	17.78%		18.55%		21.87%		24.22%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.503		1.577		1.580		1.535	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.62	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	19.9%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuancua Curo  
 Esp Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
: Bach. WILLI WALTER NINAIA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CSCP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 363286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : 04/04/2022

MOLDE No	III	II	I			
No DE CAPAS	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12668	12047	12712	12145	12728	12356
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4635	4014	4691	4124	4714	4342
Peso del Suelo Humedo	gr.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	1.995	1.728	2.019	1.775	2.029	1.869
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>						

Capsula No	No	M	N	G	B	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	83.20	74.50	71.35	84.60	82.20	74.37	80.10	88.00	76.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	68.60	62.50	62.90	70.70	69.30	65.50	68.40	74.40	67.30
Peso del Agua	gr.	14.60	12.00	8.45	13.90	12.90	8.87	11.70	13.60	9.20
Peso de la Capsula	gr.	20.00	21.80	20.30	21.00	20.90	20.90	21.10	20.50	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	48.60	40.70	42.60	49.70	48.40	44.60	47.30	53.90	46.30
% de Humedad	%	30.04%	29.48%	19.84%	27.97%	28.65%	19.90%	24.74%	25.23%	19.87%
Promedio de Humedad	%	29.76%	19.84%	19.84%	27.31%	19.90%	19.90%	24.98%	19.87%	19.87%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.537	1.442	1.442	1.586	1.480	1.480	1.623	1.559	1.559

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión		Dial		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
28/03/2022	12:00: a.m.		542.0	0.00	0	0	497.0	0	0	0	571.0	0	0	0
28/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	564.0	0.56	0.48		513.0	0.41	0.35		583.0	0.30	0.26	
28/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	566.0	0.61	0.52		516.0	0.48	0.41		585.0	0.36	0.31	
28/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	567.0	0.64	0.55		520.0	0.58	0.50		587.0	0.41	0.35	
28/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	568.0	0.66	0.57		523.0	0.66	0.57		589.0	0.46	0.40	

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00				
0.63	00:30		27.8	1.4		31.9	1.6		34.3	1.7				
1.27	01:00		53.2	2.7		58.0	2.9		68.4	3.5				
1.91	01:30		69.4	3.5		78.0	3.9		90.1	4.6				
2.54	02:00	70.31	83.7	4.2		98.0	5.0		110.0	5.6				
3.81	03:00		113.8	5.8		144.0	7.3		154.0	7.8				
5.09	04:00	105.00	135.1	6.8		172.8	8.7		189.0	9.6				
6.35	05:00		147.8	7.5		189.0	9.6		220.0	11.1				
7.62	06:00		155.9	7.9		200.9	10.2		244.2	12.3				
8.84	07:00		162.7	8.2		205.9	10.4		268.0	13.5				
10.16	08:00		167.3	8.5		209.8	10.6		280.0	14.2				

*Andrés Luque Puma*  
Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*Wilder Colquehuacua Curo*  
Ing. Wilder Colquehuacua Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

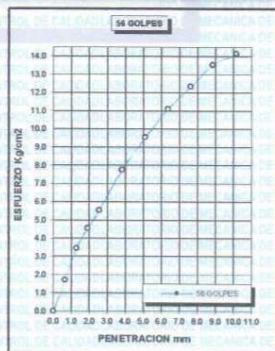
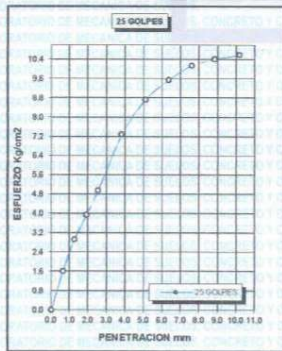
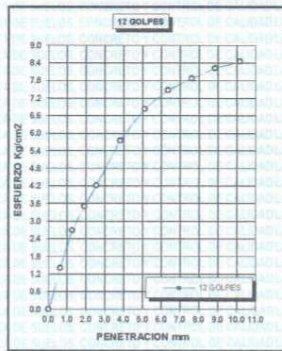
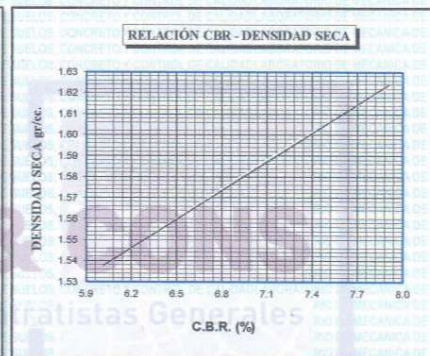
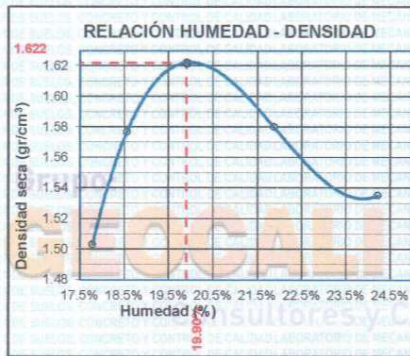
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

PROYECTO	"INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) 1.62 HUMEDAD OPTIMA (%) 19.9% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 7.87 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 6.08
MUESTRA	CALICATA 01 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO	CLASIFICACIÓN : MH AASHTO : A-7 <20>
UBICACIÓN	CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	EMBEBIDO : 4 DIAS
COORDENADA	: 19L 393286.45 8282319.41	
FECHA	: 04/04/2022.	



*Andrés Luque Puma*  
Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI: 75320964

*Wilder Colquehuancu Curo*  
Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 289171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : COPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-1  
**MUESTRA** : 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

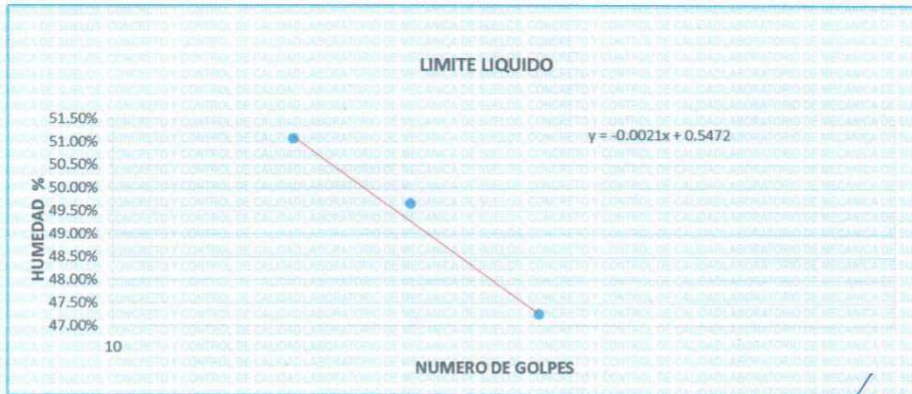
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	F	D	S
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	42.3	150.4	155.4
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.2	143	148.5
AGUA	gr.	7.1	7.4	6.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.3	128.1	133.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.9	14.9	14.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	51.08%	49.66%	47.26%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	L	M
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	146.25	142.05
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	143.4	139.4
AGUA	gr.	2.85	2.65
PESO DE LA CAPSULA	gr.	136	132.5
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.4	6.9
LIMITE PLASTICO	%	38.51%	38.41%

LIMITE LIQUIDO	49.41
LIMITE PLASTICO	38.46
INDICE DE PLASTICIDAD	10.95



*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Ing. Wilder Colquehuana Curo*  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.L.= 3000.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2686.70	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 313.30	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 17.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	9.20	0.31	0.31	99.69			L.L.= 49.41
1/2"	12.700	94.70	3.16	3.46	96.54			L.P.= 38.46
3/8"	9.525	54.90	1.83	5.29	94.71			I.P.= 10.95
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	85.90	2.86	8.16	91.84			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	51.80	10.36	17.67	82.33			D60= 0.19
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	42.20	8.44	25.42	74.58			
No30	0.590							
No40	0.420	42.90	8.58	33.30	66.70			
No 50	0.300	20.50	4.10	37.07	62.93			
No60	0.250							
No80	0.180						SUCS : ML	
No100	0.149	21.10	4.22	40.94	59.06		OBSERVACIONES:	
No200	0.074	8.20	1.64	42.45	57.55			
BASE		313.30	62.66	100.00	0.00			
TOTAL		3000.00	100.00					
% PERDIDA		10.44						



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

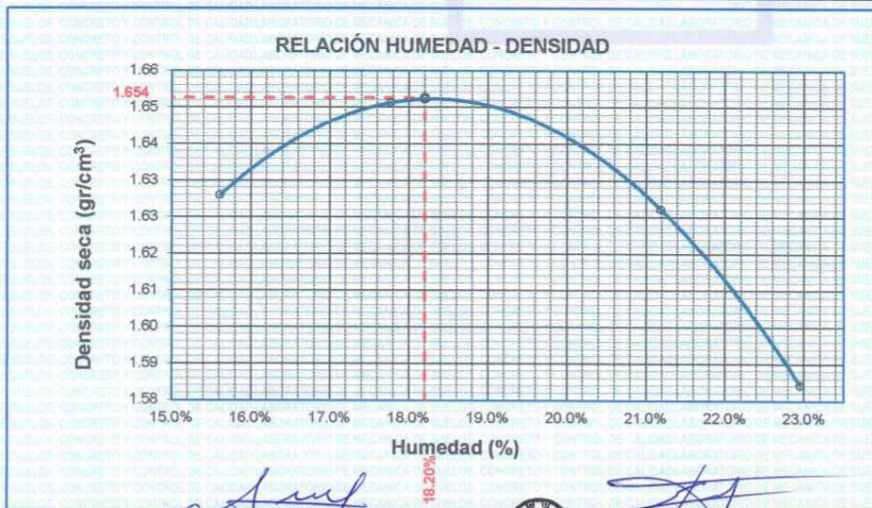
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286,45 8282319,41  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10403	10535	10588	10536
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4007	4139	4192	4140
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1,885	1,947	1,972	1,947

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	65.40	63.20	66.10	63.80	70.50	73.60	63.40	65.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	60.40	57.30	59.10	57.50	61.60	64.50	55.30	57.20
Peso del Agua	gr.	6.00	5.90	7.00	6.30	8.90	9.10	8.10	8.00
Peso de la Capsula	gr.	21.10	20.30	20.90	20.90	20.30	20.80	21.10	21.20
Peso del Suelo Seco	gr.	39.30	37.00	38.20	36.60	41.30	43.70	34.20	36.00
% de Humedad	%	15.27%	15.95%	18.3%	17.21%	21.59%	20.82%	23.68%	22.22%
Promedio de Humedad	%	15.61%		17.77%		21.19%		22.95%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.630		1.653		1.627		1.584	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.65	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	18.2%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LÓDOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286 45 8282319 41  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : Lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
No DE CAPAS	12		25		56	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12754	12176	12725	12223	12807	12486
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4721	4143	4704	4202	4793	4472
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.032	1.783	2.025	1.809	2.063	1.925

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F		
		M	N	O	M	N	O	M	N	O	M	N	O	M	N	O	M	N	O	M	N	O	M	N	O
Suelo Humedo + Capsula	gr.	78.30	78.50	80.31				77.10	78.00	70.82				76.20	86.00	80.25									
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	65.10	65.50	54.15				65.40	65.90	83.13				65.30	72.90	54.20									
Peso del Agua	gr.	13.20	13.00	6.16				11.70	12.10	7.69				10.90	13.10	6.05									
Peso de la Capsula	gr.	20.00	21.80	20.30				21.00	20.90	20.90				21.10	20.50	21.00									
Peso del Suelo Seco	gr.	45.10	43.70	33.85				44.40	45.00	42.23				44.20	52.40	33.20									
% de Humedad	%	29.27%	29.75%	18.20%				26.35%	26.89%	18.21%				24.66%	25.00%	18.22%									
Promedio de Humedad	%	29.51%			18.20%			26.62%			18.21%			24.83%			18.22%								
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.569			1.509			1.599			1.530			1.653			1.628								

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		530.0	0.00	0	522.0	0	0	391.0	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	552.0	0.56	0.48	538.0	0.41	0.35	403.0	0.30	0.26
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	554.0	0.61	0.52	541.0	0.48	0.41	405.0	0.36	0.31
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	555.0	0.64	0.55	545.0	0.58	0.50	407.0	0.41	0.35
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	556.0	0.68	0.57	548.0	0.66	0.57	409.0	0.46	0.40

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		28.1	1.4		32.3	1.6		34.9	1.8		34.9	1.8	
1.27	01:00		64.3	3.3		66.7	3.4		85.4	4.3		85.4	4.3	
1.91	01:30		98.0	5.0		105.4	5.3		129.0	6.5		129.0	6.5	
2.54	02:00	70.31	118.0	6.0		138.0	7.0		176.0	8.9		176.0	8.9	
3.81	03:00		149.0	7.5		194.0	9.8		244.0	12.3		244.0	12.3	
5.09	04:00	105.00	178.0	9.0		235.0	11.9		297.0	15.0		297.0	15.0	
6.35	05:00		206.0	10.4		276.0	14.0		335.0	16.9		335.0	16.9	
7.62	06:00		227.0	11.5		311.0	15.7		375.0	19.0		375.0	19.0	
8.84	07:00		239.0	12.1		328.0	16.6		396.0	20.0		396.0	20.0	
10.16	08:00		246.0	12.4		343.0	17.3		405.0	20.5		405.0	20.5	

*Andrés Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wilder Colquehuza Curo*  
 Ing. Wilder Colquehuza Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

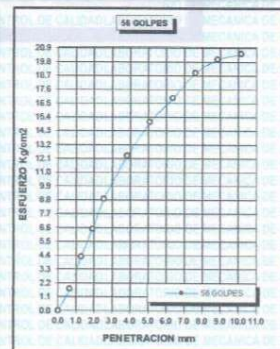
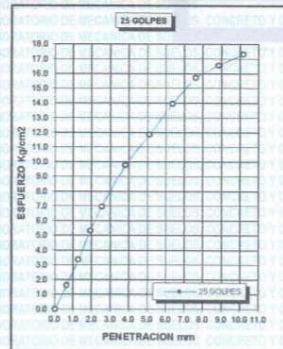
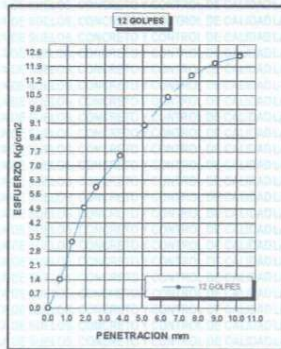
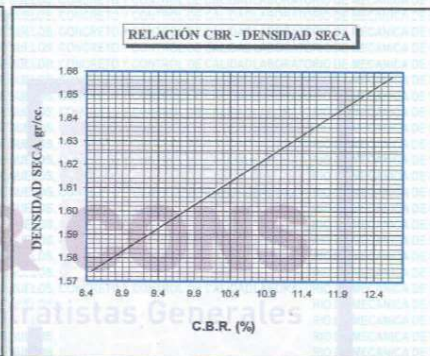
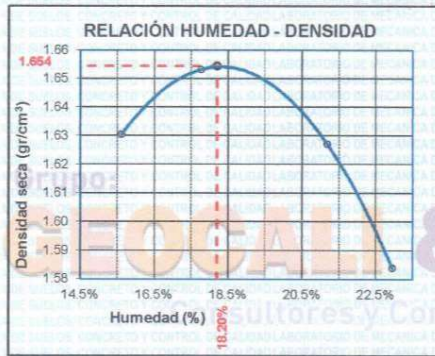
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	"INFLUENCIA DE LÓDOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAIA GOMEZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.65 HUMEDAD OPTIMA (%) : 18.2% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 12.73 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 8.60
MUESTRA	: CALICATA 01 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A - 6
UBICACIÓN	: CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	EMBEBIDO : 4 DIAS
COORDENADA	: 19L 393286.45 8282319.41	
FECHA	: lunes, 4 de Abril de 2022	



*Andrés*  
Bach. Ing. Andres Lurque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*Wilder*  
Ing. Wilder Colquehuaza Curo  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP/N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUIISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-1  
**MUESTRA** : 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

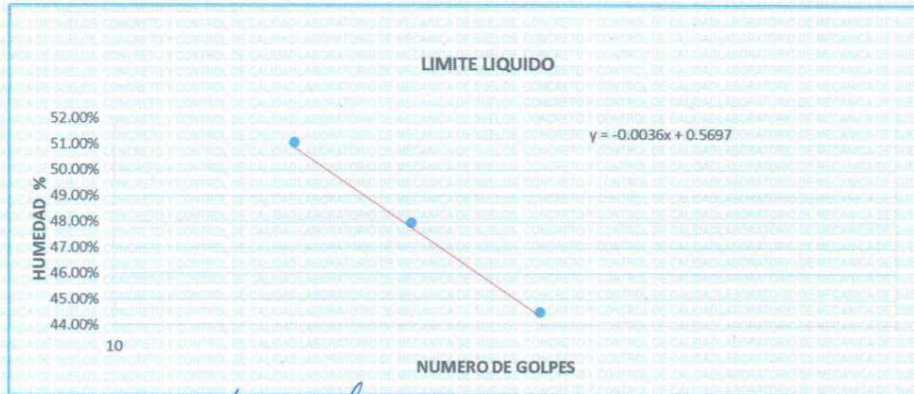
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	F	D	S
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	42.3	150	155
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.2	142.9	148.5
AGUA	gr.	7.1	7.1	6.5
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.3	128.1	133.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.9	14.8	14.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	51.08%	47.97%	44.52%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	L	M
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	146.39	142.21
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	143.4	139.4
AGUA	gr.	2.99	2.81
PESO DE LA CAPSULA	gr.	136	132.5
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.4	6.9
LIMITE PLASTICO	%	40.41%	40.72%

LIMITE LIQUIDO	47.98
LIMITE PLASTICO	40.57
INDICE DE PLASTICIDAD	7.41



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320064



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP/Nº 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

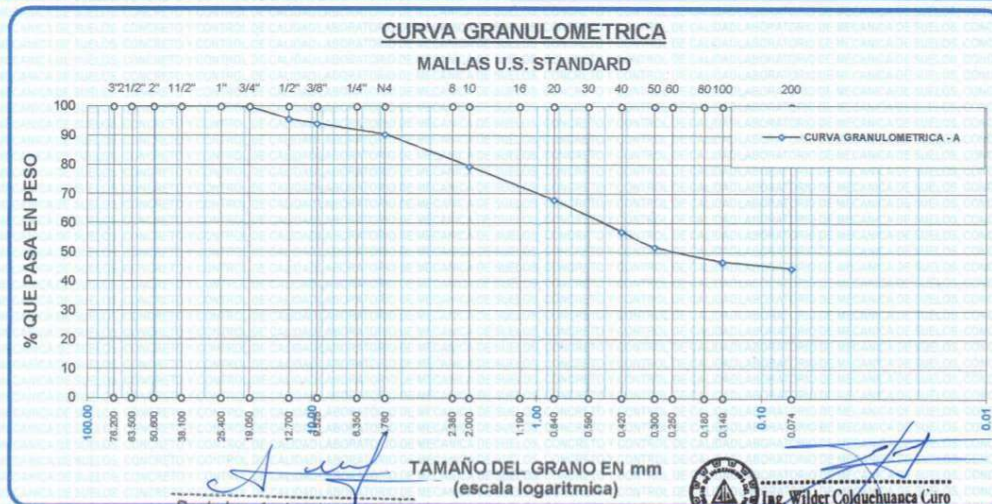
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.I.= 3000.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2753.20	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 246.80	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 15.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	8.90	0.30	0.30	99.70			L.L.= 47.98
1/2"	12.700	114.50	3.82	4.11	95.89			L.P.= 40.57
3/8"	9.525	49.10	1.64	5.75	94.25		I.P.= 7.41	
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	109.60	3.65	9.40	90.60			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	61.00	12.20	20.46	79.54		D60= 0.52	
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	63.00	12.60	31.87	68.13			SUCS SM
No30	0.590							
No40	0.420	59.70	11.94	42.69	57.31		OBSERVACIONES:	
No50	0.300	29.10	5.82	47.96	52.04			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	27.80	5.56	53.00	47.00			
No200	0.074	12.60	2.52	55.28	44.72			
BASE		246.80	49.36	100.00	0.00			
TOTAL		3000.00	100.00					
% PERDIDA		8.23						



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Cokuchuanca Curo  
Especialista Geotecnia y Mecanica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

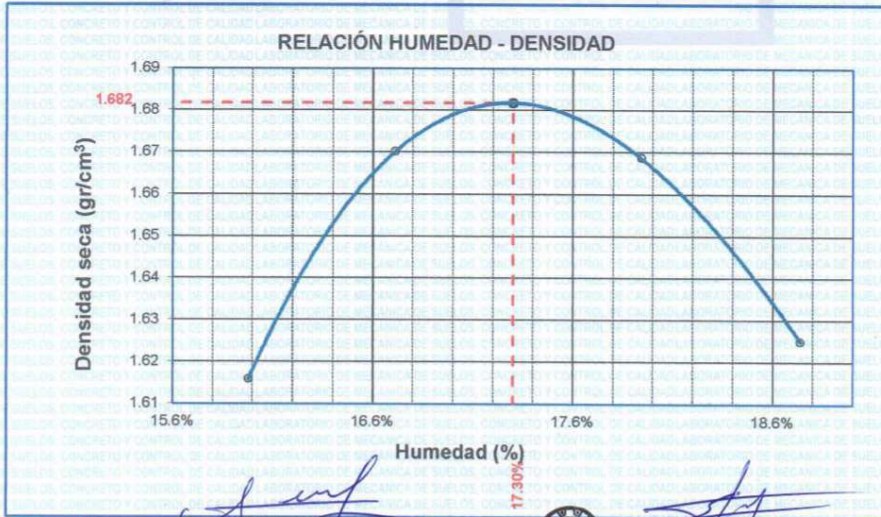
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISEP  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : CALCATA 01 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10380	10540	10580	10498
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3984	4144	4184	4102
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.874	1.949	1.968	1.930

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	145.69	146.05	163.84	155.31	155.20	156.40	154.39	150.85
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.00	130.00	144.00	136.20	135.42	136.00	133.50	131.00
Peso del Agua	gr.	15.69	16.05	19.84	19.11	19.78	20.40	20.89	19.85
Peso de la Capsula	gr.	30.54	30.81	23.38	23.62	23.73	23.76	23.38	23.75
Peso del Suelo Seco	gr.	98.46	99.19	120.62	112.58	111.69	112.24	110.12	107.25
% de Humedad	%	15.78%	16.18%	16.4%	16.97%	17.71%	18.18%	18.97%	18.51%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	15.98%		16.71%		17.94%		18.74%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.616		1.670		1.669		1.625	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.68	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	17.3%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUÑO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAM DEMETRIO APAZA QUISEP  
**UBICACION** : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**MUESTRA** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUÑO DEPARTAMENTO DE PUÑO  
**FECHA** : CALICATA 01 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
 : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12687	12183	12737	12275	12748	12474
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8014	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4654	4150	4716	4254	4734	4460
Peso del Suelo Humedo	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.003	1.786	2.030	1.831	2.037	1.920
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	N	G	B	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	152.00	144.68	166.78	167.78	163.19	165.40	148.80	146.00	134.26
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	125.30	119.40	145.20	140.00	136.00	144.00	127.00	124.00	117.56
Peso del Agua	gr.	26.70	25.28	21.58	27.78	27.19	21.40	21.80	22.00	16.70
Peso de la Capsula	gr.	20.00	22.10	20.40	21.30	22.10	20.58	21.65	21.65	21.12
Peso del Suelo Seco	gr.	105.30	97.30	124.80	118.70	113.90	123.42	105.35	102.35	96.44
% de Humedad	%	25.36%	25.98%	17.29%	23.40%	23.87%	17.34%	20.69%	21.49%	17.32%
Promedio de Humedad	%	25.67%	17.29%	17.29%	23.64%	17.34%	17.34%	21.09%	17.32%	17.32%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.594	1.523	1.642	1.560	1.683	1.636			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		682.0	0.00	0	424.0	0	0	445.0	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	704.0	0.56	0.48	440.0	0.41	0.35	457.0	0.30	0.26
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	706.0	0.61	0.52	443.0	0.48	0.41	459.0	0.36	0.31
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	707.0	0.64	0.55	447.0	0.58	0.50	461.0	0.41	0.35
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	708.0	0.68	0.57	450.0	0.66	0.57	463.0	0.46	0.40

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		34.5	1.7		35.2	1.8		36.7	1.9		36.7	1.9	
1.27	01:00		85.4	4.3		90.2	4.6		94.2	4.8		94.2	4.8	
1.91	01:30		128.7	6.5		129.4	6.5		139.6	7.1		139.6	7.1	
2.54	02:00	70.31	167.8	8.5		179.8	9.1		189.7	9.6		189.7	9.6	
3.81	03:00		231.6	11.7		249.5	12.6		265.3	12.9		265.3	12.9	
5.09	04:00	105.00	269.5	13.6		299.5	15.1		297.5	15.0		297.5	15.0	
6.35	05:00		299.6	15.1		328.4	16.6		329.7	16.7		329.7	16.7	
7.62	06:00		312.6	15.8		348.5	17.6		364.8	17.9		364.8	17.9	
8.84	07:00		324.8	16.4		363.8	18.4		374.6	18.9		374.6	18.9	
10.16	08:00		334.2	16.9		378.3	19.1		384.2	19.4		384.2	19.4	

Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wilder Colquehuana-Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP/Nº 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

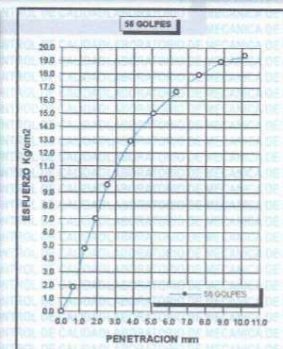
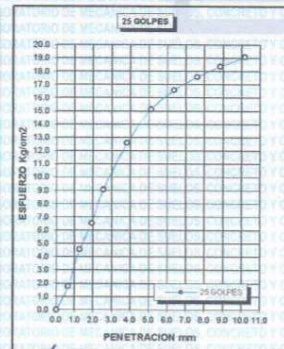
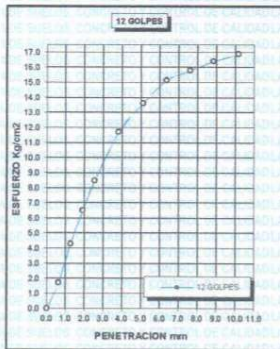
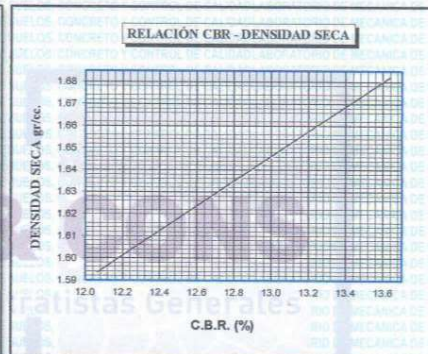
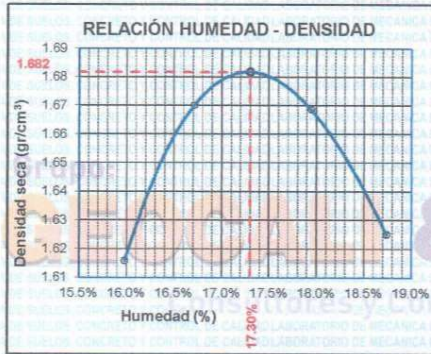
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTCE 132-2000

<b>PROYECTO</b>	"INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA GUISEP Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.68
<b>MUESTRA</b>	CALCATA 01 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODDO DE CONCRETO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	17.3%
<b>UBICACION</b>	CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	13.63
<b>COORDENADA</b>	19L 393286.45 8282319.41	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	12.14
<b>FECHA</b>	lunes, 4 de Abril de 2022	<b>CLASIFICACION</b>	SM
		<b>AASHTO</b>	A-5 <2>
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209471

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPES  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : COPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-2  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

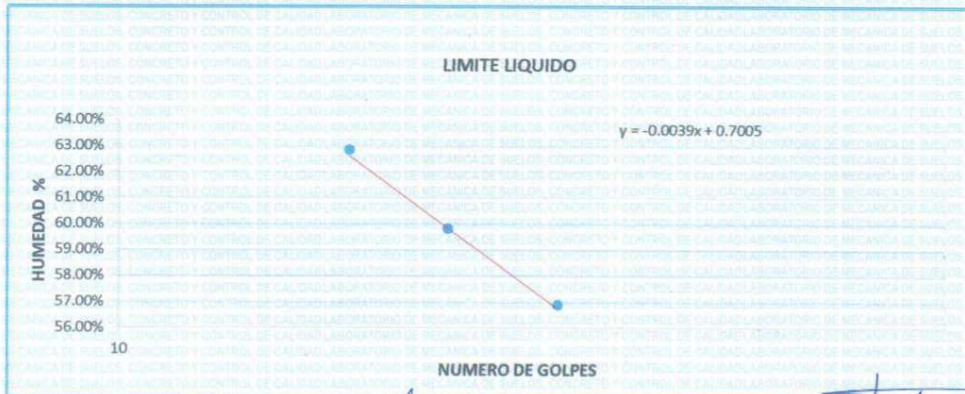
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	R	B	C
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	37.6	39.6	38.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31	32.6	32.2
AGUA	gr.	6.6	7	6.6
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	20.9	20.6
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.5	11.7	11.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	62.86%	59.83%	56.90%
NUMERO DE GOLPES	N	19	25	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	Q	W
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29.22	29.19
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.8	26.7
AGUA	gr.	2.42	2.49
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.6	20.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.2	6.4
LIMITE PLASTICO	%	39.03%	38.91%

LIMITE LIQUIDO	60.25
LIMITE PLASTICO	38.97
INDICE DE PLASTICIDAD	21.28



Bach. Ing. Andres Lluque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Caro  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.I.= 500.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 19.90	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 480.10	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 22.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITE DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 60.25
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00			L.P.= 38.97
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00			I.P.= 21.28
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	0.70	0.14	0.14	99.86			D60= ---
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	0.80	0.16	0.30	99.70			
No30	0.590							
No40	0.420	1.00	0.20	0.50	99.50			
No 50	0.300	0.60	0.12	0.62	99.38			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	3.80	0.76	1.38	98.62			
No200	0.074	13.00	2.60	3.98	96.02			
<b>BASE</b>		480.10	96.02	100.00	0.00		OBSERVACIONES:	
<b>TOTAL</b>		500.00	100.00					
<b>% PERDIDA</b>		96.02						



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Caro  
Eso. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

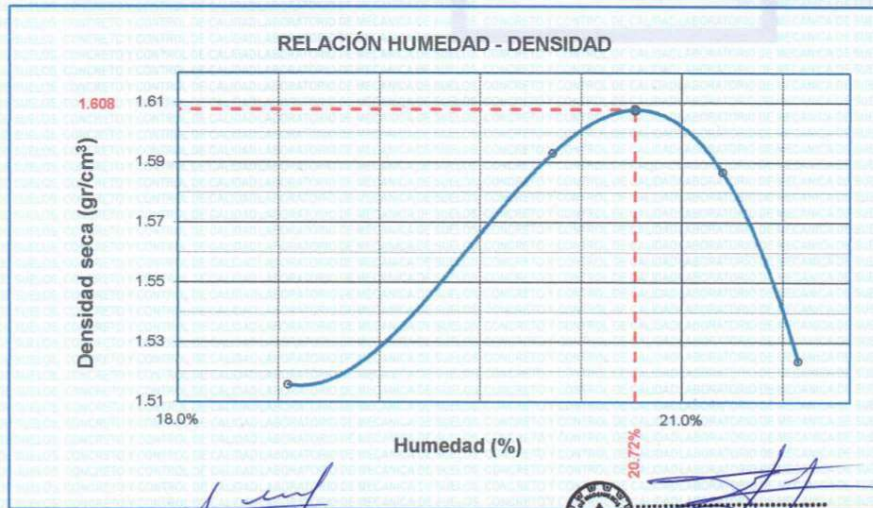
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUIJSPE  
 : Bach. WILLI WALTER NIÑAJA GOMEZ  
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 394265.96 8282520.82  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10220	10468	10486	10338
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	3824	4072	4090	3942
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.799	1.915	1.924	1.854

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	154.60	166.00	178.00	159.96	158.67	160.05	156.28	152.99
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	135.54	144.70	155.55	139.84	135.20	136.00	132.53	130.01
Peso del Agua	gr.	19.06	21.30	22.45	20.12	23.47	24.05	23.75	22.98
Peso de la Capsula	gr.	31.56	32.50	45.00	40.00	23.73	23.76	23.38	23.75
Peso del Suelo Seco	gr.	103.98	112.20	110.55	99.84	111.47	112.24	109.15	106.26
% de Humedad	%	18.33%	18.86%	20.3%	20.15%	21.05%	21.43%	21.76%	21.63%
<b>Promedio de Humedad</b>			18.66%	20.23%		21.24%		21.69%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%		1.516	1.593		1.587		1.524	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.61 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.7%



*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



*Ing. Wilder Colquehuana Curo*  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP, N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAIA GOMEZ

**UBICACIÓN** : CAPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**COORDENADA** : 18L 394265.96 8282520.82

**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON

**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12706	12023	12705	12116	12700	12204
	Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4673	3990	4684	4095	4686	4190
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.011	1.717	2.016	1.762	2.017	1.803

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
	Suelo Humedo + Capsula	gr.	166.00	152.50	178.11	174.20	172.99	158.75	186.66	190.23
Peso del Molde	gr.	130.80	120.44	151.49	142.73	141.43	135.61	154.90	157.48	133.65
Peso del Agua	gr.	35.20	32.06	26.62	31.47	31.56	23.14	31.76	32.75	22.69
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	110.45	99.94	128.49	112.23	110.89	111.91	128.33	128.94	109.56
% de Humedad	%	31.87%	32.08%	20.72%	28.04%	28.46%	20.66%	24.75%	25.40%	20.71%
Promedio de Humedad	%	31.97%	20.72%	28.25%	20.68%	25.07%	20.71%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.524	1.423	1.572	1.460	1.613	1.494			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		562.0	0.00	0	282.0	0	0	551.0	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	584.0	0.56	0.48	298.0	0.41	0.35	563.0	0.30	0.26
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	586.0	0.61	0.52	301.0	0.48	0.41	565.0	0.36	0.31
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	587.0	0.64	0.55	305.0	0.58	0.50	567.0	0.41	0.35
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	588.0	0.66	0.57	308.0	0.66	0.57	569.0	0.46	0.40

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		23.3	1.2		27.0	1.4		30.0	1.5		30.0	1.5	
1.27	01:00		38.0	1.9		44.2	2.2		48.0	2.4		48.0	2.4	
1.91	01:30		48.6	2.5		57.4	2.9		66.0	3.3		66.0	3.3	
2.54	02:00	70.31	59.3	3.0		70.5	3.6		80.0	4.0		80.0	4.0	
3.81	03:00		80.0	4.0		96.0	4.9		112.0	5.7		112.0	5.7	
5.09	04:00	105.00	94.0	4.8		115.0	5.8		138.9	7.0		138.9	7.0	
6.36	05:00		105.0	5.3		128.0	6.5		161.0	8.1		161.0	8.1	
7.62	06:00		113.0	5.7		138.0	7.0		181.8	9.2		181.8	9.2	
8.84	07:00		119.0	6.0		145.0	7.3		198.7	10.0		198.7	10.0	
10.16	08:00		122.8	6.2		149.5	7.6		211.9	10.7		211.9	10.7	

Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colapichuzca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

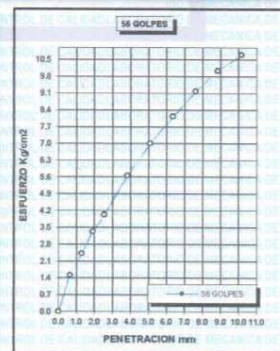
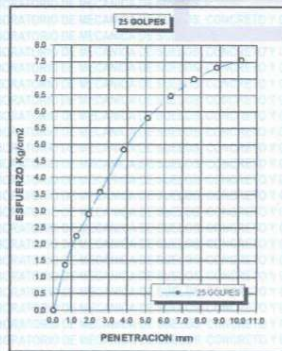
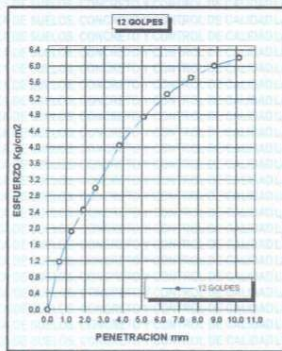
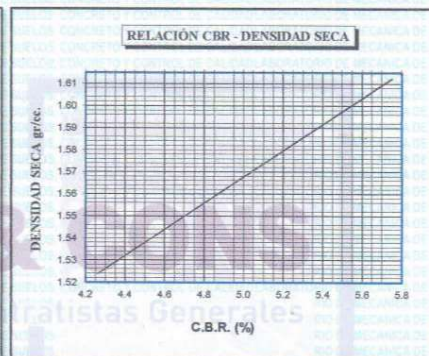
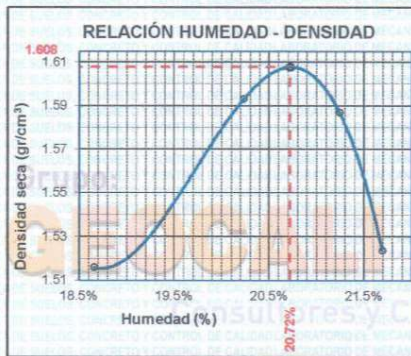
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	"INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) 1.61 HUMEDAD OPTIMA (%) 20.7% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.67 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 4.32
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 02 - MUESTRA PATRON	CLASIFICACION : MH AASHTO : A-7<20>
<b>UBICACIÓN</b>	CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	EMBEBIDO : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b>	19L 394265.96 8282520.82	
<b>FECHA</b>	lunes, 4 de Abril de 2022	



*[Firma]*  
Bach. *[Nombre]* Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320864

*[Firma]*  
Ing. Wilder Colquehuanauro  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-2  
**MUESTRA** : 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

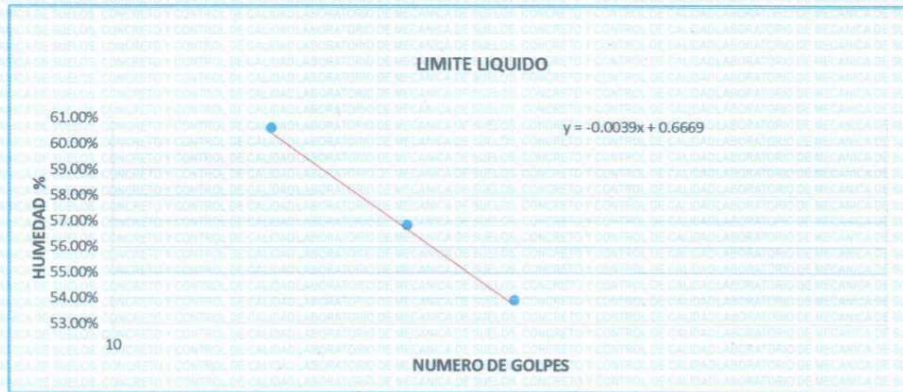
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	B	M	Y
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41.5	44.2	46.2
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.8	35.5	37.3
AGUA	gr.	7.7	8.7	8.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	20.2	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.7	15.3	16.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	60.63%	56.86%	53.94%
NUMERO DE GOLPES	N	16	24	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D	W
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.62	29.05
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	24.8	27
AGUA	gr.	1.82	2.05
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.0	21.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.8	5.3
LIMITE PLASTICO	%	37.92%	38.68%

LIMITE LIQUIDO	56.88
LIMITE PLASTICO	38.30
INDICE DE PLASTICIDAD	18.58



*Andres Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



*Wilder Colquehuana Curo*  
 Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

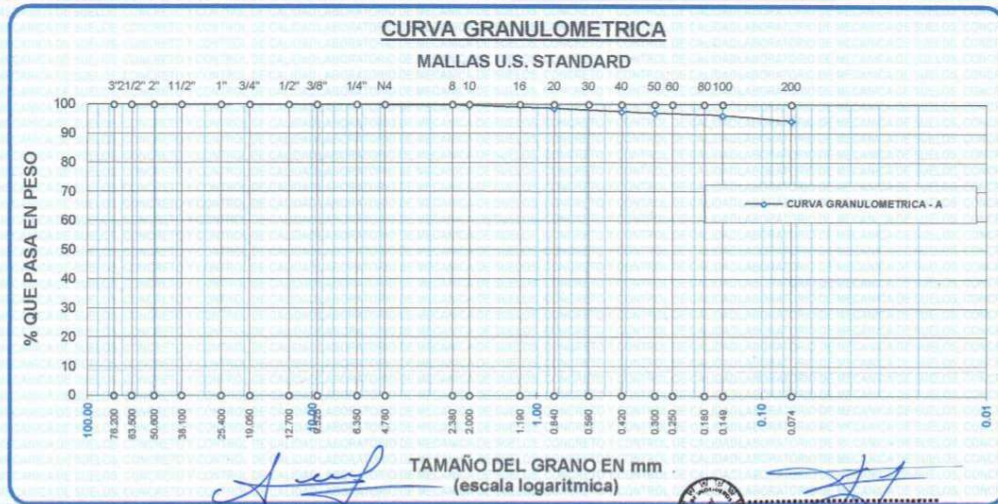
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.I.= 3200.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2727.30	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 472.70	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 19.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 56.88
1/2"	12.700	3.30	0.10	0.10	99.90			L.P.= 38.30
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.10	99.90			L.P.= 18.58
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	1.80	0.06	0.16	99.84			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	0.90	0.18	0.34	99.66			D60= ---
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	5.00	1.00	1.34	98.66			SUCS :MH
No30	0.590							
No40	0.420	5.60	1.12	2.46	97.54			
No 50	0.300	2.20	0.44	2.90	97.10			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	3.70	0.74	3.63	96.37		OBSERVACIONES:	
No200	0.074	9.90	1.98	5.61	94.39			
BASE		472.70	94.54	100.00	0.00			
TOTAL		3200.00	100.00					
% PERDIDA		14.77						



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuanca Cuero  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

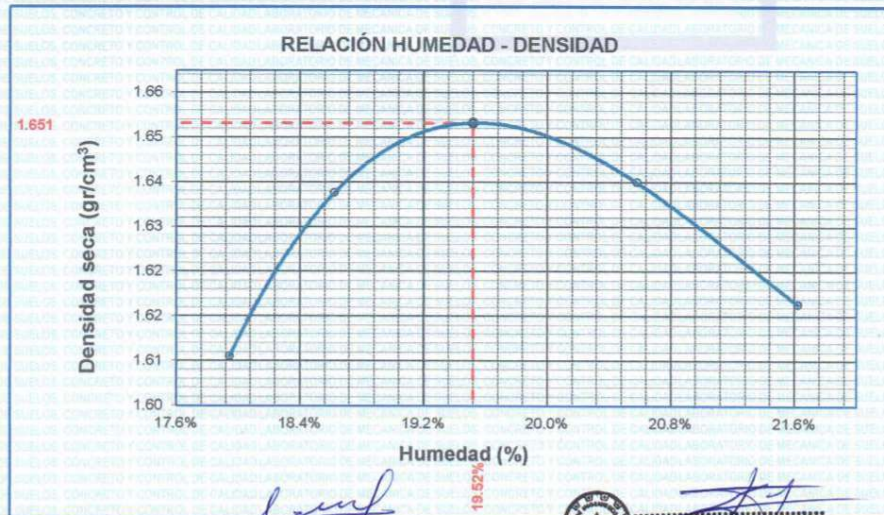
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10430	10527	10600	10580
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4034	4131	4204	4184
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.898	1.943	1.978	1.968

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	194.10	181.35	187.88	175.50	200.67	180.99	186.99	185.76
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	169.30	155.70	163.20	150.00	170.20	153.80	158.50	155.50
Peso del Agua	gr.	24.80	25.65	24.68	25.50	30.47	27.19	28.49	30.26
Peso de la Capsula	gr.	21.81	21.21	21.72	21.22	21.84	21.95	21.19	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	147.49	134.49	141.48	128.78	148.36	131.85	137.31	134.50
% de Humedad	%	16.81%	19.07%	17.4%	19.80%	20.54%	20.62%	20.75%	22.50%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	17.94%		18.62%		20.58%		21.62%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.609		1.638		1.640		1.618	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.65	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	19.5%	



*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320984



*Ing. Wilder Colquehuana Curo*  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAM DEMETRIO APAZA QUISPE  
 : Bach. WILLI WALTER NIÑAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CGPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	III		II		I	
		12754	12147	12698	12194	12758	12324
Peso Suelo Humedo + Molde							
Peso del Molde		8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo		4721	4114	4677	4173	4744	4310
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	g/cm <sup>3</sup>	2.032	1.771	2.013	1.796	2.042	1.855

	No	III			II			I		
		M	N		B	V	C	S	D	F
Capsula No										
Suelo Humedo + Capsula	gr.	163.14	150.88	178.63	172.49	171.24	157.54	184.66	188.23	155.17
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.80	120.44	151.49	142.73	141.43	135.61	154.90	157.48	133.85
Peso del Agua	gr.	32.34	30.44	25.14	29.76	29.81	21.93	29.76	30.75	21.52
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	110.45	99.94	128.49	112.23	110.89	111.91	128.33	128.94	109.56
% de Humedad	%	29.28%	30.46%	19.57%	26.52%	26.88%	19.60%	23.19%	23.85%	19.64%
Promedio de Humedad	%	29.87%	19.57%	19.57%	26.70%	26.70%	19.60%	23.52%	23.85%	19.64%
Densidad del Suelo Seco	g/cm <sup>3</sup>	1.565	1.481	1.481	1.589	1.502	1.502	1.653	1.653	1.550

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		164.0	0.00	0	165.0	0	0	165.0	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	180.0	0.41	0.35	179.0	0.36	0.30	175.0	0.25	0.22
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	192.0	0.71	0.61	190.0	0.64	0.54	185.0	0.53	0.46
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	203.0	0.99	0.85	198.0	0.84	0.72	192.0	0.69	0.59
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	214.0	1.27	1.09	207.0	1.07	0.91	201.0	0.91	0.78

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg
0.00	0:00			0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30			26.0	1.3		34.0	1.7		50.0	2.5	
1.27	01:00			45.0	2.3		57.0	2.9		74.0	3.7	
1.91	01:30			61.0	3.1		71.0	3.6		93.0	4.7	
2.54	02:00	70.31		84.2	4.3		89.0	4.5		103.0	5.2	
3.81	03:00			102.0	5.2		115.0	5.8		139.0	7.0	
5.09	04:00	105.00		117.0	5.9		142.0	7.2		160.0	8.1	
6.35	05:00			132.0	6.7		156.0	7.9		183.0	9.3	
7.62	06:00			146.0	7.4		169.0	8.5		203.0	10.3	
8.84	07:00			156.0	7.9		179.0	9.0		219.0	11.1	
10.16	08:00			164.0	8.3		186.0	9.4		230.0	11.6	

  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320984



  
 Ing. Wilder Colquhuanca Curo  
 Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

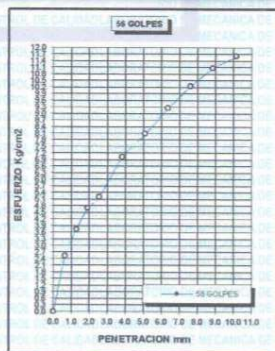
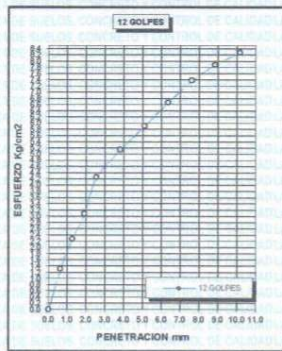
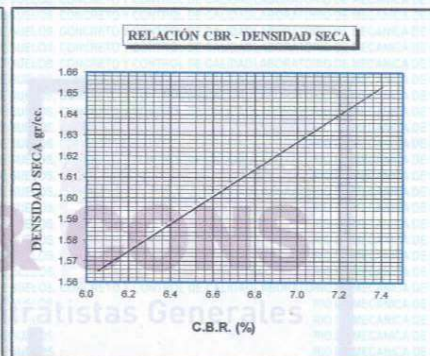
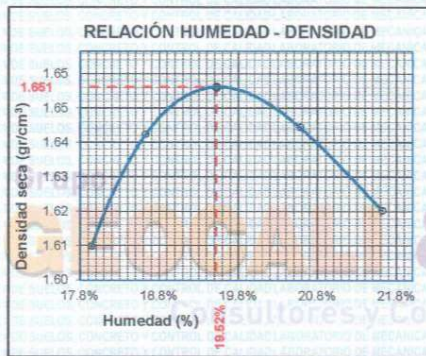
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.65 HUMEDAD OPTIMA (%) : 19.5% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 7.36 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 6.10
MUESTRA	: CALCATA 02 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO	CLASIFICACIÓN : MH AASHTO : A-7 <20>
UBICACIÓN	: CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	EMBEBIDO : 4 DIAS
COORDENADA	: 19L 394265.96 8282520.82	
FECHA	: Lunes, 4 de Abril de 2022	



*[Signature]*  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquechua Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISEP  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-2  
**MUESTRA** : 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

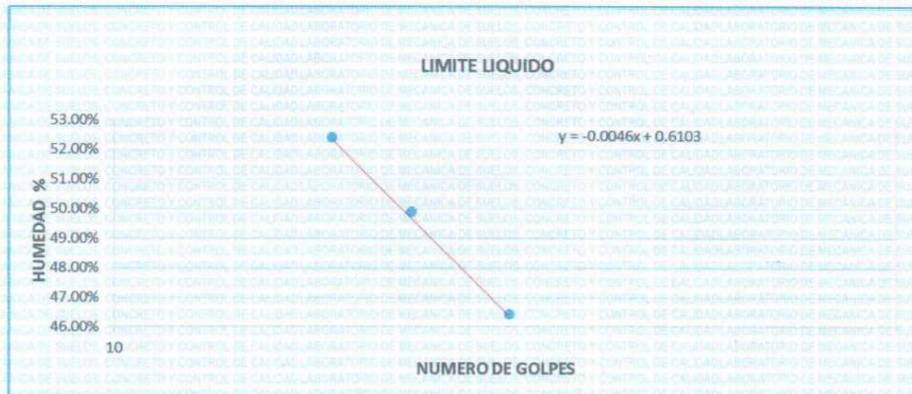
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	E	J	4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.5	37.99	41.68
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33	32.3	34.9
AGUA	gr.	6.5	5.69	6.78
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.6	20.9	20.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.4	11.4	14.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	52.42%	49.91%	46.44%
NUMERO DE GOLPES	N	19	24	32

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D	I
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30	33.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.4	30.1
AGUA	gr.	2.6	3.7
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.7	20.5
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.7	9.6
LIMITE PLASTICO	%	38.81%	38.54%

LIMITE LIQUIDO	49.59
LIMITE PLASTICO	38.67
INDICE DE PLASTICIDAD	10.92



*Andros Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andros Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



*Wilder Colquehuana Curo*  
 Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

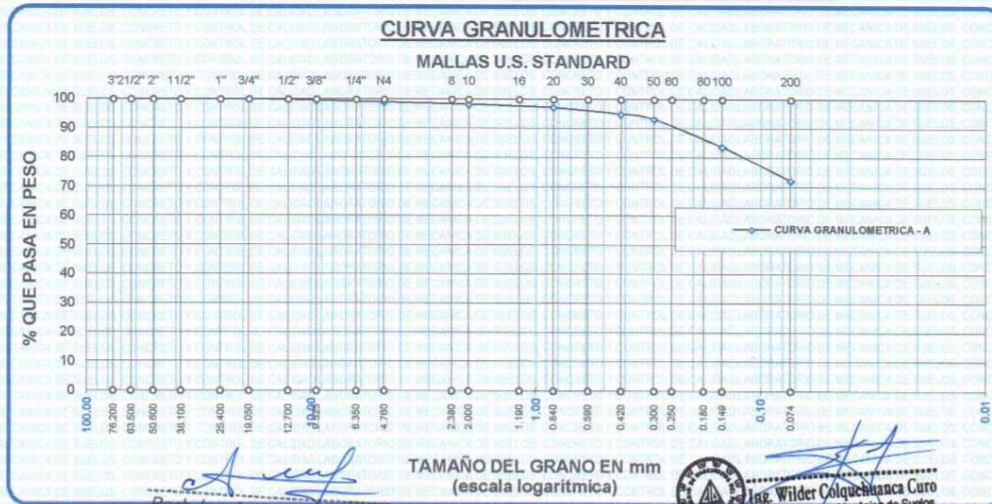
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L.= 3500.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3134.50
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 365.50
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 15.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 49.59 L.P.= 38.67 I.P.= 10.92
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	7.70	0.22	0.22	99.78		
3/8"	9.525	7.70	0.22	0.44	99.56		
1/4"	6.350						
No4	4.760	18.50	0.53	0.97	99.03		CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= ---
No8	2.380						
No10	2.000	3.60	0.72	1.68	98.32		
No16	1.190						
No20	0.840	5.30	1.06	2.73	97.27		CLASIFICACION:  SUCS : ML
No30	0.590						
No40	0.420	11.10	2.22	4.93	95.07		
No 50	0.300	8.80	1.76	6.67	93.33		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	47.60	9.52	16.10	83.90		
No200	0.074	58.10	11.62	27.61	72.39		
BASE		365.50	73.10	100.00	0.00		OBSERVACIONES:
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		10.44					



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

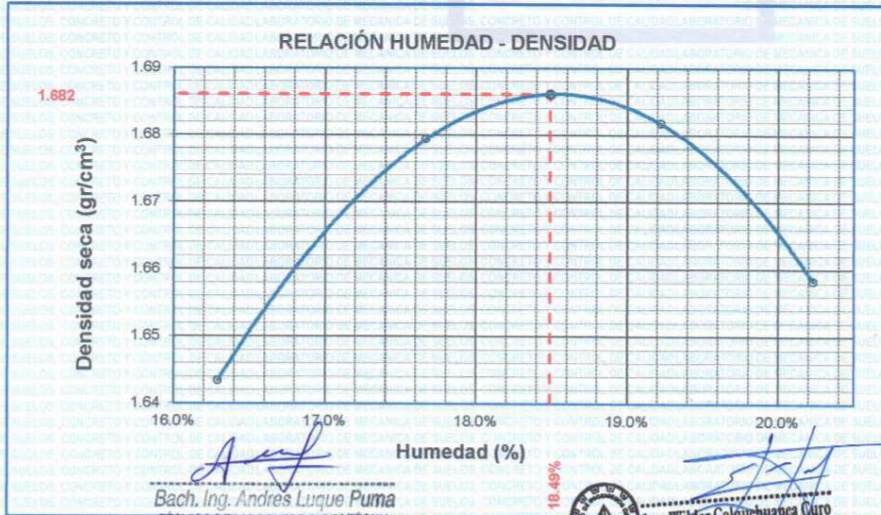
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : CALCATA 02 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : Lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10458	10587	10648	10630
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4062	4191	4252	4234
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.911	1.971	2.000	1.992

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	191.01	188.25	179.68	182.70	193.47	187.19	180.49	191.26
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	168.01	163.99	157.07	157.30	166.11	160.01	154.08	162.21
Peso del Agua	gr.	23.00	24.26	22.61	25.40	27.36	27.18	26.41	29.05
Peso de la Capsula	gr.	21.81	20.00	21.40	21.22	21.20	21.10	21.10	21.20
Peso del Suelo Seco	gr.	146.20	143.99	135.67	136.08	144.91	138.91	132.98	141.01
% de Humedad	%	15.73%	16.85%	16.7%	18.67%	18.88%	19.57%	19.86%	20.60%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.29%		17.67%		19.22%		20.23%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.643		1.675		1.678		1.657	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.68	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	18.5%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquichuanza Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NIÑAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCHP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12747	12747	12834	12834	12750	12750
	Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4714	4714	4813	4813	4736	4736
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	g/cm <sup>3</sup>	2.029	2.029	2.071	2.071	2.038	2.038

Capsula No	No	U	N	G	B	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	154.60	147.10	168.88	169.50	162.88	169.28	152.20	144.50	136.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	126.00	119.94	145.70	140.73	134.80	146.00	129.90	122.66	118.30
Peso del Agua	gr.	28.60	27.16	23.18	28.77	28.08	23.28	22.30	21.82	18.20
Peso de la Capsula	gr.	20.10	21.20	20.40	21.50	20.30	20.20	21.60	21.50	20.10
Peso del Suelo Seco	gr.	105.90	98.74	125.30	119.23	114.50	125.80	108.30	101.18	98.20
% de Humedad	%	27.01%	27.51%	18.50%	24.13%	24.52%	18.49%	20.59%	21.57%	18.53%
Promedio de Humedad	%	27.26%		18.50%	24.33%		18.49%	21.08%		18.53%
Densidad del Suelo Seco	g/cm <sup>3</sup>	1.594		1.712	1.666		1.748	1.683		1.720

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		562.0	0.00	0	282.0	0	0	551.0	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	584.0	0.56	0.48	298.0	0.41	0.35	563.0	0.30	0.26
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	586.0	0.61	0.52	301.0	0.48	0.41	565.0	0.36	0.31
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	587.0	0.64	0.55	305.0	0.58	0.50	567.0	0.41	0.35
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	588.0	0.66	0.57	308.0	0.66	0.57	569.0	0.46	0.40

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00			0.00	0.00		0.0	0.00			0.0	0.00		
0.63	00:30			43.0	2.2		55.4	2.8			59.0	3.0		
1.27	01:00			71.6	3.6		91.0	4.6			101.0	5.1		
1.91	01:30			88.0	4.4		125.0	6.3			145.0	7.3		
2.54	02:00	70.31		108.8	5.5		166.2	8.4			179.0	9.0		
3.81	03:00			144.0	7.3		217.0	11.0			263.0	13.3		
5.09	04:00	105.00		184.0	9.3		269.0	13.6			320.0	16.2		
6.35	05:00			216.6	10.9		300.4	15.2			363.0	18.3		
7.62	06:00			243.5	12.3		329.8	16.7			410.0	20.7		
8.84	07:00			266.8	13.5		348.2	17.6			438.0	22.1		
10.16	08:00			280.4	14.2		364.6	18.4			458.0	23.2		

*[Signature]*  
 Bach. Ing. Andres Loque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*[Signature]*  
 Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

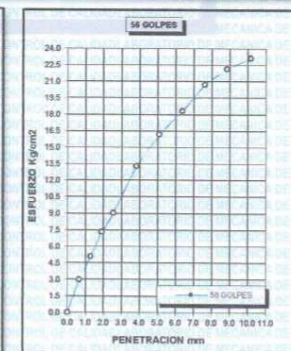
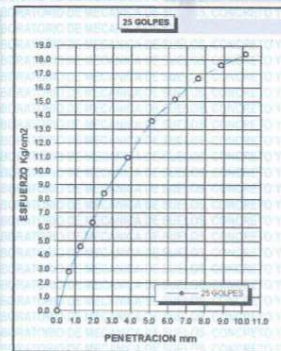
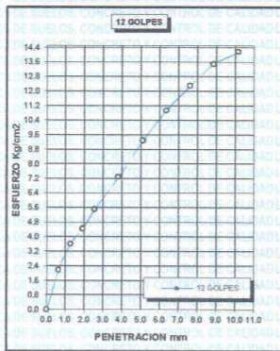
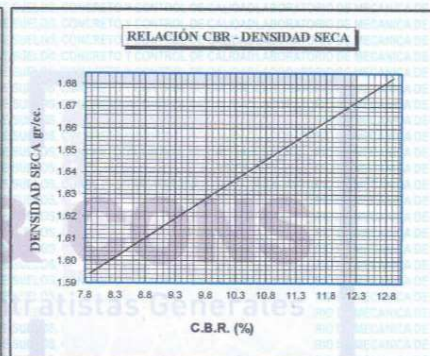
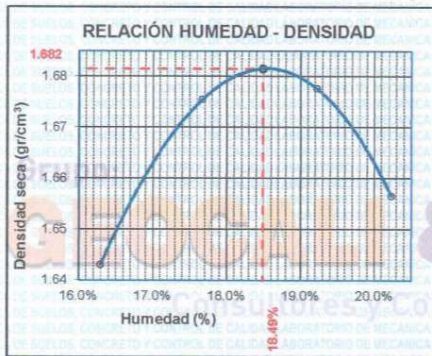
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS-SUCASCO, PUNO 2022"	METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.68
MUESTRA	: CALICATA 02 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO	HUMEDAD OPTIMA (%)	18.5%
UBICACIÓN	: CCP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.78
COORDENADA	: 19L 394265.96 8282520.82	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.01
FECHA	: Lunes, 4 de Abril de 2022	CLASIFICACIÓN	: ML
		AASHTO	: A-6
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



*Ing. Andres Luque Puma*  
 INGENIERO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 76320064



*Ing. Wilder Colquehuasi Curo*  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUIISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-2  
**MUESTRA** : 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

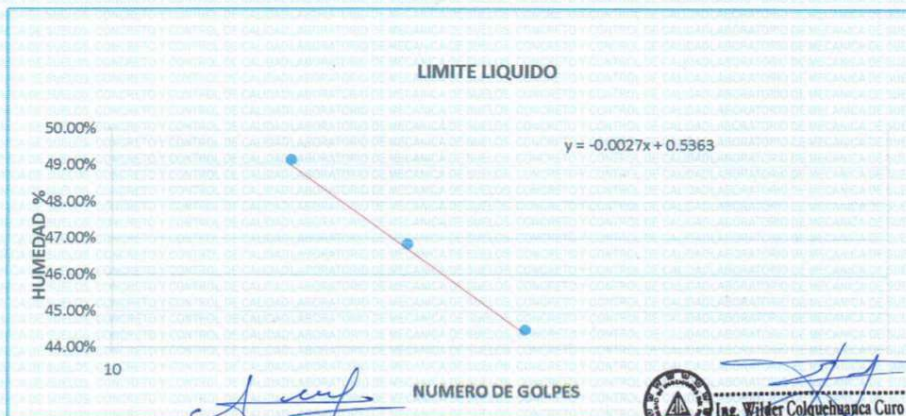
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	2	6	5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	89.5	84	91.7
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	80.7	77.3	82.8
AGUA	gr.	8.8	6.7	8.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	62.8	63	62.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	17.9	14.3	20
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	49.18%	46.85%	44.50%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	3	4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	80.5	82
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	75.7	76.7
AGUA	gr.	4.8	5.3
PESO DE LA CAPSULA	gr.	63.3	63.1
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.4	13.6
LIMITE PLASTICO	%	38.71%	38.97%

LIMITE LIQUIDO	46.84
LIMITE PLASTICO	38.84
INDICE DE PLASTICIDAD	8.00



*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



*Ing. Wilder Colquehuanga Cuero*  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

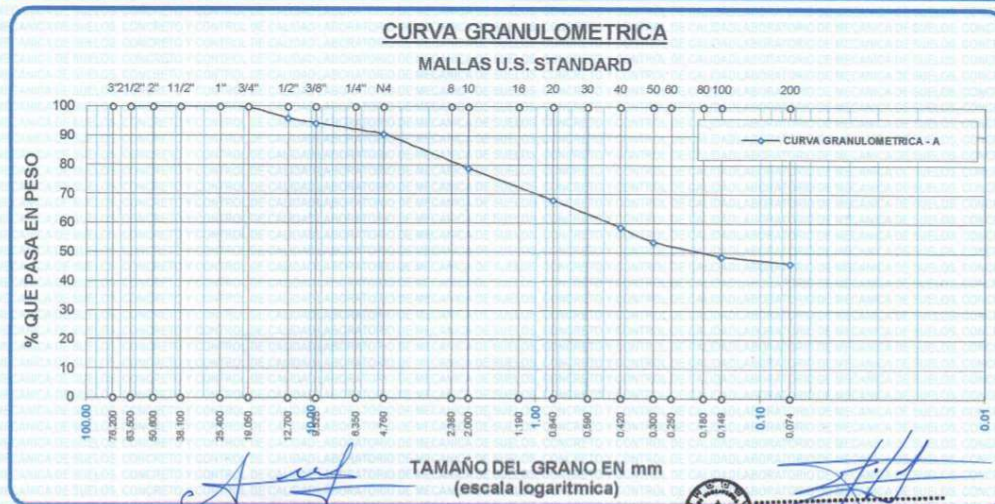
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.I.= 3000.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2744.10	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 255.90	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 21.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	6.00	0.20	0.20	99.80			L.L.= 46.84
1/2"	12.700	111.00	3.70	3.90	96.10			L.P.= 38.84
3/8"	9.525	49.50	1.65	5.55	94.45		I.P.= 8.00	
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	110.00	3.67	9.22	90.78			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	65.00	13.00	21.02	78.98			D60= 0.47
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	60.00	12.00	31.91	68.09			
No30	0.590							
No40	0.420	51.00	10.20	41.17	58.83			
No50	0.300	27.00	5.40	46.07	53.93			
No60	0.250						SUCS SM	
No80	0.180							
No100	0.149	28.00	5.60	51.16	48.84			
No200	0.074	13.10	2.62	53.54	46.46			
BASE		255.90	51.18	100.00	0.00		OBSERVACIONES:	
TOTAL		3000.00	100.00					
% PERDIDA		8.53						



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Coiquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

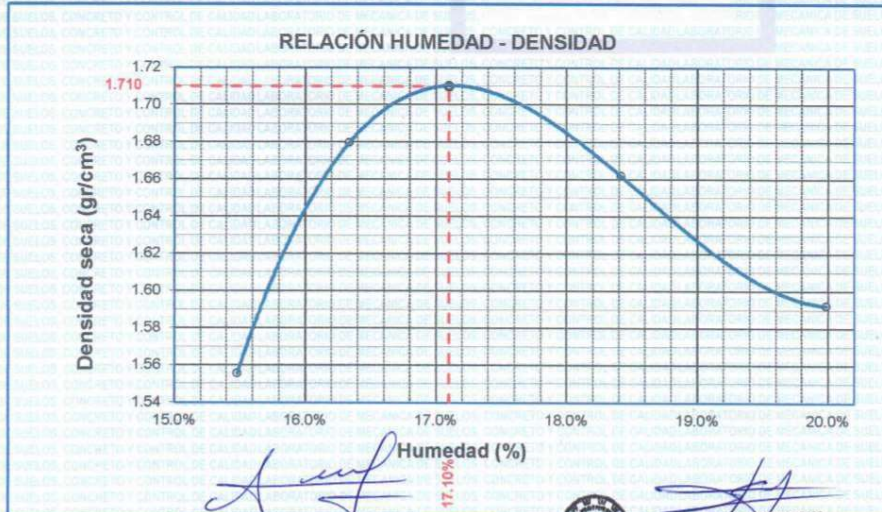
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10215	10550	10580	10458
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3819	4154	4184	4062
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.796	1.954	1.968	1.911

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	187.06	172.31	180.40	165.00	192.80	173.50	180.80	177.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	165.26	151.66	158.12	144.96	166.46	149.76	154.46	151.46
Peso del Agua	gr.	21.80	20.65	22.28	20.04	26.34	23.74	26.34	26.34
Peso de la Capsula	gr.	22.20	20.30	21.60	22.40	21.50	22.50	21.70	20.60
Peso del Suelo Seco	gr.	143.06	131.36	136.52	122.56	144.96	127.26	132.76	130.86
% de Humedad	%	15.24%	15.72%	16.3%	16.35%	18.17%	18.65%	19.84%	20.13%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	15.48%		16.34%		18.41%		19.98%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.556		1.680		1.662		1.592	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.71	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	17.1%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LÓDOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISEP  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : Lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12793	12267	12779	12275	12793	12491
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4760	4234	4758	4254	4779	4477
Peso del Suelo Humedo	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.049	1.822	2.048	1.831	2.057	1.927
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	T	B	E	D	V	W	S	A	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	153.50	161.70	158.32	137.00	141.60	135.20	133.90	125.70	130.38
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	126.00	132.14	138.20	114.73	118.43	118.60	115.00	108.18	114.40
Peso del Agua	gr.	27.50	29.56	20.12	22.27	23.17	16.60	18.90	17.52	15.98
Peso de la Capsula	gr.	20.10	21.40	20.60	20.80	22.40	21.30	20.40	21.30	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	105.90	110.74	117.60	93.93	96.03	97.30	94.60	86.88	93.40
% de Humedad	%	25.97%	26.69%	17.11%	23.71%	24.13%	17.06%	19.98%	20.17%	17.11%
Promedio de Humedad	%	26.33%	17.11%	17.11%	23.92%	17.06%	17.06%	20.07%	20.07%	17.11%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.622	1.556	1.653	1.564	1.713	1.645			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		103.0	0.00	0	102.0	0	0	102.0	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	127.0	0.61	0.52	122.0	0.51	0.43	115.0	0.33	0.28
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	143.0	1.02	0.87	138.0	0.91	0.78	128.0	0.66	0.57
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	158.0	1.40	1.20	151.0	1.24	1.07	141.0	0.99	0.85
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	172.0	1.75	1.50	162.0	1.52	1.30	154.0	1.32	1.13

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		47.9	2.4		57.2	2.9		60.8	3.1		60.8	3.1	
1.27	01:00		95.0	4.8		99.4	5.0		112.8	5.7		112.8	5.7	
1.91	01:30		126.5	6.4		138.7	7.0		148.8	7.5		148.8	7.5	
2.54	02:00	70.31	170.7	8.6		179.4	9.1		196.7	9.9		196.7	9.9	
3.81	03:00		229.8	11.6		238.7	12.1		261.7	13.2		261.7	13.2	
5.09	04:00	105.00	278.4	14.1		281.3	14.2		303.5	15.3		303.5	15.3	
6.35	05:00		309.7	15.7		314.8	15.9		329.7	16.7		329.7	16.7	
7.62	06:00		324.7	16.4		332.9	16.8		346.8	17.5		346.8	17.5	
8.84	07:00		334.5	16.9		346.2	17.5		358.4	18.1		358.4	18.1	
10.16	08:00		342.1	17.3		351.9	17.8		367.50	18.6		367.50	18.6	

*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320304

*Ing. Wilder Colquehuasiuro*  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

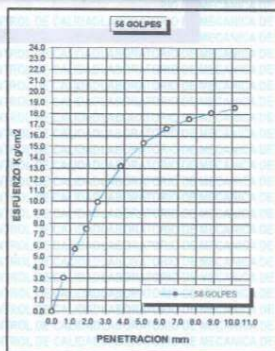
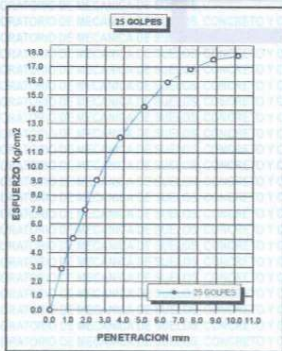
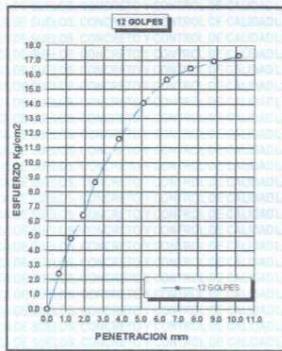
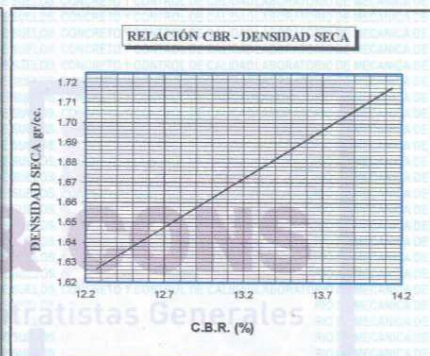
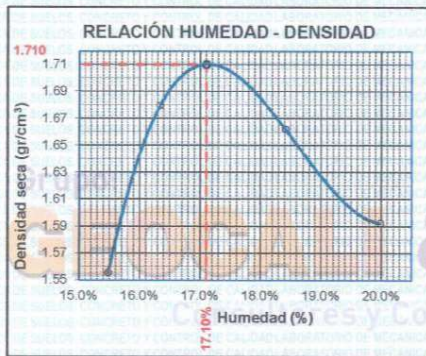
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

<b>PROYECTO</b> : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> : 1.71 <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> : 17.1% <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> : 14.08 <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> : 12.33
<b>MUESTRA</b> : CONCRETO	<b>CLASIFICACION</b> : SM <b>AASHTO</b> : A-5 <2>
<b>UBICACIÓN</b> : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b> : 19L 394265.96 8282520.82	
<b>FECHA</b> : lunes, 4 de Abril de 2022	



*Andres Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320664

*Wilder Colquehuana Curo*  
 Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD**

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)**

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CAPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-3  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

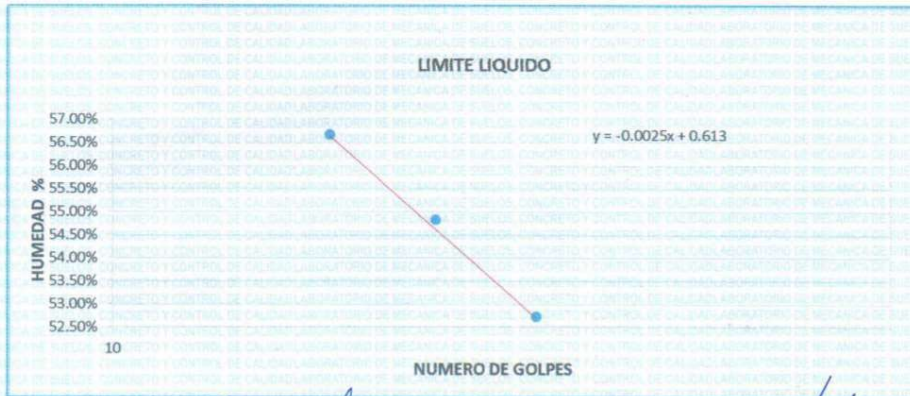
**LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	H	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	47.24	45.95	47.12
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	37.6	36.77	38.34
AGUA	gr.	9.64	9.18	8.78
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.59	20.03	21.69
PESO DEL SUELO SECO	gr.	17.01	16.74	16.65
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	56.67%	54.84%	52.73%
NUMERO DE GOLPES	N	19	26	35

**LIMITE PLASTICO**

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	M	N
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.63	32.32
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.65	29.34
AGUA	gr.	2.98	2.98
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20	20.74
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.65	8.6
LIMITE PLASTICO	%	34.45%	34.65%

LIMITE LIQUIDO	55.16
LIMITE PLASTICO	34.55
INDICE DE PLASTICIDAD	20.61



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 C.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

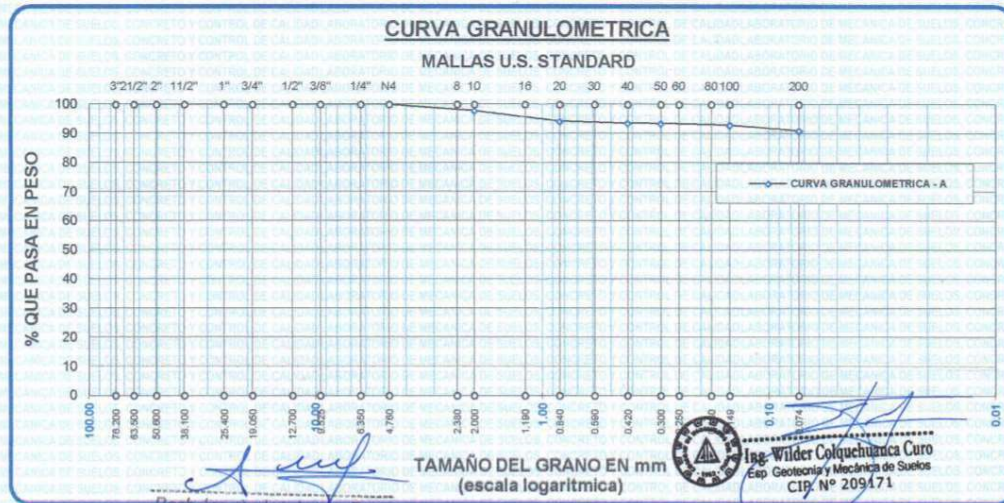
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON

**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.L.= 700.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 62.40	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 637.60	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 28.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 55.16
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00			L.P.= 34.55
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00			I.P.= 20.61
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00			D10= ---- Cu= ----
No8	2.380							D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	15.00	2.14	2.14	97.86			D60= ----
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	25.00	3.57	5.71	94.29			SUCS MH
No30	0.590							
No40	0.420	5.00	0.71	6.43	93.57			
No 50	0.300	0.60	0.09	6.51	93.49			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	3.80	0.54	7.06	92.94		OBSERVACIONES:	
No200	0.074	13.00	1.86	8.91	91.09			
BASE		637.60	91.09	100.00	0.00			
TOTAL		700.00	100.00					
% PERDIDA		91.09						



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

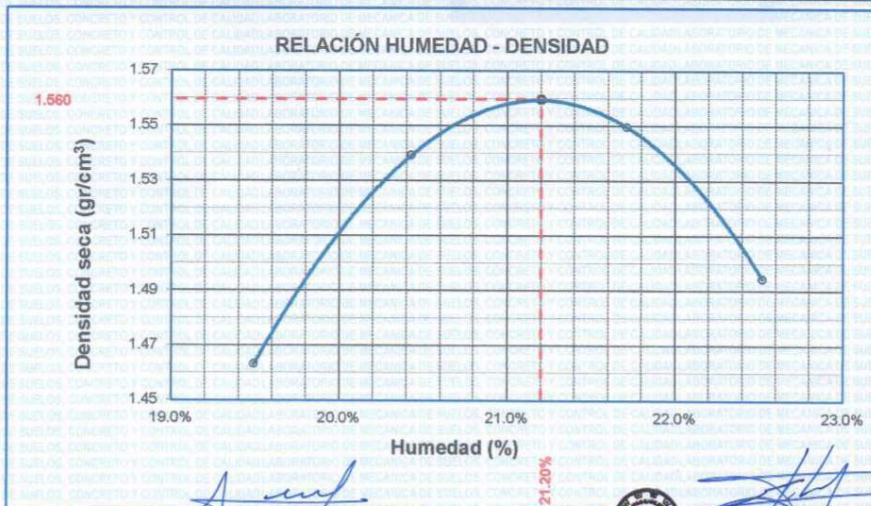
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 399286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10113	10337	10406	10289
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3717	3941	4010	3893
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.748	1.854	1.886	1.831

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	186.07	181.26	164.00	175.60	178.00	182.99	181.68	177.75
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	160.00	155.00	140.00	150.00	149.81	153.30	152.13	148.97
Peso del Agua	gr.	26.07	26.26	24.00	25.60	28.19	29.69	29.55	28.78
Peso de la Capsula	gr.	23.50	22.95	23.63	23.48	19.01	17.55	20.88	21.22
Peso del Suelo Seco	gr.	136.50	132.05	116.37	126.52	130.80	135.75	131.25	127.75
% de Humedad	%	19.10%	19.89%	20.6%	20.23%	21.55%	21.87%	22.51%	22.53%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	19.49%		20.43%		21.71%		22.52%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.463		1.539		1.550		1.495	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.56	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	21.2%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotécnica y Mecánica de Suelos  
 C.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAM DEMETRIO APAZA QUISPE  
 : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12562	11882	12612	11972	12605	12116
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4549	3849	4591	3951	4591	4102
Peso del Suelo Humedo	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.958	1.657	1.976	1.700	1.976	1.765
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	150.40	151.71	138.56	186.00	175.80	156.33	193.40	196.70	151.57
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	118.99	119.68	116.00	149.00	140.20	132.80	158.00	160.00	129.00
Peso del Agua	gr.	31.41	32.05	20.56	37.00	35.60	23.73	35.40	36.70	22.57
Peso de la Capsula	gr.	21.60	21.30	21.00	20.52	20.03	20.80	22.56	22.50	22.45
Peso del Suelo Seco	gr.	97.39	98.36	97.00	128.48	120.17	111.80	135.44	137.50	106.55
% de Humedad	%	32.25%	32.58%	21.20%	28.80%	29.62%	21.23%	26.14%	26.69%	21.18%
Promedio de Humedad	%	32.42%	21.20%	21.20%	29.21%	29.21%	21.23%	26.41%	26.41%	21.18%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.479	1.367	1.367	1.529	1.403	1.403	1.563	1.563	1.457

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		540.0	0.00	0	512.2	0	0	400.6	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	550.0	0.25	0.22	522.0	0.25	0.21	410.2	0.24	0.21
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	560.0	0.51	0.44	531.8	0.50	0.43	419.8	0.49	0.42
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	570.0	0.76	0.65	541.6	0.75	0.64	429.4	0.73	0.63
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	580.0	1.02	0.87	551.4	1.00	0.86	439.0	0.98	0.85

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg
0.00	0.00			0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30			18.6	0.9		24.6	1.2		30.9	1.6	
1.27	01:00			37.3	1.9		38.5	1.9		47.3	2.4	
1.91	01:30			48.8	2.5		54.8	2.8		65.4	3.3	
2.54	02:00	70.31		61.1	3.1		72.4	3.7		79.8	4.0	
3.81	03:00			78.3	4.0		96.4	5.0		105.3	5.3	
5.09	04:00	105.00		95.2	4.8		119.9	6.1		129.4	6.5	
6.35	05:00			115.5	5.8		139.3	7.0		159.3	8.1	
7.62	06:00			132.9	6.7		162.2	8.2		182.5	9.2	
8.84	07:00			148.1	7.5		179.3	9.1		198.9	10.1	
10.16	08:00			154.6	7.8		190.1	9.6		207.2	10.5	

*[Firma]*  
 Bach. Ing. Andres Luyue Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*[Firma]*  
 Ing. Wilder Colquechaca Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 C.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

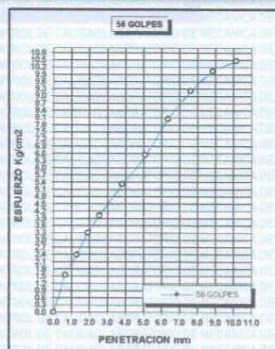
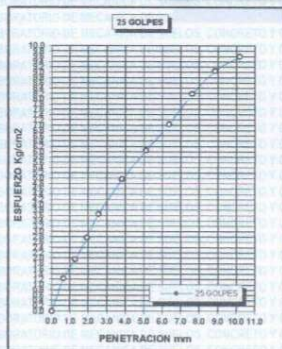
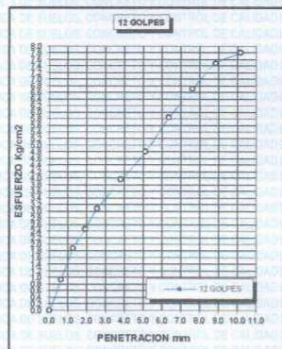
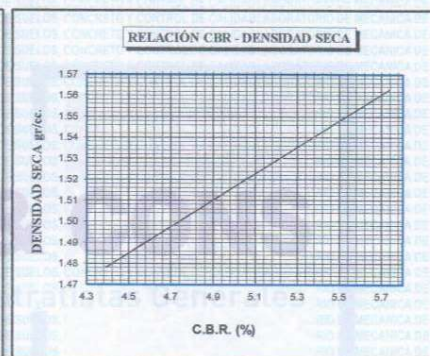
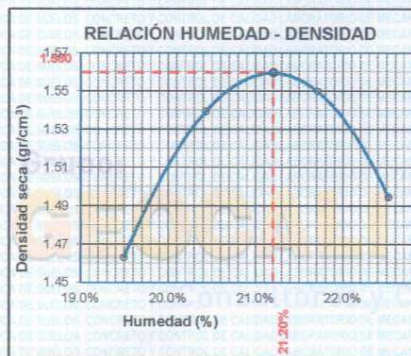
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

<b>PROYECTO</b>	: "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b>	1.56
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 03 - MUESTRA PATRON	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	21.2%
<b>UBICACIÓN</b>	: CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	5.69
<b>COORDENADA</b>	: 19L 393286.45 8282319.41	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	4.45
<b>FECHA</b>	: lunes, 4 de Abril de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: MH
		<b>AASHTO</b>	: A-7<20>
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



*Andrés Luque Puma*  
Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



*Wilder Colquehuana Curo*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPES  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-3  
**MUESTRA** : 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

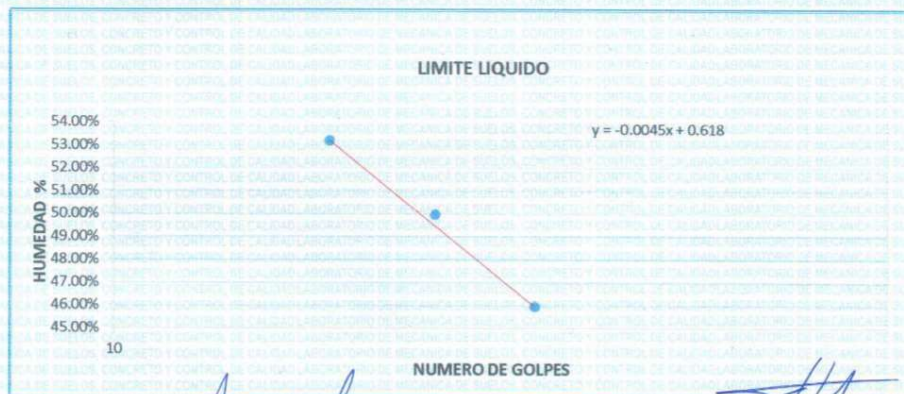
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	4	F	D
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	45.12	44.97	46.42
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	36.5	37.25	38.7
AGUA	gr.	8.62	7.72	7.72
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.3	21.8	21.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	16.2	15.45	16.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	53.21%	49.97%	45.95%
NUMERO DE GOLPES	N	19	26	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	1	P
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.4	32.7
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.6	29.5
AGUA	gr.	2.8	3.2
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.7	20.45
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.95	9.05
LIMITE PLASTICO	%	35.22%	36.36%

LIMITE LIQUIDO	50.47
LIMITE PLASTICO	35.29
INDICE DE PLASTICIDAD	15.18



Bach. *[Signature]* Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-3  
**MUESTRA** : 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.I.= 3200.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2727.70	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 472.30	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 26.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 50.47
1/2"	12.700	4.00	0.13	0.13	99.88			L.P.= 35.29
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.13	99.88			L.P.= 15.18
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	2.00	0.06	0.19	99.81			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	0.90	0.18	0.37	99.63			D60= ---
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	5.00	1.00	1.37	98.63			SUCS :MH
No30	0.590							
No40	0.420	5.10	1.02	2.38	97.62			
No 50	0.300	2.20	0.44	2.82	97.18			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	4.50	0.90	3.72	96.28			
No200	0.074	10.00	2.00	5.72	94.28			
BASE		472.30	94.46	100.00	0.00		OBSERVACIONES:	
TOTAL		3200.00	100.00					
% PERDIDA		14.76						



Bach. *Ing. Andres L. Puma*  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECHIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuanca  
 Eng. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 289171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

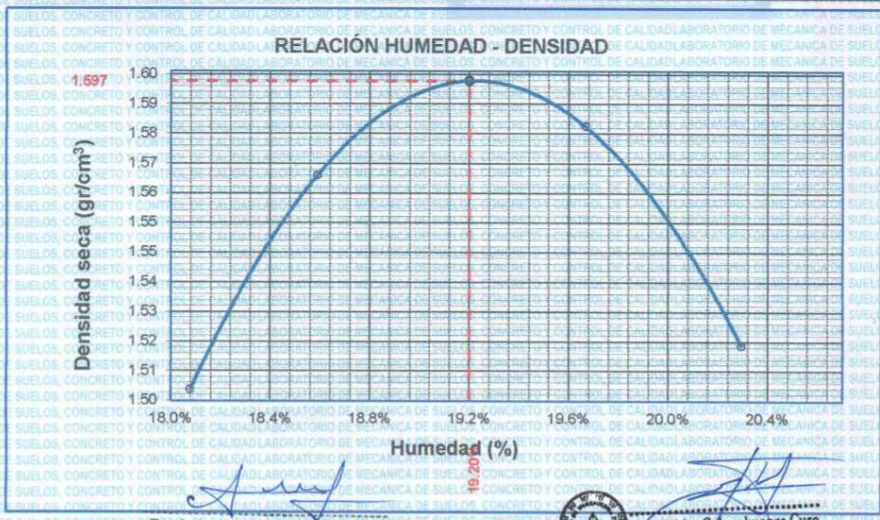
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS-SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

<b>MOLDE No</b>	: LABORATORIO 1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	: 2126	<b>cm<sup>3</sup></b>
<b>No DE CAPAS</b>	: LABORATORIO 5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	: 56	<b>golpes</b>

<b>Peso Suelo Húmedo + Molde</b>	gr.	10170	10350	10424	10275
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup>	3774	3954	4028	3879
<b>Densidad del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.775	1.860	1.895	1.825

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Húmedo + Capsula</b>	gr.	182.50	180.00	182.40	177.56	185.16	176.25	173.90	176.30
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	158.40	156.00	157.50	153.50	160.00	152.00	150.00	151.45
<b>Peso del Agua</b>	gr.	24.10	24.00	24.90	24.06	25.16	24.25	23.90	24.85
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	24.48	23.84	23.93	23.69	30.26	30.40	30.62	30.63
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	133.92	132.16	133.57	129.81	129.74	121.60	119.38	120.82
<b>% de Humedad</b>	%	18.00%	18.16%	18.6%	18.53%	19.39%	19.94%	20.02%	20.57%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.08%		18.59%		19.67%		20.29%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.503		1.568		1.583		1.517	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 1.60	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 19.2%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI: 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP N° 209471



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAM DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLY WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286 45 - 8282319 41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LOCO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III		II		I					
	5	12	5	25	56	56				
No DE CAPAS	5		5		5					
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR				
Peso Suelo Humedo + Molde	gr. 12653	11999	12721	12117	12686	12273				
Peso del Molde	gr. 8033	8033	8021	8021	8014	8014				
Peso del Suelo Humedo	gr. 4620	3966	4700	4096	4672	4259				
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup> . 2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46				
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> . 1.988	1.707	2.023	1.763	2.011	1.833				
<b>Capsula No</b>	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr. 172.00	155.20	183.63	180.80	178.10	162.09	193.70	197.00	159.20	
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr. 136.00	122.94	157.76	147.73	145.43	139.78	159.90	162.88	137.45	
Peso del Agua	gr. 36.00	32.26	25.87	32.87	32.67	22.31	33.80	34.32	21.75	
Peso de la Capsula	gr. 20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	28.57	28.54	24.09	
Peso del Suelo Seco	gr. 115.85	102.44	134.76	117.23	114.89	116.08	133.33	134.14	113.36	
% de Humedad	%	31.13%	31.49%	19.20%	28.04%	28.44%	19.22%	25.35%	25.59%	19.19%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	<b>31.31%</b>	<b>19.20%</b>	<b>28.24%</b>	<b>19.22%</b>	<b>25.47%</b>	<b>19.19%</b>			
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.514</b>	<b>1.432</b>	<b>1.577</b>	<b>1.479</b>	<b>1.603</b>	<b>1.538</b>			

## EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00 a.m.		164.0	0.00	0	165.0	0	0	165.0	0	0
28/03/2022	10:00 a.m.	24:00:00	173.8	0.25	0.21	174.7	0.25	0.21	174.6	0.24	0.21
28/03/2022	10:00 a.m.	48:00:00	183.6	0.50	0.43	184.4	0.49	0.42	184.2	0.49	0.42
28/03/2022	10:00 a.m.	72:00:00	193.4	0.75	0.64	194.1	0.74	0.63	193.8	0.73	0.63
28/03/2022	10:00 a.m.	96:00:00	203.2	1.00	0.85	203.8	0.99	0.84	203.4	0.98	0.84

## PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		20.1	1.0		29.6	1.5		32.9	1.7		32.9	1.7	
1.27	01:00		41.3	2.1		53.5	2.7		59.3	3.0		59.3	3.0	
1.91	01:30		58.4	3.0		70.8	3.6		81.4	4.1		81.4	4.1	
2.54	02:00	70.31	83.5	4.2		95.8	4.8		100.8	5.1		100.8	5.1	
3.81	03:00		97.4	4.9		121.9	6.2		140.3	7.1		140.3	7.1	
5.09	04:00	105.00	117.7	5.9		148.8	7.5		179.5	9.1		179.5	9.1	
6.35	05:00		140.6	7.1		174.1	8.8		216.7	11.0		216.7	11.0	
7.62	06:00		158.6	8.0		192.9	9.8		237.7	12.0		237.7	12.0	
8.84	07:00		170.4	8.6		202.5	10.2		250.8	12.7		250.8	12.7	
10.16	08:00		176.8	8.9		208.8	10.6		257.7	13.0		257.7	13.0	

Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI: 75320964



Ing. Wilder Zolquehuana Caro  
 Exp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

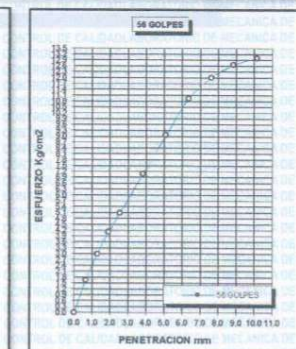
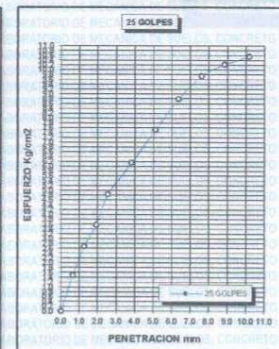
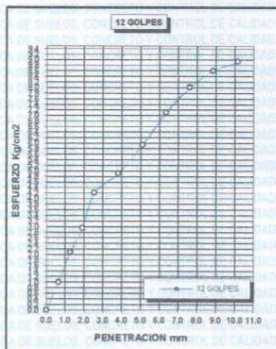
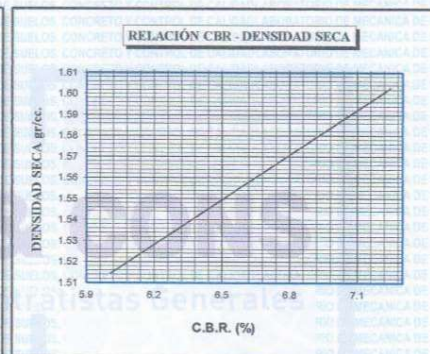
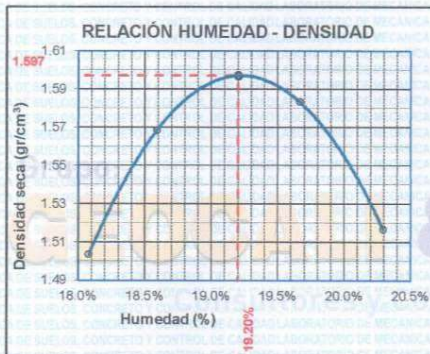
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	"INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS-SUCASCO, PUÑO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.60
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 03 - 90% MUESTRA PATRON + 10% LODO DE CONCRETO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	19.2%
<b>UBICACIÓN</b>	CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUÑO DEPARTAMENTO DE PUÑO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	7.17
<b>COORDENADA</b>	19L 393286.45 8282319.41	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	6.04
<b>FECHA</b>	Lunes, 4 de Abril de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: MH
		<b>AASHTO</b>	: A-7 <20>
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



*Andrés Luque Puma*  
Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNICA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*Wilder Colquehuana Curo*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
GIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : COPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-3  
**MUESTRA** : 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : Lunes, 28 de marzo de 2022

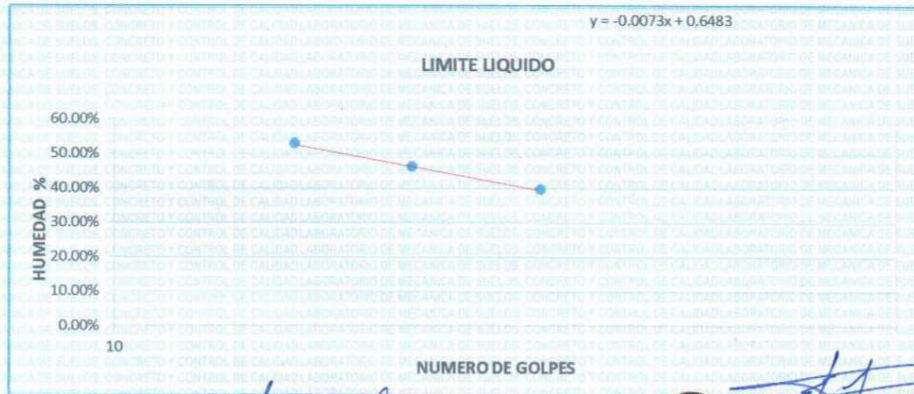
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	4	F	D
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	43.7	43.2	44.18
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.85	36.49	37.9
AGUA	gr.	7.85	6.71	6.28
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.06	22.03	22.11
PESO DEL SUELO SECO	gr.	14.79	14.46	15.79
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	53.08%	46.40%	39.77%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	1	P
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	32.1	33.2
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.1	30
AGUA	gr.	3	3.2
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.7	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.4	9.1
LIMITE PLASTICO	%	36.71%	35.16%

LIMITE LIQUIDO	46.66
LIMITE PLASTICO	35.44
INDICE DE PLASTICIDAD	11.22



*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320164



*Ing. Wilder Colquehuanca Caro*  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



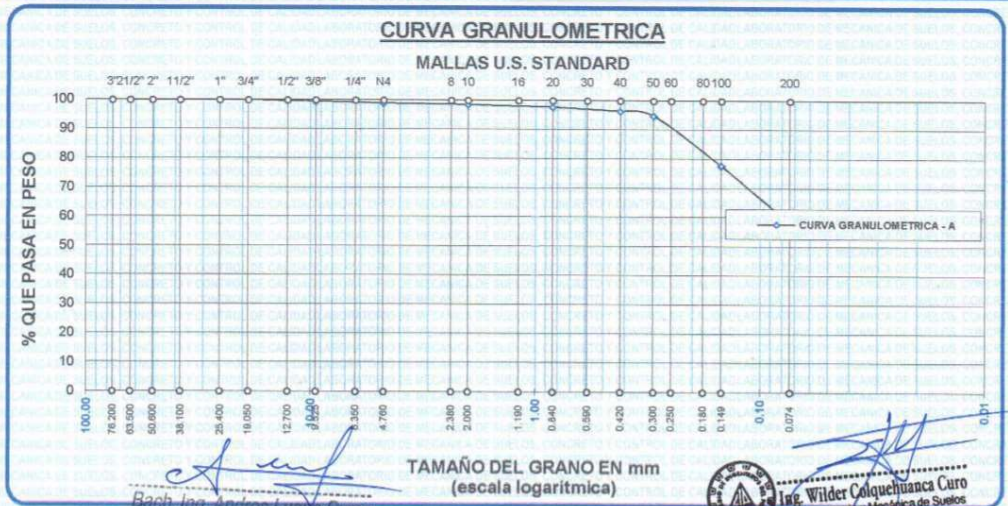
RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**CALICATA** : C-3  
**MUESTRA** : 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.L.= 3200.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2905.80	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 294.20	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 24.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITE DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 46.66
1/2"	12.700	10.50	0.33	0.33	99.67			L.P.= 35.44
3/8"	9.525	5.10	0.16	0.49	99.51			L.P.= 11.22
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	16.70	0.52	1.01	98.99			D10= --- Cu= ---
No8	2.380							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	2.40	0.48	1.48	98.52			D60= 0.08
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	3.90	0.78	2.26	97.74			
No30	0.590							
No40	0.420	6.50	1.30	3.54	96.46			
No 50	0.300	7.50	1.50	5.03	94.97			
No60	0.250							
No80	0.180						SUCS : ML	
No100	0.149	86.40	17.28	22.13	77.87		OBSERVACIONES:	
No200	0.074	99.10	19.82	41.75	58.25			
BASE		294.20	58.84	100.00	0.00			
TOTAL		3200.00	100.00					
% PERDIDA		9.19						



Bach. Ing. Andros Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

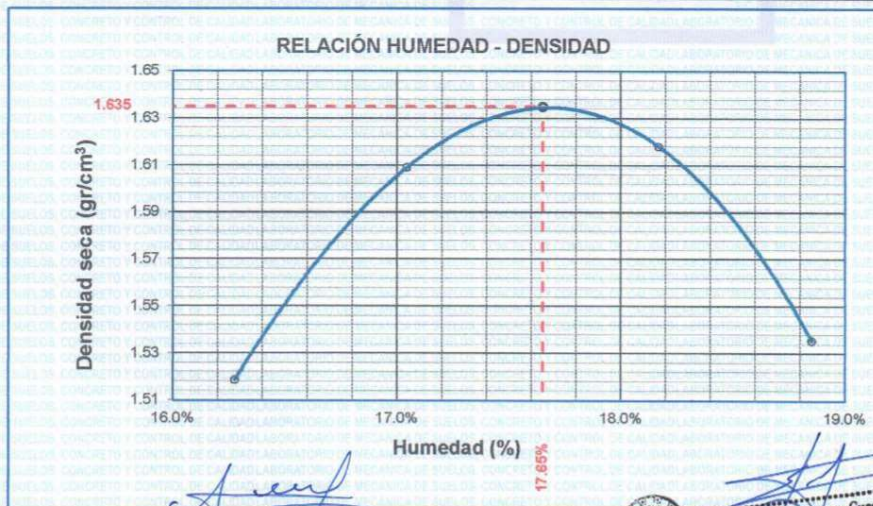
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISEP  
 : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10150	10400	10461	10276
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3754	4004	4065	3880
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.766	1.883	1.912	1.825

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	118.88	111.10	115.95	110.50	119.73	107.20	127.70	106.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	105.15	98.14	102.22	97.12	104.64	93.80	110.74	92.84
Peso del Agua	gr.	13.73	12.96	13.73	13.38	15.09	13.40	16.96	13.96
Peso de la Capsula	gr.	19.60	19.60	20.20	20.00	20.50	21.00	19.90	19.50
Peso del Suelo Seco	gr.	85.55	78.54	82.02	77.12	84.14	72.80	90.84	73.34
% de Humedad	%	16.05%	16.50%	16.7%	17.35%	17.93%	18.41%	18.67%	19.03%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.28%		17.04%		18.17%		18.85%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.519		1.609		1.618		1.536	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.64	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	17.7%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320064



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISEP  
 : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACION** : CAPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 399286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : Lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR	
	Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12582	11982	12592	12046	12609	12225
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014	
Peso del Suelo Humedo	gr.	4549	3949	4571	4025	4595	4211	
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup> .	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.958	1.700	1.967	1.732	1.978	1.812	

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F			
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.		
Suelo Humedo + Capsula		104.80	104.40	100.87	105.00	105.50	102.31	103.20	103.75	101.18	90.23	90.55	89.87	12.97	13.20	11.51	28.02	28.15	26.09	64.21	64.40	63.78	20.20%	20.50%	17.73%	
Peso del Agua		16.80	16.80	11.42	15.10	15.38	11.77	23.45	23.68	24.02	28.02	28.15	26.09	64.21	64.40	63.78	20.20%	20.50%	17.73%	22.72%	23.15%	17.69%				
Peso de la Capsula		24.65	24.08	24.95	23.45	23.68	24.02	86.45	86.44	86.52	84.21	84.40	83.78													
Peso del Suelo Seco		83.55	83.52	64.50	89.45	89.44	86.52	64.21	64.40	63.78																
% de Humedad	%	26.12%	26.45%	17.71%	22.72%	23.15%	17.69%																			
Promedio de Humedad	%	26.28%	17.71%	17.71%	22.94%	17.69%	17.69%	20.35%	17.73%	17.73%																
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup> .	1.550	1.444	1.444	1.600	1.472	1.472	1.643	1.539	1.539																

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		456.0	0.00	0	389	0	0	523	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	465.9	0.25	0.22	398.7	0.25	0.21	532.6	0.24	0.21
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	475.8	0.50	0.43	408.4	0.49	0.42	542.2	0.49	0.42
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	485.7	0.75	0.65	418.1	0.74	0.63	551.8	0.73	0.63
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	495.6	1.01	0.86	427.8	0.99	0.84	561.4	0.98	0.84

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		18.6	0.9		19.9	1.0		21.3	1.1		21.3	1.1	
1.27	01:00		66.8	2.9		62.4	3.2		76.5	3.9		76.5	3.9	
1.91	01:30		81.6	4.1		99.6	5.0		113.2	5.7		113.2	5.7	
2.54	02:00	70.31	110.9	5.6		128.7	6.5		143.6	7.3		143.6	7.3	
3.81	03:00		154.7	7.8		168.8	8.5		192.4	9.7		192.4	9.7	
5.09	04:00	105.00	186.4	9.4		199.8	10.1		229.7	11.6		229.7	11.6	
6.35	05:00		203.4	10.3		223.4	11.3		253.5	12.8		253.5	12.8	
7.62	06:00		213.4	10.8		236.4	11.9		268.4	13.6		268.4	13.6	
8.84	07:00		220.1	11.1		248.2	12.5		280.0	14.2		280.0	14.2	
10.16	08:00		226.5	11.4		255.7	12.9		289.7	14.6		289.7	14.6	

Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

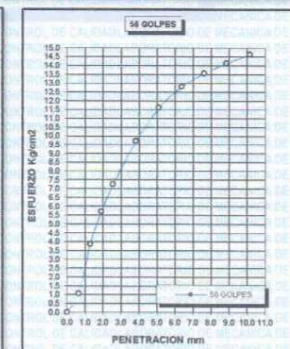
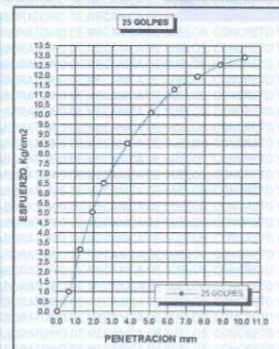
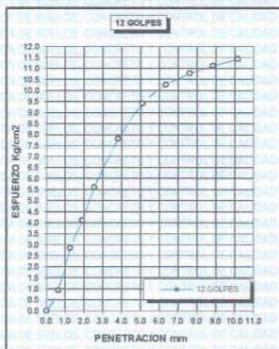
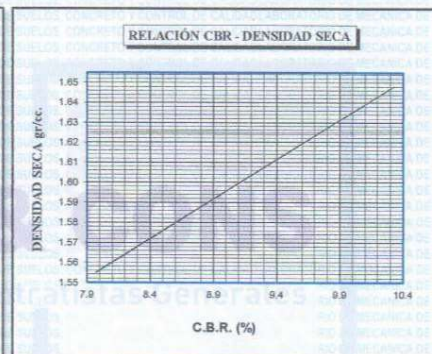
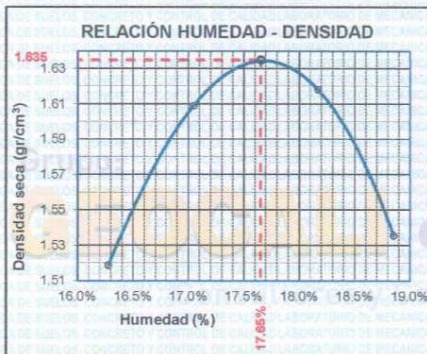
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTCE 132-2000

<b>PROYECTO</b>	"INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS-SUCASCO, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISEP Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b>	1.64
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 03 - 80% MUESTRA PATRON + 20% LODO DE CONCRETO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	17.7%
<b>UBICACIÓN</b>	CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	10.12
<b>COORDENADA</b>	19L 393286.45 8282319.41	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	8.05
<b>FECHA</b>	lunes, 4 de Abril de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: ML
		<b>AASHTO</b>	: A-7 <18>
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



*Andres Luque Puma*  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*Wilder Colquehuana Curo*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ

**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO

**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO

**FECHA** : Lunes, 28 de marzo de 2022

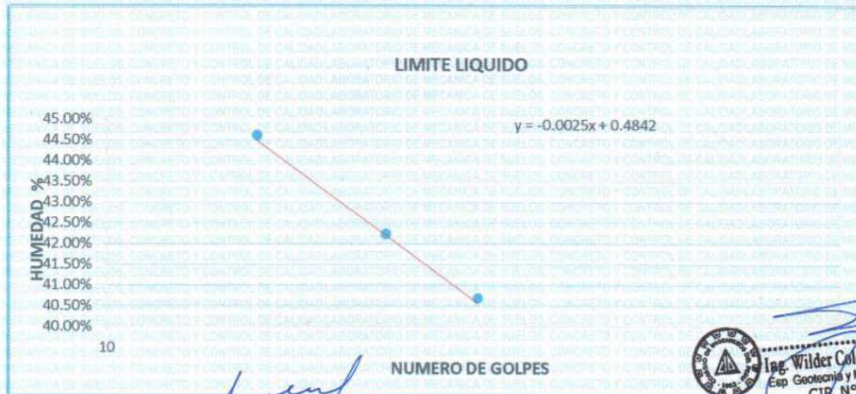
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	6	7	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	44.7	44.41	46.1
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	37.15	37.3	38.91
AGUA	gr.	7.55	7.11	7.19
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.23	20.47	21.24
PESO DEL SUELO SECO	gr.	16.92	16.83	17.67
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	44.62%	42.25%	40.69%
NUMERO DE GOLPES	N	16	24	32

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D	E
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.51	31.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.12	29.02
AGUA	gr.	2.39	2.78
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.02	8.12
LIMITE PLASTICO	%	34.05%	34.24%

LIMITE LIQUIDO	42.27
LIMITE PLASTICO	34.14
INDICE DE PLASTICIDAD	8.13



*Bach. Ing. Andres Lucue Puma*  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



*Ing. Wilder Colquehuanca Curo*  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIR. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

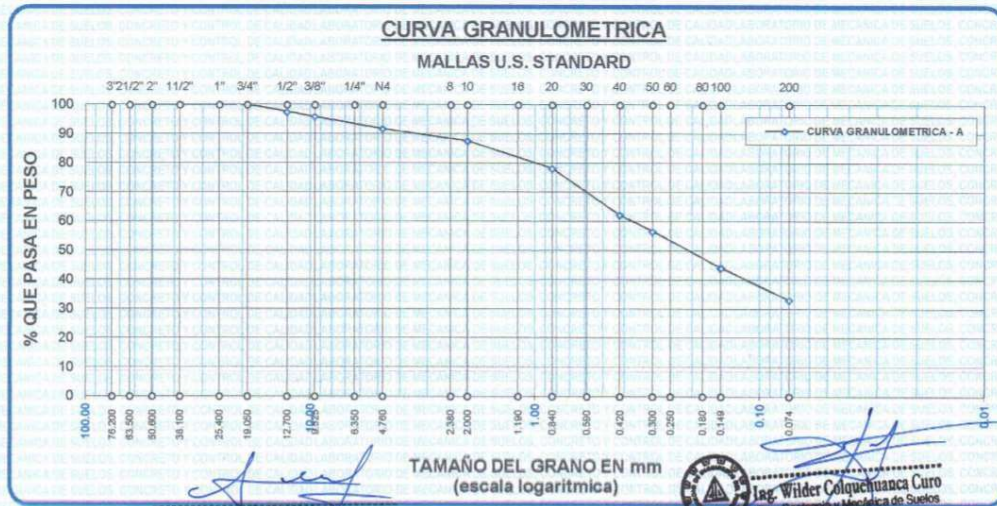


RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
SOLICITANTE : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
UBICACION : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
CALICATA : C-3  
MUESTRA : 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
FECHA : Lunes, 28 de marzo de 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L.= 3200.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3019.40
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 180.60
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 21.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 42.27 L.P.= 34.14 I.P.= 8.13
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	74.00	2.31	2.31	97.69		
3/8"	9.525	56.00	1.75	4.06	95.94		
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= 0.37
No4	4.760	133.00	4.16	8.22	91.78		
No8	2.380						
No10	2.000	22.30	4.46	12.31	87.69		
No16	1.190						CLASIFICACION:  SUCS SM
No20	0.840	51.20	10.24	21.71	78.29		
No30	0.590						
No40	0.420	87.00	17.40	37.68	62.32		
No 50	0.300	30.00	6.00	43.19	56.81		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	67.90	13.58	55.65	44.35		
No200	0.074	61.00	12.20	66.85	33.15		
BASE		180.60	36.12	100.00	0.00		
TOTAL		3200.00	100.00				
% PERDIDA		5.64					



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320364



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Exp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

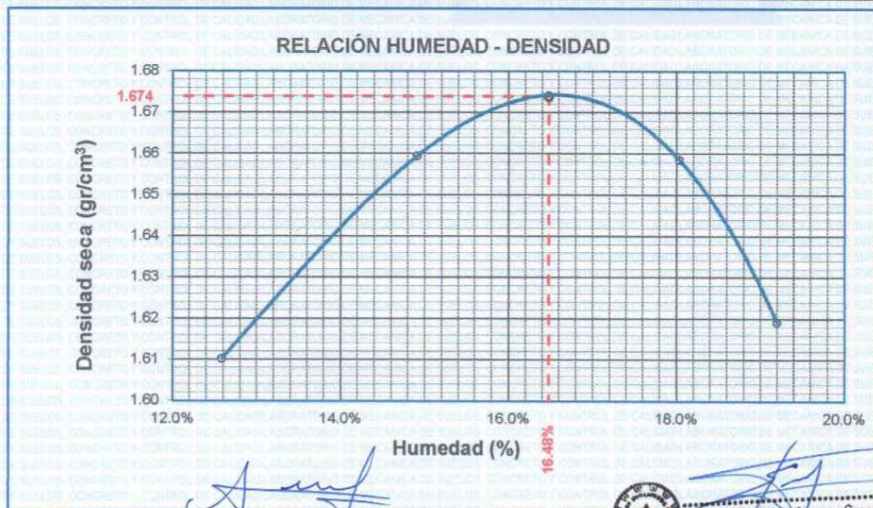
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACIÓN** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393286.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10250	10450	10558	10499
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3854	4054	4162	4103
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.813	1.907	1.958	1.930

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	100.67	102.50	90.90	99.29	77.90	77.22	97.00	94.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	92.01	93.00	82.00	89.52	69.57	69.20	85.39	82.63
Peso del Agua	gr.	8.66	9.50	8.90	9.77	8.33	8.02	11.61	11.47
Peso de la Capsula	gr.	20.50	20.22	23.02	23.21	24.05	24.08	23.77	23.99
Peso del Suelo Seco	gr.	71.51	72.78	58.98	66.31	45.52	45.12	61.62	58.64
% de Humedad	%	12.11%	13.05%	15.1%	14.73%	18.30%	17.77%	18.84%	19.56%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	12.58%		14.91%		18.04%		19.20%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.610		1.660		1.659		1.619	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.67	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	16.5%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wildey Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS - SUCASCO, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE  
 : Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ  
**UBICACION** : CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO  
**COORDENADA** : 19L 393266.45 8282319.41  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO  
**FECHA** : lunes, 4 de Abril de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
NUMERO DE CAPAS	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12585	12018	12612	12111	12626	12322
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4552	3985	4591	4090	4612	4308
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	1.959	1.715	1.976	1.760	1.985	1.854
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	N	G	B	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	163.14	146.88	180.00	172.59	189.58	158.09	184.19	188.25	156.18
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	136.00	122.94	157.76	147.73	145.43	139.56	159.90	162.68	137.45
Peso del Agua	gr.	27.14	23.94	22.24	24.86	24.15	19.11	24.29	25.57	18.73
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	28.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	115.65	102.44	134.78	117.23	114.89	115.88	133.33	134.14	113.36
% de Humedad	%	23.47%	23.37%	16.50%	21.21%	21.02%	16.49%	18.22%	19.06%	16.52%
Promedio de Humedad	%	23.42%		16.50%	21.11%		16.49%	18.64%		16.52%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.587		1.472	1.631		1.511	1.673		1.591

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/03/2022	10:00: a.m.		453.0	0.00	0	389.0	0	0	654.0	0	0
28/03/2022	10:00: a.m.	24:00:00	462.5	0.24	0.21	398.1	0.23	0.20	662.4	0.21	0.18
28/03/2022	10:00: a.m.	48:00:00	472.0	0.48	0.41	407.2	0.46	0.40	670.8	0.43	0.37
28/03/2022	10:00: a.m.	72:00:00	481.5	0.72	0.62	416.3	0.69	0.59	679.2	0.64	0.55
28/03/2022	10:00: a.m.	96:00:00	491.0	0.97	0.83	425.4	0.92	0.79	687.6	0.85	0.73

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		22.8	1.2		31.2	1.6		42.3	2.1		42.3	2.1	
1.27	01:00		82.4	4.2		82.6	4.2		97.8	4.9		97.8	4.9	
1.91	01:30		124.3	6.3		134.5	6.8		144.5	7.3		144.5	7.3	
2.54	02:00	70.31	160.3	8.1		174.5	8.8		188.4	9.5		188.4	9.5	
3.81	03:00		216.3	10.9		229.8	11.6		257.4	13.0		257.4	13.0	
5.09	04:00	105.00	247.9	12.5		275.6	13.9		301.2	15.2		301.2	15.2	
6.35	05:00		266.7	13.5		299.7	15.1		329.8	16.7		329.8	16.7	
7.62	06:00		279.8	14.1		317.4	16.0		349.5	17.7		349.5	17.7	
8.84	07:00		289.2	14.6		329.8	16.7		358.8	18.1		358.8	18.1	
10.16	08:00		296.3	15.0		331.8	16.8		363.7	18.4		363.7	18.4	

  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUCASCO

  
 Ing. Wilder Colquehuancura Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

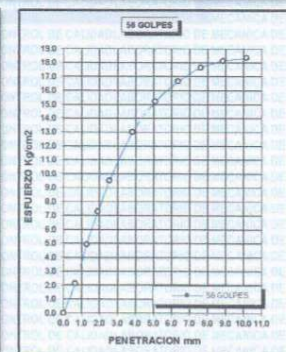
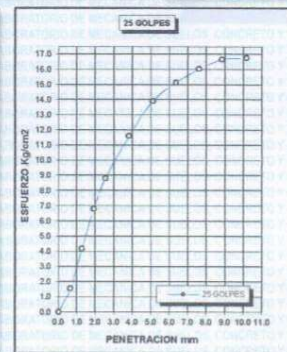
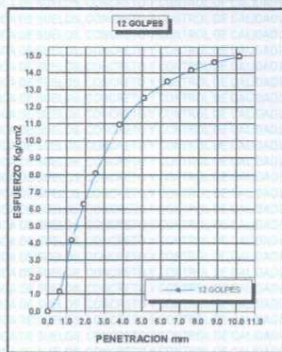
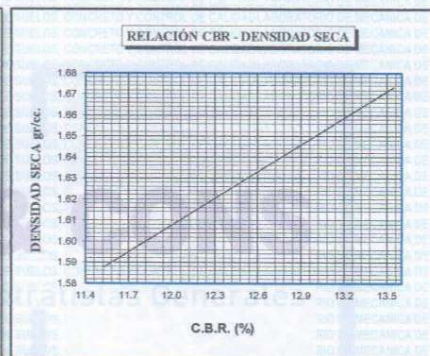
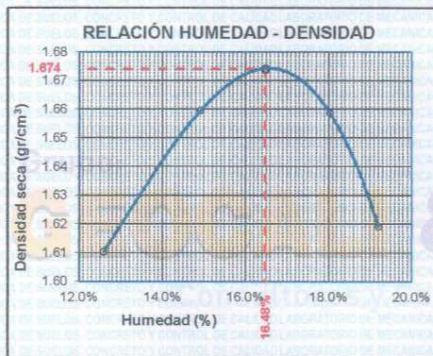
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	"INFLUENCIA DE LODOS DE CONCRETO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE LA CARRETERA SUCHIS-SUCASCO, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. WILLIAN DEMETRIO APAZA QUISPE Bach. WILLI WALTER NINAJA GOMEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.67
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 03 - 70% MUESTRA PATRON + 30% LODO DE CONCRETO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	16.5%
<b>UBICACIÓN</b>	CCPP DE SUCASCO-DISTRITO DE COATA-PROVINCIA DE PUNO DEPARTAMENTO DE PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	13.56
<b>COORDENADA</b>	19L 393286.45 8282319.41	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	11.59
<b>FECHA</b>	lunes, 4 de Abril de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: SM
		<b>AASHTO</b>	: A-2-5<0>
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



*Andres Luque Puma*  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA:  
SUELOS Y ...

*Wilder Colquehuana Curo*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

Anexo 5. Certificados de calibración de los equipos empleados

 **AG4**  
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**  
Pág. 1 de 3

<b>Expediente:</b>	S-0038-2022		
<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.		
<b>Capacidad</b>	5 000 kgf		
<b>Dirección de carga</b>	Ascendente		
<b>FABRICANTE</b>	KAIZACORP		
<b>Modelo</b>	NO INDICA		
<b>Serie</b>	508		
<b>Indicador Digital (modelo // Serie)</b>	NO INDICA		
<b>Celda de Carga (modelo // Serie)</b>	ZEMIC//H3-C3//VC146299		
<b>Ubicación</b>	JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA		
<b>Código Identificación</b>	NO INDICA		
<b>Norma utilizada</b>	ASTM E4 // ISO 7500-1		
<b>Temperatura de prueba °C</b>	Inicial	22.9	Final 23.2
<b>Inspección general</b>	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
<b>Intervalo calibrado</b>	De 500 a 5000 kgf	10% al 100%	
<b>Solicitante</b>	GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.		
<b>Dirección</b>	JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	Tipo / Modelo	CELDA DE CARGA	
	Certif. de calibr.	INF-LE N° 168-21 PUCP	
<b>Unidades de medida</b>	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	2022/02/04		
<b>FECHA DE EMISION</b>	2022/02/07		
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>			

*Jefe de Metrologia*  
**Luigi Asenjo G.**

  
**Wilder Colquehuaico**  
GERENTE





PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224   997 045 343   961 739 849   955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com   ventas@ag4im.com   www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-008-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 49.03 kN Resolución: 0.001 kN Dirección de la carga: Ascendente  
 5000.0 kgf 0.1 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	4.90	500	4.95	4.94	No aplica	4.96	No aplica
20	9.81	1 000	9.90	9.89	No aplica	9.90	No aplica
30	14.71	1 500	14.76	14.79	No aplica	14.79	No aplica
40	19.61	2 000	19.64	19.64	No aplica	19.64	No aplica
50	24.52	2 500	24.47	24.49	No aplica	24.51	No aplica
60	29.42	3 000	29.32	29.34	No aplica	29.34	No aplica
70	34.32	3 500	34.17	34.18	No aplica	34.18	No aplica
80	39.23	4 000	39.01	39.02	No aplica	39.02	No aplica
90	44.13	4 500	43.91	43.91	No aplica	43.92	No aplica
100	49.03	5 000	48.80	48.80	No aplica	48.81	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	No aplica	0.00	No aplica

ESCALA : 049.03 kN Incertidumbre del patrón 0.096 %

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	4.90	500	-0.92	0.54	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	-0.90	0.13	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	-0.47	0.19	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	-0.13	0.04	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	0.11	0.14	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	0.30	0.08	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	0.43	0.05	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	0.53	0.03	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	0.50	0.03	No aplica	No aplica	0.00
100	49.03	5 000	0.47	0.03	No aplica	No aplica	0.00

Error de cero fo (%)	0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000
----------------------	-------	-------	-------	-----------	-------------------

FIRMAS AUTORIZADAS

GRUPO  
 GEOCALI & CONS. E.I.R.L.  
 RUC 20605042310

Wilder Colquecruz Curo  
 GERENTE

Jefe de Metrología  
 Luiggi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
 961 739 849  
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.

ESCALA 5 000 kgf

Error de exactitud 0.53 %  
 Error de repetibilidad 0.54 %  
 Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0  
 Error por acces 0 %  
 Resolución 0.01 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma. ISO 7500-1.

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

**TRAZABILIDAD**

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

**OBSERVACIONES .**

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

**FIRMAS AUTORIZADAS**

GRUPO  
 GEOCALI & CONS. E.I.R.L  
 RUC 20605072310

Wilder Colquhuanca Curo  
 GEREN

Jefe de Metrologia  
 Luiggi Aserjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
 961 739 849  
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022**

Página 1 de 5

Expediente : S-0038-2022  
 Solicitante : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
 Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO  
 Marca : KAIZACORP  
 Modelo : STHJX-A1  
 Procedencia : NO INDICA  
 Código de Ident. : NO INDICA  
 Número de Serie : 200621  
 T° de trabajo : 110 °C ± 10 °C  
 Ventilación : Forzada  
 Lugar de Calibración : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 Fecha de Calibración : 2022-02-04  
 Fecha de Emisión : 2022-02-07

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	300°C	1°C	Digital

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar y con un Termometro digital con 10 termopares utilizando el "PC-018 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". INDECOPI-Segunda Edición - junio 2009.

**Observaciones**

- (\*) Identificación grabada en una etiqueta adherida en el instrumento.
  - Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L  
RUC 20605082370

Wilder Colquehuanca Curo  
GERENTE

Lujgg Asenjo G  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com





CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CT-013-2022

Página 2 de 5

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21.2	21.9
Humedad (%)	65	66

Resultados de la calibración:

CALIBRACIÓN PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICION (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	111.1	114.4	111.1	107.6	109.6	107.6	113.5	112.0	109.6	110.4	110.7	6.8
02	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	105.8	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.6
04	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5
06	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5
08	110	111.2	114.3	111.0	107.7	110.7	105.8	113.4	111.9	109.3	111.5	110.7	8.5
10	110	110.5	114.3	111.0	107.0	109.5	105.9	113.4	111.9	109.5	110.3	110.3	8.4
12	110	110.2	114.3	111.0	106.7	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1
14	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2
16	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2
18	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.2
20	110	110.7	114.4	111.1	107.2	109.6	106.2	113.5	112.0	109.6	110.4	110.5	8.2
22	110	110.9	114.4	111.1	107.4	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2
24	110	111.0	114.4	111.1	107.5	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2
26	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.2
28	110	110.5	114.4	111.1	107.0	110.8	106.3	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.1
30	110	110.9	114.2	110.9	107.4	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.8
32	110	111.4	114.5	111.2	107.9	110.9	110.3	113.6	112.1	109.7	111.7	111.3	6.6
34	110	111.1	115.0	111.7	107.6	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2	111.7	7.4
36	110	110.9	114.8	111.5	107.4	111.2	110.6	113.9	112.4	110.0	112.0	111.5	7.4
38	110	111.3	114.7	111.4	107.8	111.1	110.5	113.8	112.3	109.7	111.9	111.5	6.9
40	110	111.2	114.2	110.9	107.7	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.5
42	110	111.1	114.1	110.8	107.6	110.5	109.9	113.2	111.7	109.3	111.3	111.0	6.5
44	110	110.7	113.9	110.6	107.2	110.3	109.7	113.0	111.5	109.1	111.1	110.7	6.7
46	110	110.9	113.7	110.4	107.4	110.1	109.5	112.8	111.3	108.9	110.9	110.6	6.3
48	110	111.4	113.9	110.6	107.9	110.3	109.7	113.0	111.5	108.9	111.1	110.8	6.0
50	110	110.5	114.1	110.8	107.0	109.3	105.9	113.2	111.7	109.3	110.1	110.2	8.2
52	110	109.9	114.3	111.0	106.4	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1
54	110	110.4	114.5	111.2	106.9	110.9	106.1	113.6	112.1	109.7	111.7	110.7	8.4
56	110	110.9	114.6	111.3	107.4	111.0	106.1	113.7	112.2	109.8	111.8	110.9	8.5
58	110	110.7	114.7	111.4	107.2	111.1	106.2	113.8	112.3	109.7	111.9	110.9	8.5
60	110	111.0	114.9	111.6	107.5	111.3	106.7	114.0	112.5	110.0	112.1	111.2	8.2
T.PROM	110	110.8	114.4	111.1	107.3	110.5	107.3	113.5	112.0	109.5	111.3	110.8	
T.MAX	110	111.4	115.0	111.7	107.9	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2		
T.MIN	110	109.9	113.7	110.4	106.4	109.3	105.8	112.8	111.3	108.9	110.1		

GRUPO  
GEOCALI & CONS. S.R.L.  
RUC 206050823/01

Wilder Colque Manca Curo  
GERENTE

Luggi Asenjo G  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 3 de 5

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Termometro de indicación Digital con sensores	CTM-001-2021
Patrón de referencia	Termometro de indicación digital	T-1174-2021

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.0	0.3
Mínima Temperatura Medida	105.8	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.0	0.3
Estabilidad	± 2.50	0.04
Uniformidad	8.6	0.3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. : Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN. : Temperatura mínima

DTT. : Desviación de Temperatura en el tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termometro propio del medio isoterico: 0.6 °C

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

La estabilidad es considerada igual a ±1/2 máx. DTT.

GRUPO GEOCALI & CONS. E. R.L.  
RUC 20605072310

Wilder Colqueyanda Curo  
GERENTE

Luigi Asenjo G  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

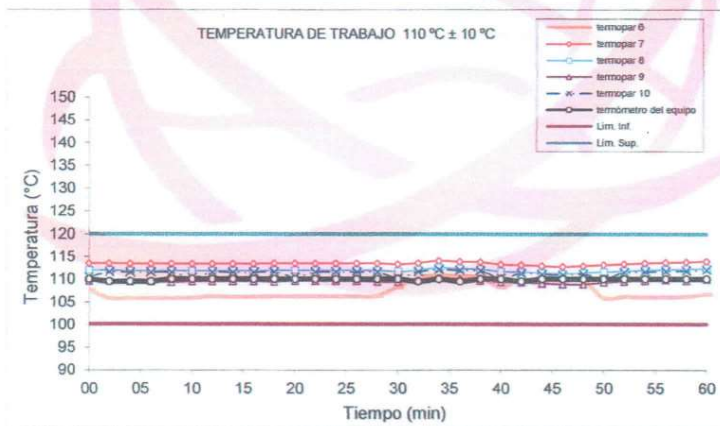
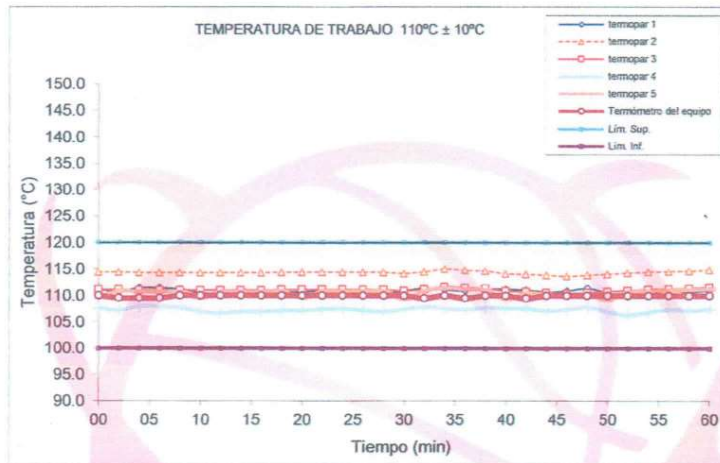
997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022**



GRUPO  
GEOCALI & CONSULTORES S.R.L.  
RUC 206050823101

Wilder Colquehuayca Curo  
GERENTE

Luigi Asenjo  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

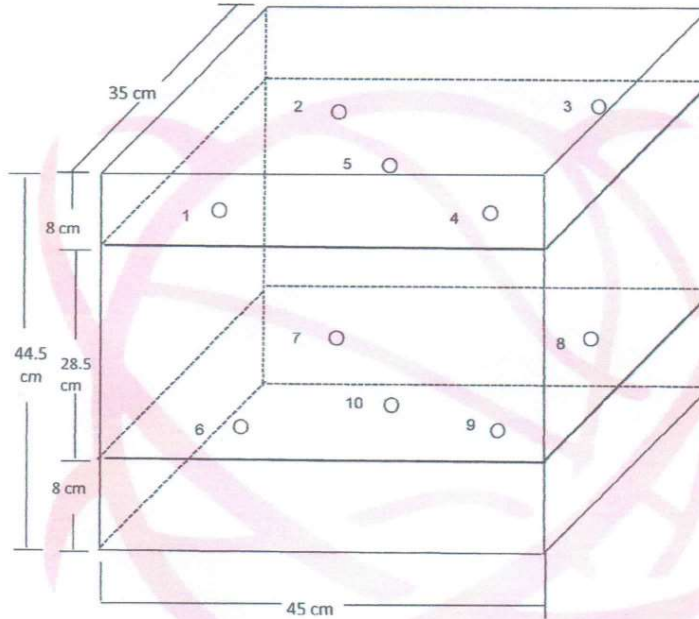
www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CT-013-2022**

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm y a 8 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.

GRUPO  
GEOCALI & CONSULTORES S.R.L.  
RUC 206050827101

Wilder Colquhuanza Curo  
GERENTE

Luigi Asenjo  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-164-2022**

**Expendiente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MARTILLO PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : MM-1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Compactación de suelos en el Laboratorio utilizando una energía standard MTC E115 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 1557.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
- AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

GRUPO  
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.  
RUC 2060508310

*Wilder Colaninza Curo*  
GERENTE

*Lujgi Asenjo G*  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Pie de rey	L-0458-2021
Patron de referencia	Cinta Metrica	L-0459-2021

Peso promedio Medido (kg)	Incertidumbre (kg)	Desviación mínima y máximo permitidos (kg)
4.520.0	0.003	4.530 a 4.550
Altura de caída promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
457.2	0.4	455,6 a 458,8
Diámetro promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
50.73	0.02	50,67 a 50,93

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

GRUP  
GEOCALI & CONSULTORES S.R.L.  
RUC 2030501100  
*Wilder Colquechani Cruz*  
GERENTE

*Luigi Asenjo G.*  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

## Anexo 6. Reporte SPSS

apaza & ninaja.sav [Conjunto\_de\_datos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

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

Visible: 5 de 5 variables

	ID	Dosificación	CBR	MDS	IP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1	4,58	1,58	19,64											
2	2	1	4,32	1,61	21,28											
3	3	1	4,45	1,56	20,61											
4	4	2	6,08	1,62	15,43											
5	5	2	6,10	1,65	18,58											
6	6	2	6,04	1,60	15,18											
7	7	3	8,60	1,65	10,95											
8	8	3	8,01	1,68	10,92											
9	9	3	8,05	1,64	11,22											
10	10	4	12,14	1,68	7,41											
11	11	4	12,33	1,71	8,00											
12	12	4	11,59	1,67	8,13											
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

apaza & ninaja.sav [Conjunto\_de\_datos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

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

Visible: 5 de 5 variables

	ID	Dosificación	CBR	MDS	IP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1														
2	2	1														
3	3	1														
4	4	2														
5	5	2														
6	6	2														
7	7	3														
8	8	3														
9	9	3														
10	10	4														
11	11	4														
12	12	4														
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

- Informes
  - Estadísticos descriptivos
    - Frecuencias...
    - Descriptivos...
    - Explorar...
    - Tablas de contingencia...
    - Razón...
    - Gráficos P-P...
    - Gráficos Q-Q...
  - Tablas
  - Comparar medias
  - Modelo lineal general
  - Modelos lineales generalizados
  - Modelos mixtos
  - Correlaciones
  - Regresión
    - Loglineal
    - Redes neuronales
    - Clasificar
    - Reducción de dimensiones
    - Escala
    - Pruebas no paramétricas
    - Predicciones
    - Superviv.
    - Respuesta múltiple
  - Análisis de valores perdidos...
    - Imputación múltiple
    - Muestras complejas
  - Simulación...
  - Control de calidad
    - Curva COR...

apaza & ninaja.sav [Conjunto\_de\_datos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

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

	ID	Dosificación	CBR	MDS	IP	var	var	var	var	var	var
1	1	1	4,58	1,4	1,4						
2	2	1	4,32	1,4	1,4						
3	3	1	4,45	1,4	1,4						
4	4	2	6,08	1,4	1,4						
5	5	2	6,10	1,4	1,4						
6	6	2	6,04	1,4	1,4						
7	7	3	8,60	1,4	1,4						
8	8	3	8,01	1,4	1,4						
9	9	3	8,05	1,4	1,4						
10	10	4	12,14	1,4	1,4						
11	11	4	12,33	1,4	1,4						
12	12	4	11,59	1,4	1,4						
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											

Visible: 5 de 5 variables

Explorador

Lista de dependientes:  
 CBR  
 MDS  
 IP

Lista de factores:  
 Dosificación

Etiquetar los casos mediante:

Visualización  
 Ambos  Estadísticos  Gráficos

Explorador: Gráficos

Diagramas de caja  
 Niveles de los factores juntos  
 Dependientes juntas  
 Ninguna

Descriptivos  
 De tallo y hojas  
 Histograma

Gráficos con pruebas de normalidad

Dispersión por nivel con prueba de Levene  
 Ninguna  
 Estimación de potencia  
 Transformados Potencia: Log natural  
 No transformados

Aceptar Pegar Restablecer Cancelar Ayuda Continuar Cancelar Ayuda

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

apaza & ninaja.sav [Conjunto\_de\_datos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

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

	ID	Dosificación	C	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1									
2	2	1									
3	3	1									
4	4	2									
5	5	2									
6	6	2									
7	7	3									
8	8	3									
9	9	3									
10	10	4									
11	11	4									
12	12	4									
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											

Visible: 5 de 5 variables

Informes  
 Estadísticos descriptivos  
 Tablas  
**Comparar medias**  
 Modelo lineal general  
 Modelos lineales generalizados  
 Modelos mixtos  
 Correlaciones  
 Regresión  
 Loglineal  
 Redes neuronales  
 Clasificar  
 Reducción de dimensiones  
 Escala  
 Pruebas no paramétricas  
 Predicciones  
 Superviv.  
 Respuesta múltiple  
 Análisis de valores perdidos...  
 Imputación múltiple  
 Muestras complejas  
 Simulación...  
 Control de calidad  
 Curva COR...

Medias...  
 Prueba T para una muestra...  
 Prueba T para muestras independientes...  
 Prueba T para muestras relacionadas...  
**ANOVA de un factor...**

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo



apaza & ninaja.sav [Conjunto\_de\_datos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

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

Visible: 5 de 5 variables

	ID	Dosificación	CBR	MDS	IP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1	4,58	1,58	19,64										
2	2	1	4,32	1,61	21,28										
3	3	1													
4	4	2													
5	5	2													
6	6	2													
7	7	3													
8	8	3													
9	9	3													
10	10	4													
11	11	4													
12	12	4													
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															

ANOVA de un factor

Lista de dependientes:  
 ID  
 CBR  
 MDS  
 IP

Factor:  
 Dosificación

ANOVA de un factor: Comparaciones múltiples post hoc

Asumiendo varianzas iguales

DMS  S-N-K  Waller-Duncan  
 Bonferroni  Tukey Tasa de errores tipo II: 100  
 Sidak  Tukey-b  Dunnett  
 Scheffe  Duncan Categoría de control: Último  
 R-E-G-W F  GT2 de Hochberg Prueba  
 R-E-G-W Q  Gabriel  < Control  > Control

No asumiendo varianzas iguales

T2 de Tamhane  T2 de Dunnett  Games-Howell  C de Dunnett

Nivel de significación: 0,05

Continuar Cancelar Ayuda

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

apaza & ninaja.sav [Conjunto\_de\_datos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

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

Visible: 5 de 5 variables

	ID	Dosificación	CBR	MDS	IP	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1	4,58	1,58	19,64										
2	2	1	4,32	1,61	21,28										
3	3	1													
4	4	2													
5	5	2													
6	6	2													
7	7	3													
8	8	3													
9	9	3													
10	10	4													
11	11	4													
12	12	4													
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															

ANOVA de un factor

Lista de dependientes:  
 ID  
 CBR  
 MDS  
 IP

Factor:  
 Dosificación

ANOVA de un factor: Opciones

Estadísticos

Descriptivos  
 Efectos fijos y aleatorios  
 Prueba de homogeneidad de las varianzas  
 Brown-Forsythe  
 Welch

Gráfico de las medias

Valores perdidos

Excluir casos según análisis  
 Excluir casos según lista

Continuar Cancelar Ayuda

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

```

EXAMINE VARIABLES=CBR MDS IP BY Dosificación
/PLOT BOXPLOT NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.

```

## Explorar

### Notas

Resultados creados		29-APR-2022 07:48:00
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	12
Manipulación de los valores perdidos	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados.
Sintaxis		EXAMINE VARIABLES=CBR MDS IP BY Dosificación <input type="checkbox"/> /PLOT BOXPLOT NPLOT <input type="checkbox"/> /COMPARE GROUPS <input type="checkbox"/> /STATISTICS DESCRIPTIVES <input type="checkbox"/> /CINTERVAL 95 <input type="checkbox"/> /MISSING LISTWISE <input type="checkbox"/> /NOTOTAL.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:06,34
	Tiempo transcurrido	00:00:07,84

[Conjunto\_de\_datos2]

## Dosificación

**Resumen del procesamiento de los casos**

Dosificación	Casos						
	Válidos		Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
CBR	SP	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+10%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+20%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+30%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
MDS	SP	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+10%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+20%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+30%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
IP	SP	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+10%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+20%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	SP+30%LC	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

**Descriptivos**

Dosificación		Estadístico	Error típ.		
CBR	SP	Media	4,4500	,07506	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,1271	
			Límite superior	4,7729	
		Media recortada al 5%	.		
		Mediana	4,4500		
		Varianza	,017		
		Desv. típ.	,13000		
		Mínimo	4,32		
		Máximo	4,58		
		Rango	,26		
		Amplitud intercuartil	.		
		Asimetría	,000	1,225	
		Curtosis	.		
		SP+10%LC	SP+10%LC	Media	6,0733
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior			5,9974	
	Límite superior			6,1492	
Media recortada al 5%	.				
Mediana	6,0800				
Varianza	,001				
Desv. típ.	,03055				
Mínimo	6,04				
Máximo	6,10				
Rango	,06				
Amplitud intercuartil	.				
Asimetría	-,935			1,225	
Curtosis	.				

**Descriptivos**

Dosificación		Estadístico	Error típ.	
SP+20%LC	Media	8,2200	,19035	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	7,4010	
		Límite superior	9,0390	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	8,0500		
	Varianza	,109		
	Desv. típ.	,32970		
	Mínimo	8,01		
	Máximo	8,60		
	Rango	,59		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	1,703	1,225	
	Curtosis	.	.	
	SP+30%LC	Media	12,0200	,22189
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	11,0653	
		Límite superior	12,9747	
Media recortada al 5%		.		
Mediana		12,1400		
Varianza		,148		
Desv. típ.		,38432		
Mínimo		11,59		
Máximo		12,33		
Rango		,74		
Amplitud intercuartil		.		
Asimetría		-1,268	1,225	
Curtosis		.	.	
MDS SP		Media	1,5833	,01453
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,5208	
		Límite superior	1,6458	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	1,5800		
	Varianza	,001		
	Desv. típ.	,02517		
	Mínimo	1,56		
	Máximo	1,61		
	Rango	,05		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	,586	1,225	
	Curtosis	.	.	
	SP+10%LC	Media	1,6233	,01453
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	1,5608	
		Límite superior	1,6858	
Media recortada al 5%	.			

**Descriptivos**

Dosificación		Estadístico	Error típ.	
	Mediana	1,6200		
	Varianza	,001		
	Desv. típ.	,02517		
	Mínimo	1,60		
	Máximo	1,65		
	Rango	,05		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	,586	1,225	
	Curtosis	.	.	
	SP+20%LC	Media	1,6567	,01202
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	1,6050 1,7084
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	1,6500	
		Varianza	,000	
	Desv. típ.	,02082		
	Mínimo	1,64		
	Máximo	1,68		
	Rango	,04		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	1,293	1,225	
	Curtosis	.	.	
	SP+30%LC	Media	1,6867	,01202
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	1,6350 1,7384	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	1,6800		
	Varianza	,000		
	Desv. típ.	,02082		
	Mínimo	1,67		
	Máximo	1,71		
	Rango	,04		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	1,293	1,225	
	Curtosis	.	.	
IP	SP	Media	20,5100	,47606
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	18,4617 22,5583
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	20,6100	
		Varianza	,680	
		Desv. típ.	,82456	
		Mínimo	19,64	

**Descriptivos**

Dosificación		Estadístico	Error típ.	
SP+10%LC	Máximo	21,28		
	Rango	1,64		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	-,538	1,225	
	Curtosis	.	.	
	Media	16,3967	1,09405	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	11,6894	
		Límite superior	21,1040	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	15,4300		
	Varianza	3,591		
	Desv. típ.	1,89495		
	Mínimo	15,18		
	Máximo	18,58		
	Rango	3,40		
Amplitud intercuartil	.			
Asimetría	1,698	1,225		
Curtosis	.	.		
SP+20%LC	Media	11,0300	,09539	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,6196	
		Límite superior	11,4404	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	10,9500		
	Varianza	,027		
	Desv. típ.	,16523		
	Mínimo	10,92		
	Máximo	11,22		
	Rango	,30		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	1,668	1,225	
	Curtosis	.	.	
	SP+30%LC	Media	7,8467	,22154
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	6,8935
Límite superior			8,7999	
Media recortada al 5%		.		
Mediana		8,0000		
Varianza		,147		
Desv. típ.		,38371		
Mínimo		7,41		
Máximo		8,13		
Rango		,72		
Amplitud intercuartil		.		
Asimetría		-1,511	1,225	

**Descriptivos**

Dosificación	Estadístico	Error típ.
Curtosis	.	.

**Pruebas de normalidad**

Dosificación		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR	SP	,175	3	.	1,000	3	1,000
	SP+10%LC	,253	3	.	,964	3	,637
	SP+20%LC	,364	3	.	,801	3	,116
	SP+30%LC	,289	3	.	,927	3	,477
MDS	SP	,219	3	.	,987	3	,780
	SP+10%LC	,219	3	.	,987	3	,780
	SP+20%LC	,292	3	.	,923	3	,463
	SP+30%LC	,292	3	.	,923	3	,463
IP	SP	,215	3	.	,989	3	,799
	SP+10%LC	,362	3	.	,805	3	,126
	SP+20%LC	,353	3	.	,824	3	,174
	SP+30%LC	,322	3	.	,880	3	,325

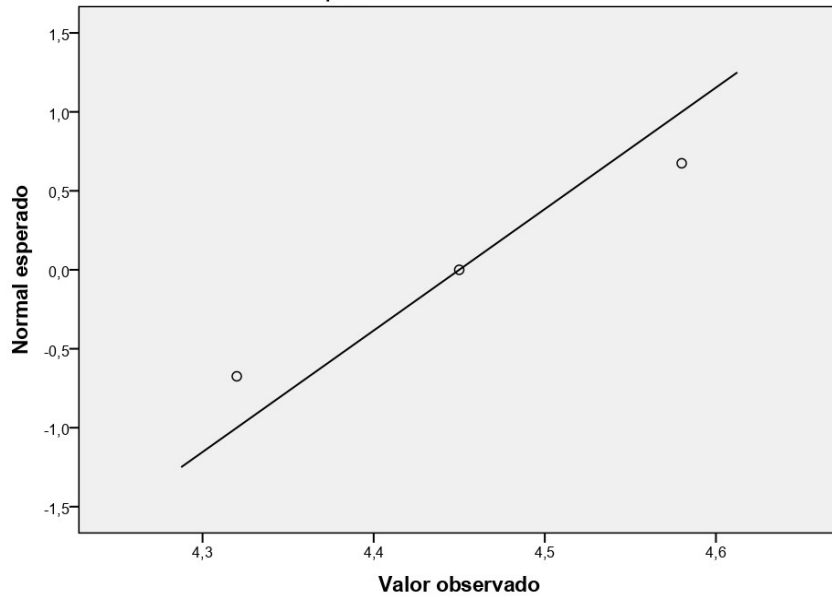
a. Corrección de la significación de Lilliefors

**CBR**

**Gráficos Q-Q normales**

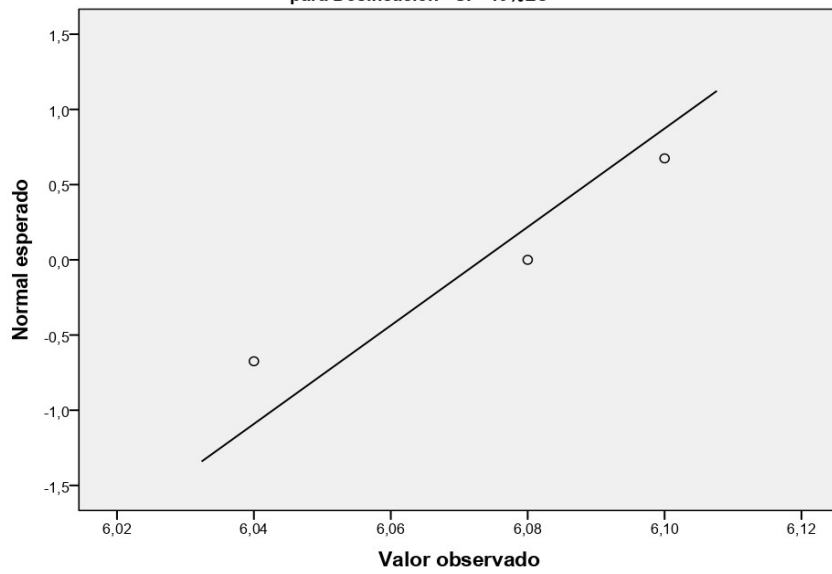
**Gráfico Q-Q normal de CBR**

para Dosificación= SP



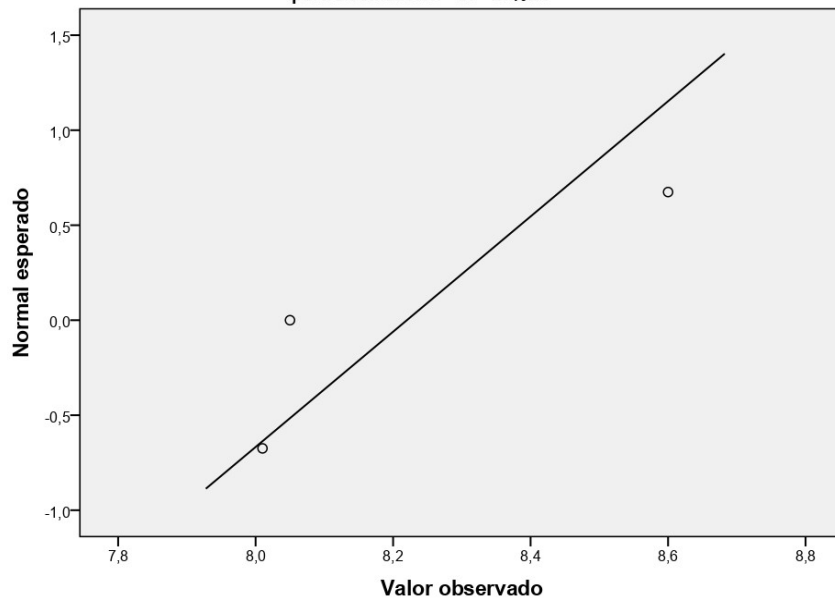
**Gráfico Q-Q normal de CBR**

para Dosificación= SP+10%LC

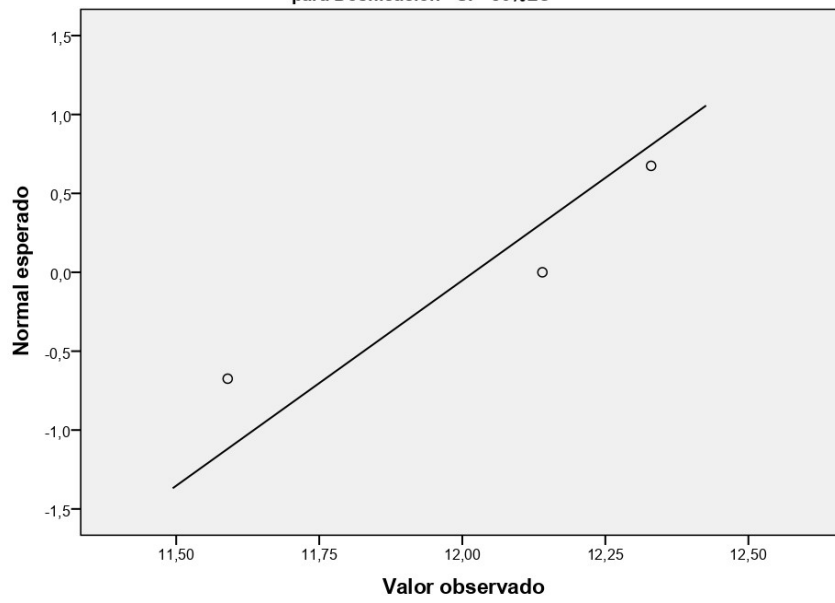




**Gráfico Q-Q normal de CBR**  
para Dosificación= SP+20%LC



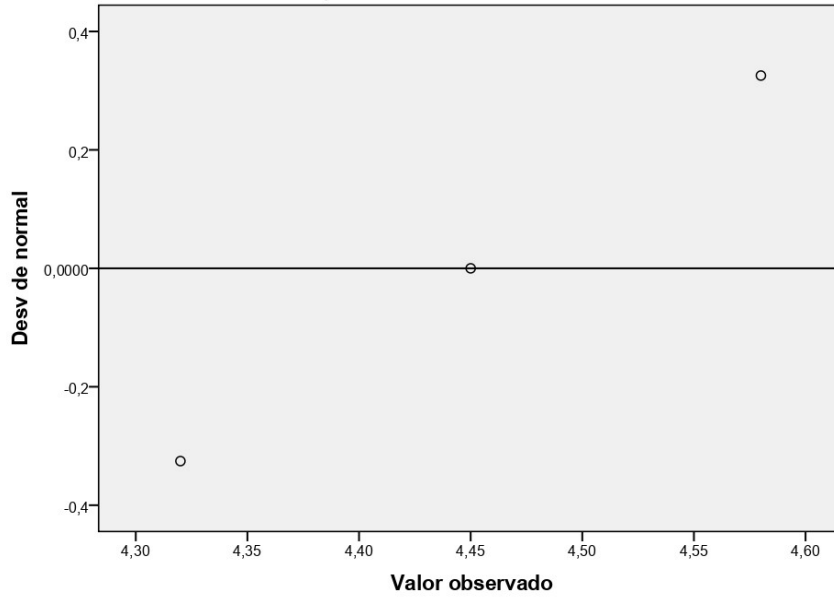
**Gráfico Q-Q normal de CBR**  
para Dosificación= SP+30%LC



**Gráficos Q-Q normales sin tendencia**

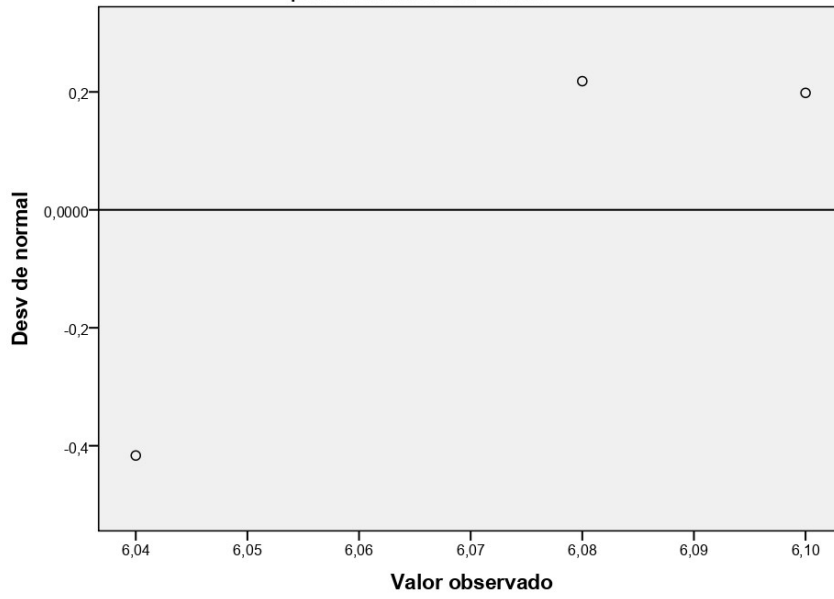
**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de CBR**

para Dosificación= SP



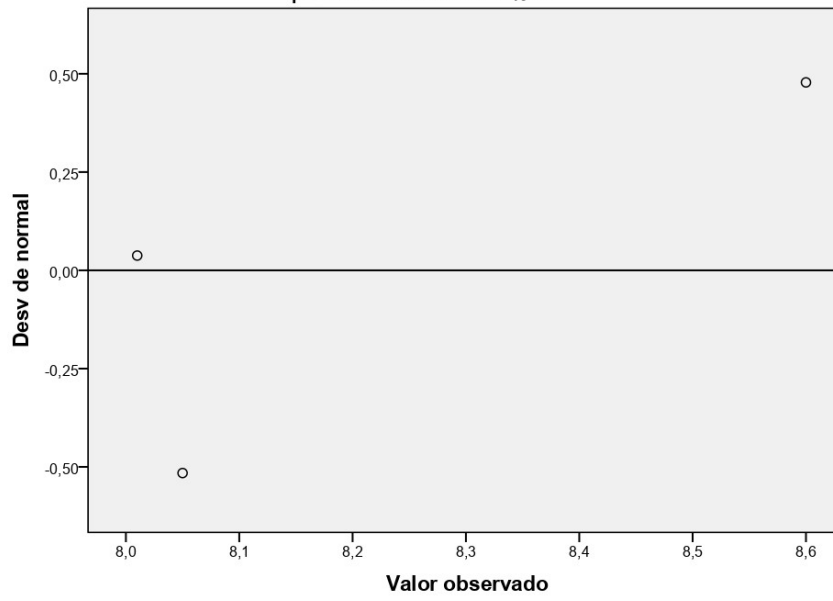
**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de CBR**

para Dosificación= SP+10%LC



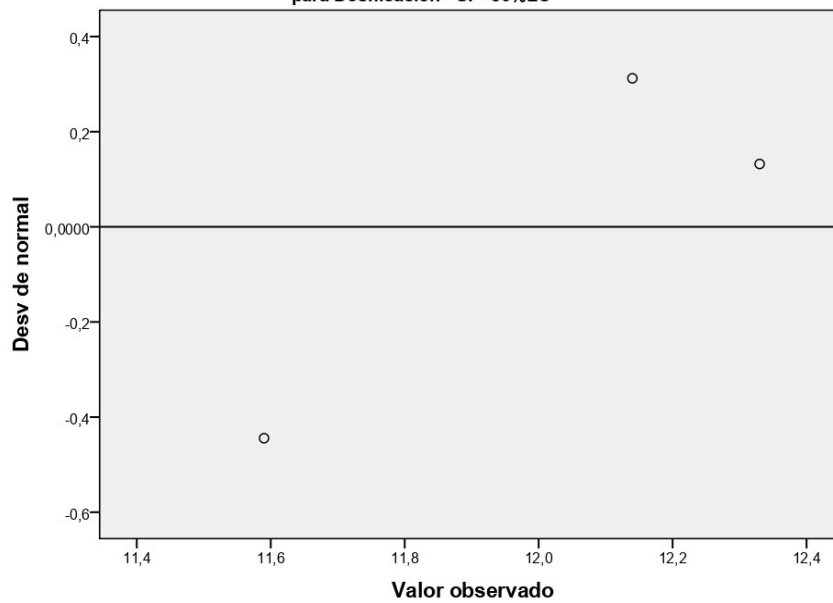
**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de CBR**

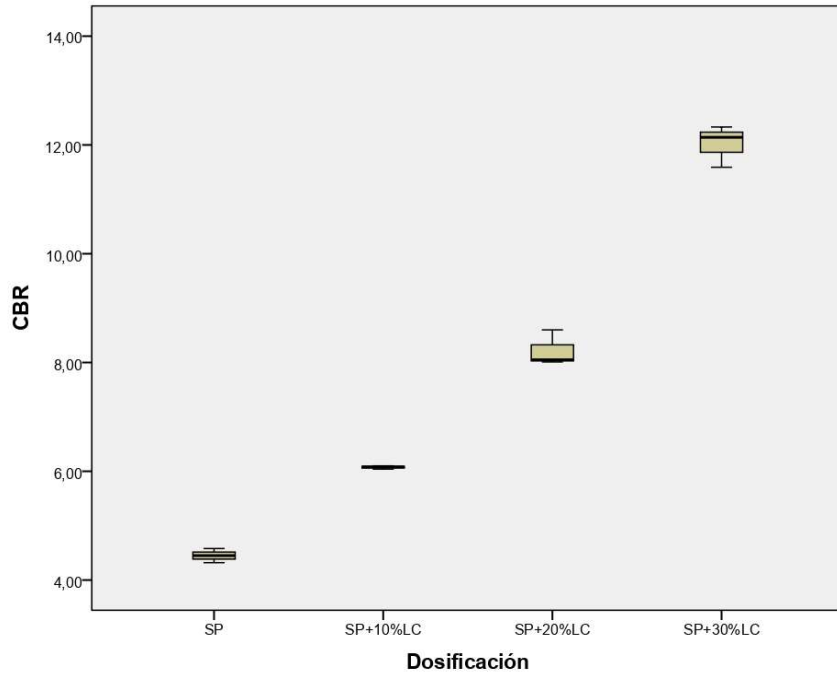
para Dosificación= SP+20%LC



**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de CBR**

para Dosificación= SP+30%LC

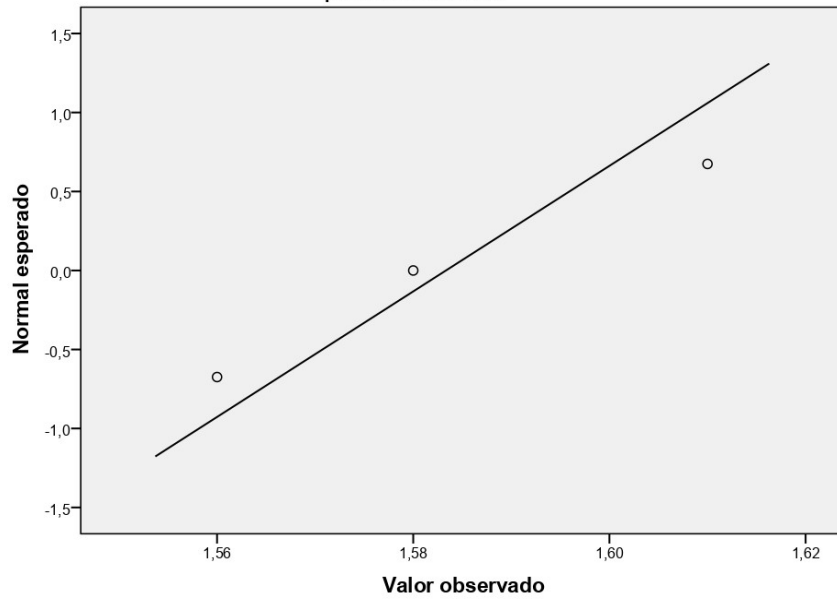




**MDS**

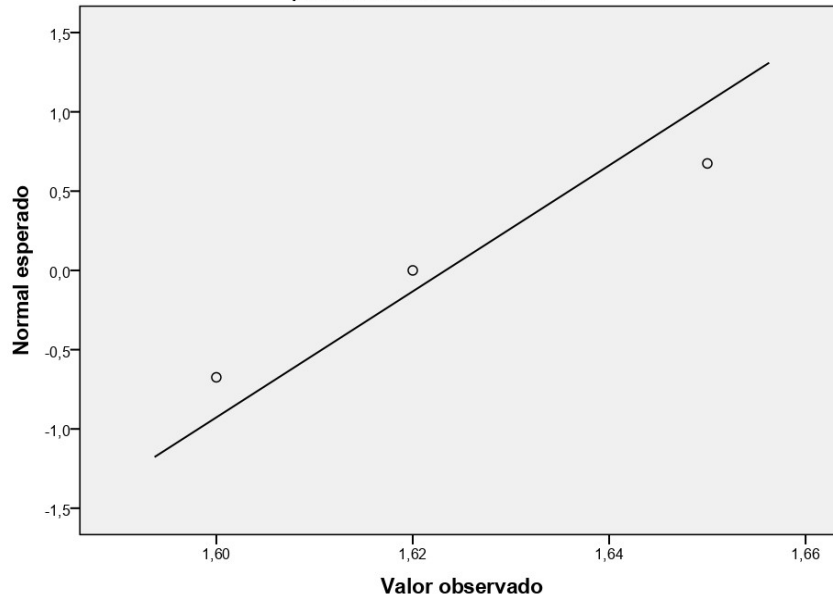
**Gráficos Q-Q normales**

**Gráfico Q-Q normal de MDS  
para Dosificación= SP**



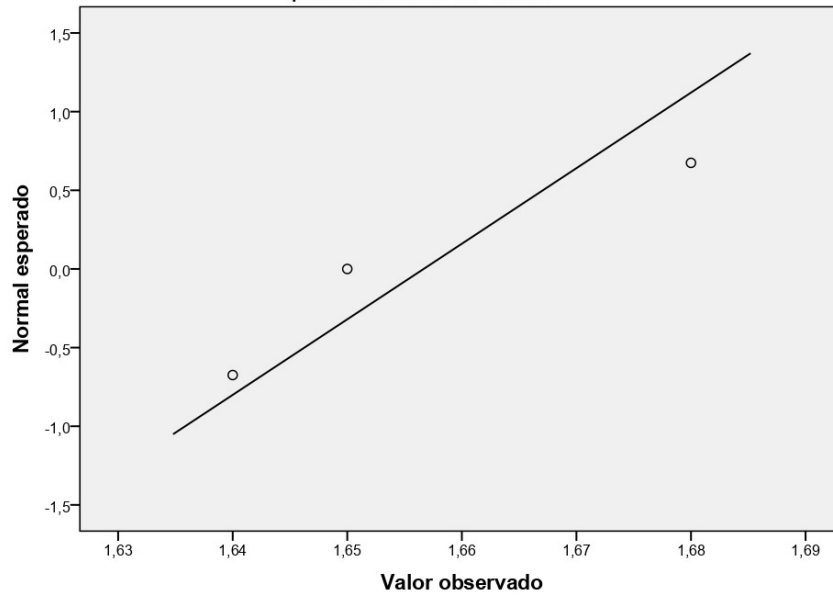
**Gráfico Q-Q normal de MDS**

para Dosificación= SP+10%LC



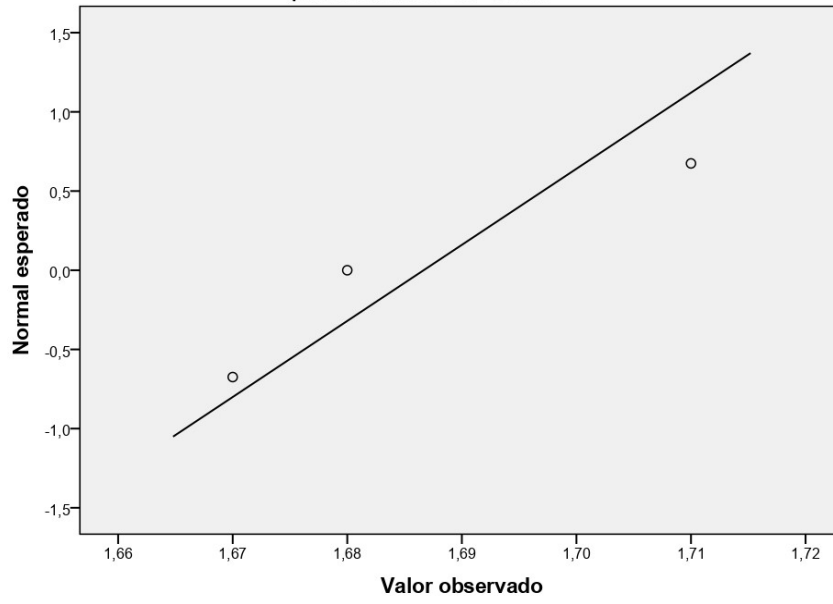
**Gráfico Q-Q normal de MDS**

para Dosificación= SP+20%LC



### Gráfico Q-Q normal de MDS

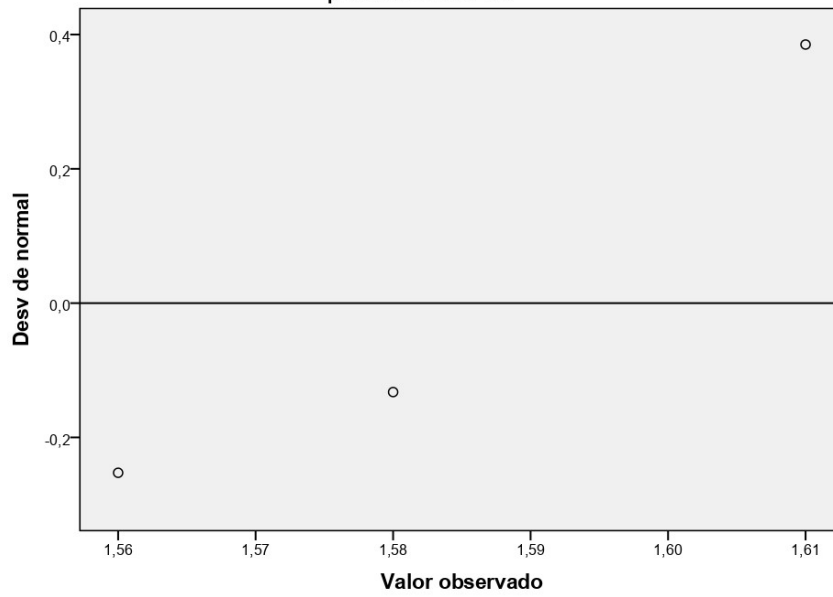
para Dosificación= SP+30%LC



### Gráficos Q-Q normales sin tendencia

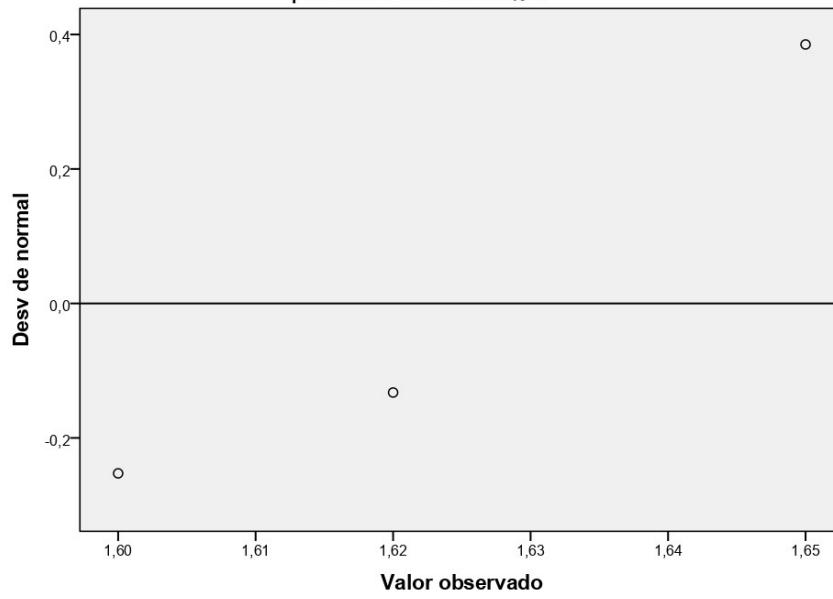
#### Gráfico Q-Q normal sin tendencias de MDS

para Dosificación= SP



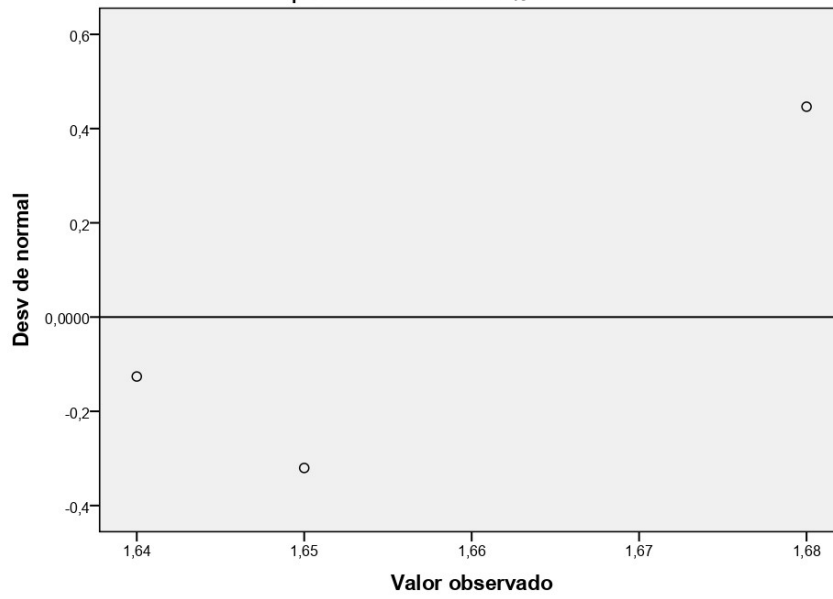
**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de MDS**

para Dosificación= SP+10%LC



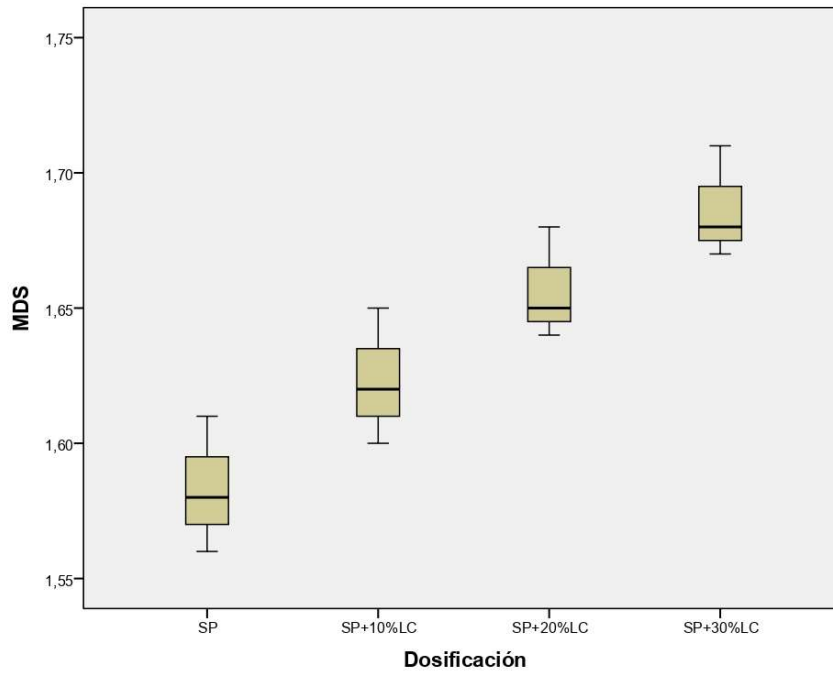
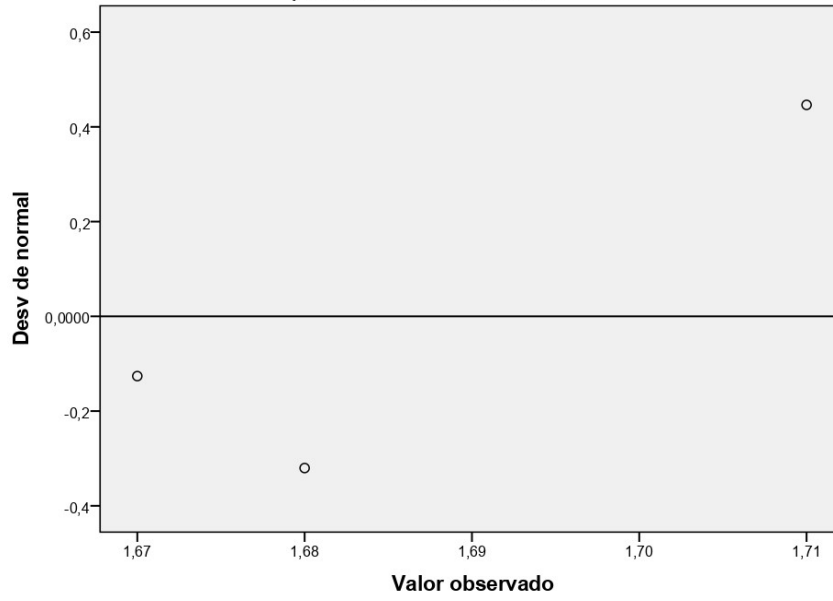
**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de MDS**

para Dosificación= SP+20%LC



### Gráfico Q-Q normal sin tendencias de MDS

para Dosificación= SP+30%LC

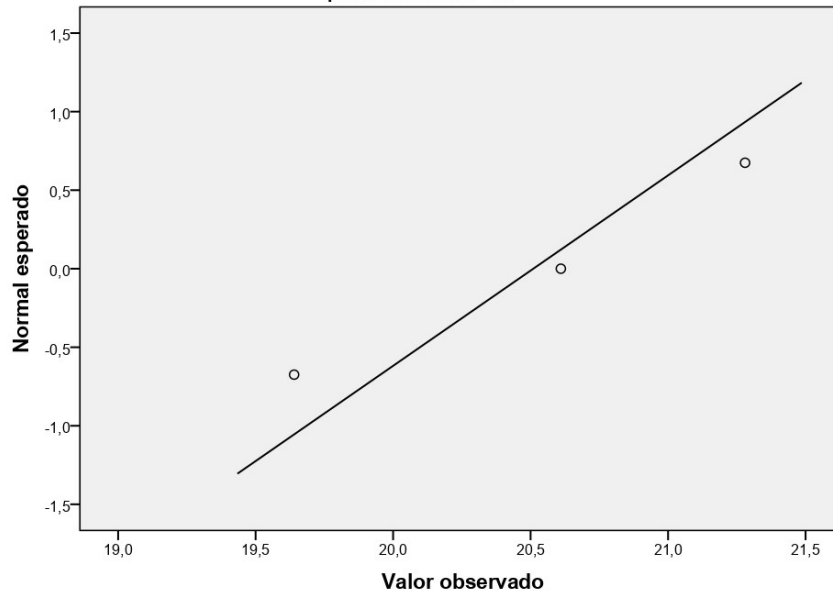


**IP**

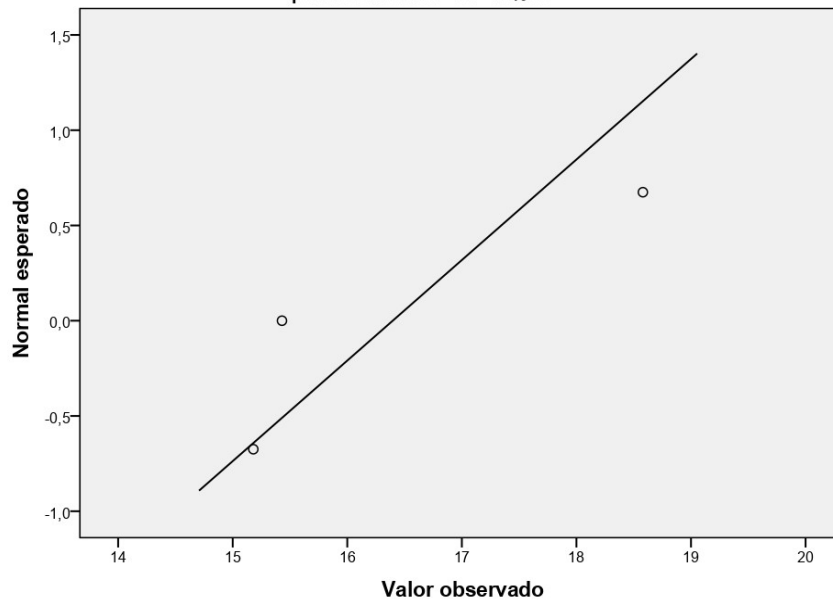
**Gráficos Q-Q normales**



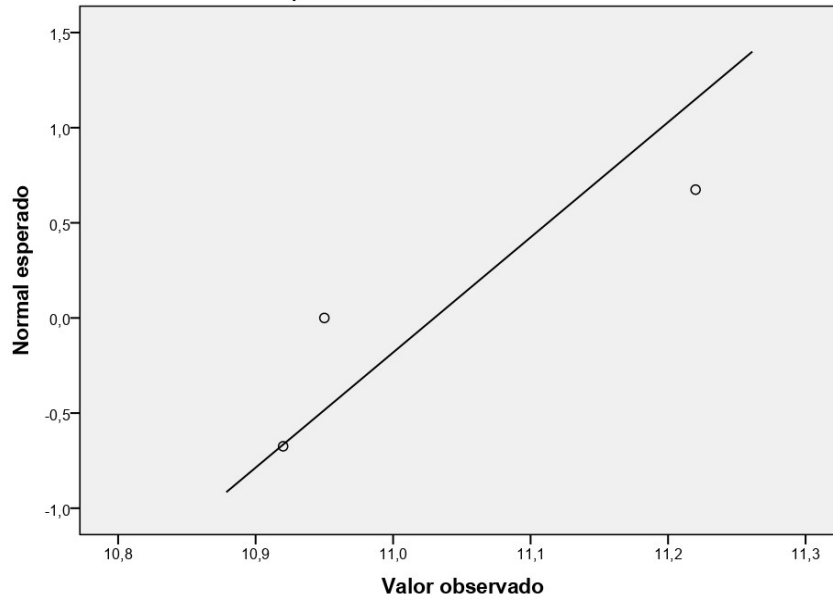
**Gráfico Q-Q normal de IP**  
para Dosificación= SP



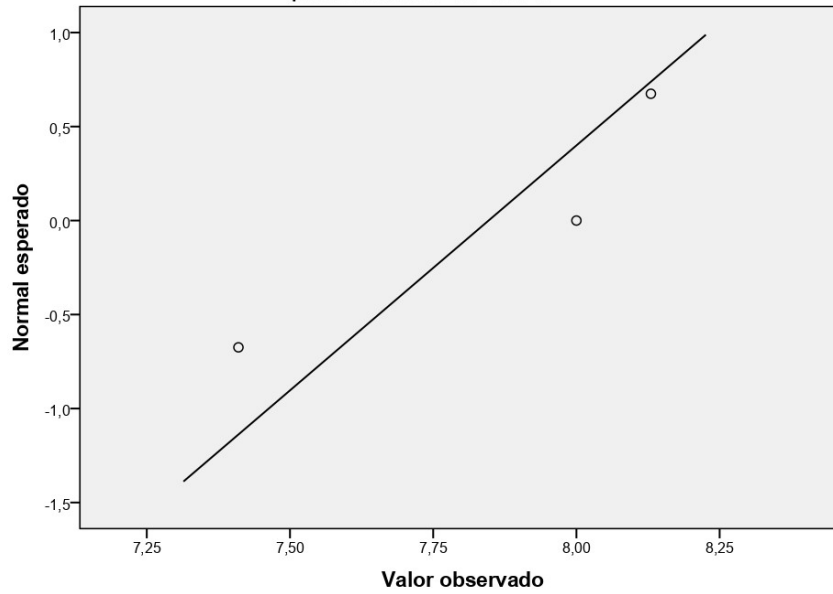
**Gráfico Q-Q normal de IP**  
para Dosificación= SP+10%LC



**Gráfico Q-Q normal de IP**  
para Dosificación= SP+20%LC

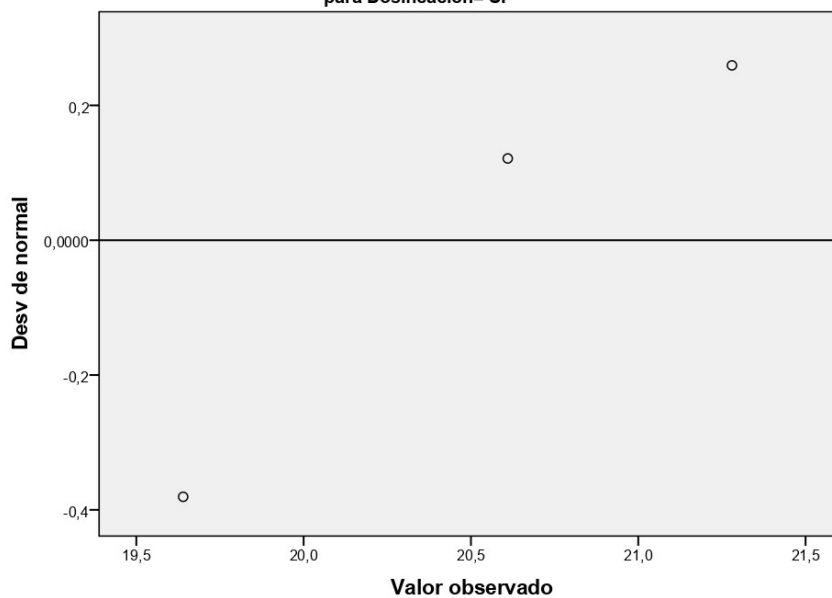


**Gráfico Q-Q normal de IP**  
para Dosificación= SP+30%LC

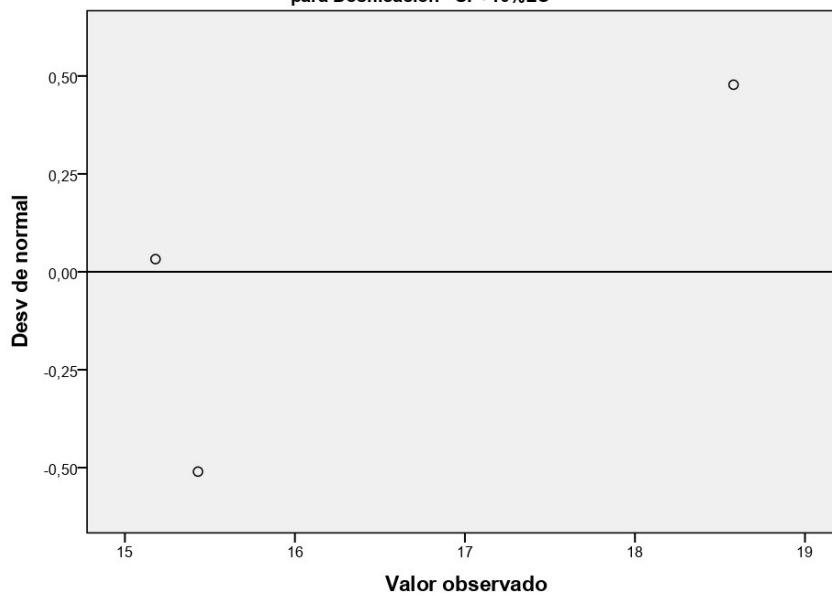


**Gráficos Q-Q normales sin tendencia**

**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de IP**  
para Dosificación= SP

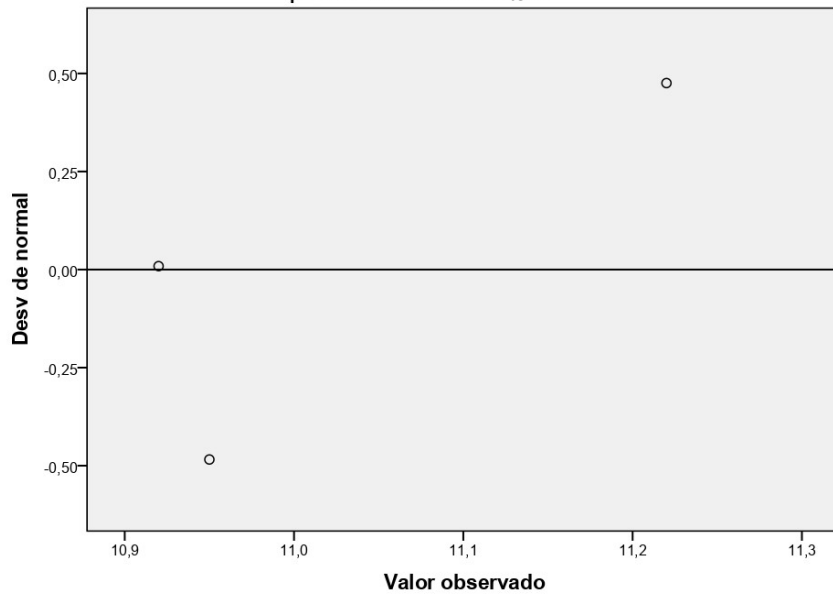


**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de IP**  
para Dosificación= SP+10%LC



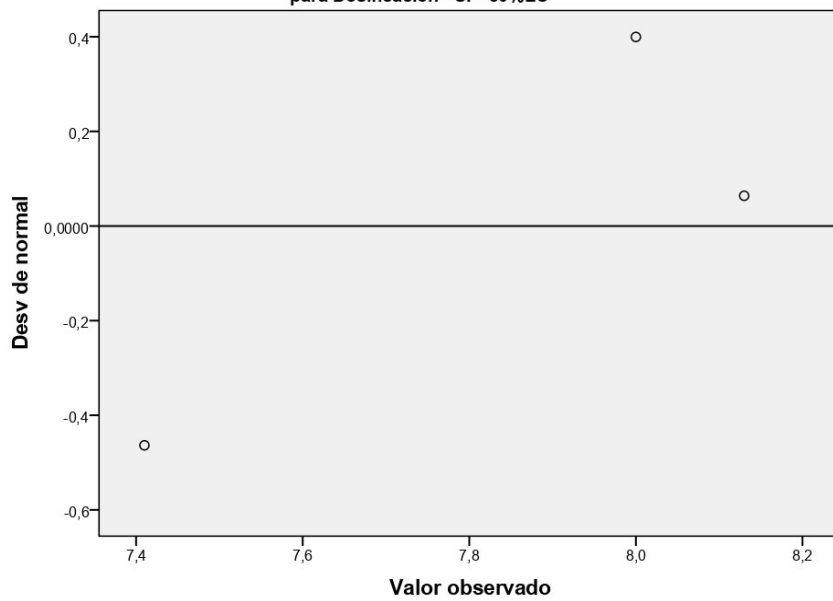
**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de IP**

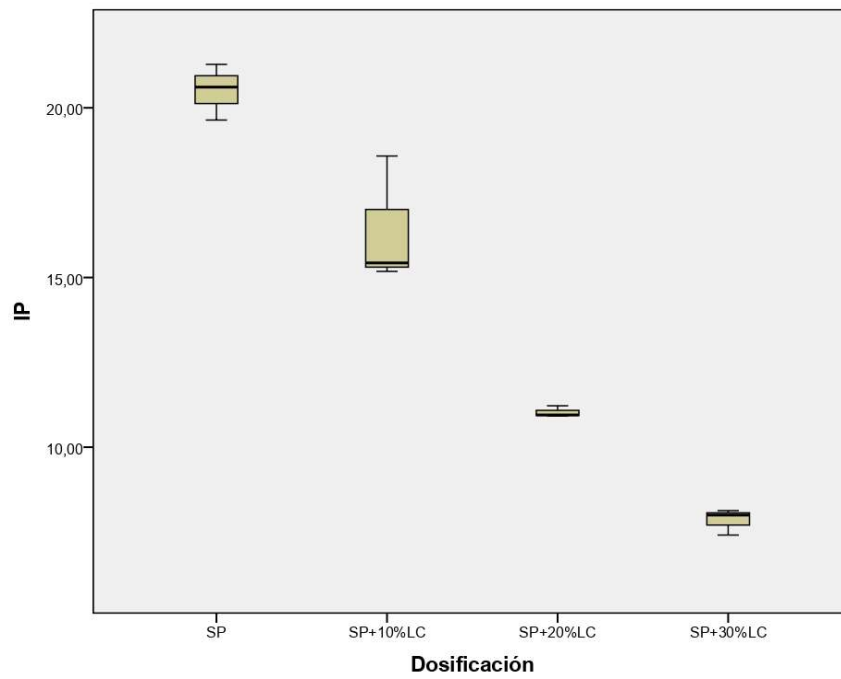
para Dosificación= SP+20%LC



**Gráfico Q-Q normal sin tendencias de IP**

para Dosificación= SP+30%LC





```
ONEWAY CBR BY Dosificación
/STATISTICS HOMOGENEITY
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC= TUKEY ALPHA(0.05).
```

### ANOVA de un factor

**Notas**

Resultados creados		29-APR-2022 07:49:27
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	12
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
Sintaxis		ONEWAY CBR BY Dosificación <input type="checkbox"/> /STATISTICS HOMOGENEITY <input type="checkbox"/> /MISSING ANALYSIS <input type="checkbox"/> /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,02
	Tiempo transcurrido	00:00:00,05

[Conjunto\_de\_datos2]

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

CBR

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
4,600	3	8	,037

**ANOVA de un factor**

CBR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	96,423	3	32,141	468,813	,000
Intra-grupos	,548	8	,069		
Total	96,971	11			

**Pruebas post hoc**

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CBR

HSD de Tukey

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de ...
					Límite inferior
SP	SP+10%LC	-1,62333*	,21379	,000	-2,3080
	SP+20%LC	-3,77000*	,21379	,000	-4,4546
	SP+30%LC	-7,57000*	,21379	,000	-8,2546
SP+10%LC	SP	1,62333*	,21379	,000	,9387
	SP+20%LC	-2,14667*	,21379	,000	-2,8313
	SP+30%LC	-5,94667*	,21379	,000	-6,6313
SP+20%LC	SP	3,77000*	,21379	,000	3,0854
	SP+10%LC	2,14667*	,21379	,000	1,4620
	SP+30%LC	-3,80000*	,21379	,000	-4,4846
SP+30%LC	SP	7,57000*	,21379	,000	6,8854
	SP+10%LC	5,94667*	,21379	,000	5,2620
	SP+20%LC	3,80000*	,21379	,000	3,1154

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CBR

HSD de Tukey

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Intervalo de ...
		Límite superior
SP	SP+10%LC	-,9387
	SP+20%LC	-3,0854
	SP+30%LC	-6,8854
SP+10%LC	SP	2,3080
	SP+20%LC	-1,4620
	SP+30%LC	-5,2620
SP+20%LC	SP	4,4546
	SP+10%LC	2,8313
	SP+30%LC	-3,1154
SP+30%LC	SP	8,2546
	SP+10%LC	6,6313
	SP+20%LC	4,4846

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

### Subconjuntos homogéneos

**CBR**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
SP	3	4,4500			
SP+10%LC	3		6,0733		
SP+20%LC	3			8,2200	
SP+30%LC	3				12,0200
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

```
ONEWAY MDS BY Dosificación
  /STATISTICS HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC= TUKEY ALPHA(0.05).
```

**ANOVA de un factor**

**Notas**

Resultados creados		29-APR-2022 07:49:54
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	12
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
Sintaxis		ONEWAY MDS BY Dosificación <input type="checkbox"/> /STATISTICS HOMOGENEITY <input type="checkbox"/> /MISSING ANALYSIS <input type="checkbox"/> /POSTHOC= TUKEY ALPHA(0.05).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,00
	Tiempo transcurrido	00:00:00,01

[Conjunto\_de\_datos2]



**Prueba de homogeneidad de varianzas**

MDS

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,043	3	8	,987

**ANOVA de un factor**

MDS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,018	3	,006	11,099	,003
Intra-grupos	,004	8	,001		
Total	,022	11			

**Pruebas post hoc**

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: MDS

HSD de Tukey

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de ...
					Límite inferior
SP	SP+10%LC	-,04000	,01886	,225	-,1004
	SP+20%LC	-,07333 <sup>*</sup>	,01886	,019	-,1337
	SP+30%LC	-,10333 <sup>*</sup>	,01886	,003	-,1637
SP+10%LC	SP	,04000	,01886	,225	-,0204
	SP+20%LC	-,03333	,01886	,353	-,0937
	SP+30%LC	-,06333 <sup>*</sup>	,01886	,040	-,1237
SP+20%LC	SP	,07333 <sup>*</sup>	,01886	,019	,0129
	SP+10%LC	,03333	,01886	,353	-,0271
	SP+30%LC	-,03000	,01886	,434	-,0904
SP+30%LC	SP	,10333 <sup>*</sup>	,01886	,003	,0429
	SP+10%LC	,06333 <sup>*</sup>	,01886	,040	,0029
	SP+20%LC	,03000	,01886	,434	-,0304

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: MDS

HSD de Tukey

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Intervalo de ...
		Límite superior
SP	SP+10%LC	,0204
	SP+20%LC	-,0129
	SP+30%LC	-,0429
SP+10%LC	SP	,1004
	SP+20%LC	,0271
	SP+30%LC	-,0029
SP+20%LC	SP	,1337
	SP+10%LC	,0937
	SP+30%LC	,0304
SP+30%LC	SP	,1637
	SP+10%LC	,1237
	SP+20%LC	,0904

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

### Subconjuntos homogéneos

MDS

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SP	3	1,5833		
SP+10%LC	3	1,6233	1,6233	
SP+20%LC	3		1,6567	1,6567
SP+30%LC	3			1,6867
Sig.		,225	,353	,434

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

```
ONEWAY IP BY Dosificación
/STATISTICS HOMOGENEITY
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC= TUKEY ALPHA(0.05).
```

### ANOVA de un factor

**Notas**

Resultados creados		29-APR-2022 07:50:22
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	12
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
Sintaxis		ONEWAY IP BY Dosificación <input type="checkbox"/> /STATISTICS HOMOGENEITY <input type="checkbox"/> /MISSING ANALYSIS <input type="checkbox"/> /POSTHOC= TUKEY ALPHA(0.05).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,02
	Tiempo transcurrido	00:00:00,02

[Conjunto\_de\_datos2]

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

IP

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
6,875	3	8	,013

**ANOVA de un factor**

IP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	284,390	3	94,797	85,301	,000
Intra-grupos	8,891	8	1,111		
Total	293,281	11			

**Pruebas post hoc**

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: IP

HSD de Tukey

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de ...
					Límite inferior
SP	SP+10%LC	4,11333*	,86074	,006	1,3569
	SP+20%LC	9,48000*	,86074	,000	6,7236
	SP+30%LC	12,66333*	,86074	,000	9,9069
SP+10%LC	SP	-4,11333*	,86074	,006	-6,8697
	SP+20%LC	5,36667*	,86074	,001	2,6103
	SP+30%LC	8,55000*	,86074	,000	5,7936
SP+20%LC	SP	-9,48000*	,86074	,000	-12,2364
	SP+10%LC	-5,36667*	,86074	,001	-8,1231
	SP+30%LC	3,18333*	,86074	,025	,4269
SP+30%LC	SP	-12,66333*	,86074	,000	-15,4197
	SP+10%LC	-8,55000*	,86074	,000	-11,3064
	SP+20%LC	-3,18333*	,86074	,025	-5,9397

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: IP

HSD de Tukey

(I) Dosificación	(J) Dosificación	Intervalo de ...
		Límite superior
SP	SP+10%LC	6,8697
	SP+20%LC	12,2364
	SP+30%LC	15,4197
SP+10%LC	SP	-1,3569
	SP+20%LC	8,1231
	SP+30%LC	11,3064
SP+20%LC	SP	-6,7236
	SP+10%LC	-2,6103
	SP+30%LC	5,9397
SP+30%LC	SP	-9,9069
	SP+10%LC	-5,7936
	SP+20%LC	-,4269

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

**Subconjuntos homogéneos**

IP

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
SP+30%LC	3	7,8467			
SP+20%LC	3		11,0300		
SP+10%LC	3			16,3967	
SP	3				20,5100
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Anexo 7. Panel fotográfico

<p><b>UCV</b> Universidad César Vallejo</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>
	<p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>
<p><b>PANEL FOTOGRÁFICO</b></p>	
<p><b>TESIS</b></p>	<p>“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”</p>
<p><b>AUTORES</b></p>	<p>Br. Apaza Quispe, Willian Demetrio Br. Ninaja Gomez, Willi Walter</p>
<p><b>Obtención de los lodos de concreto</b></p>	
<p><b>Fotografía N° 1</b> Lodos de concreto</p>	<p><b>Fotografía N° 2</b> Lodos de concreto</p>
<p><b>Fotografía N° 3</b> Lodos de concreto</p>	

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”

**AUTORES**

Br. Apaza Quispe, Willian Demetrio  
Br. Ninaja Gomez, Willi Walter

**Sondeo de calicatas**



**Fotografía N° 4**

Excavación de calicatas



**Fotografía N° 5**

Excavación de calicatas (C-2)



**Fotografía N° 6**

Excavación de calicata C-3



**Fotografía N° 7**

Excavación de calicata C-1

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”

**AUTORES**

Br. Apaza Quispe, Willian Demetrio

Br. Ninaja Gomez, Willi Walter

**Etapa de laboratorio**



**Fotografía N° 8**

Obtención del contenido de humedad

**Fotografía N° 9**

Ensayo de granulometría



**Fotografía N° 10**

Ensayo de límite líquido

**Fotografía N° 11**

Ensayo de límite plástico



**PANEL FOTOGRÁFICO**

<b>TESIS</b>	“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”
<b>AUTORES</b>	Br. Apaza Quispe, Willian Demetrio Br. Ninaja Gomez, Willi Walter

**Etapa de laboratorio**



**Fotografía N° 12**

Pesado del molde de Proctor



**Fotografía N° 13**

Pesado del molde de Proctor



**Fotografía N° 14**

Compacción de la muestra de suelo



**Fotografía N° 15**

Humectación de la muestra de suelo

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

“Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022”

**AUTORES**

Br. Apaza Quispe, Willian Demetrio

Br. Ninaja Gomez, Willi Walter

**Etapa de laboratorio**



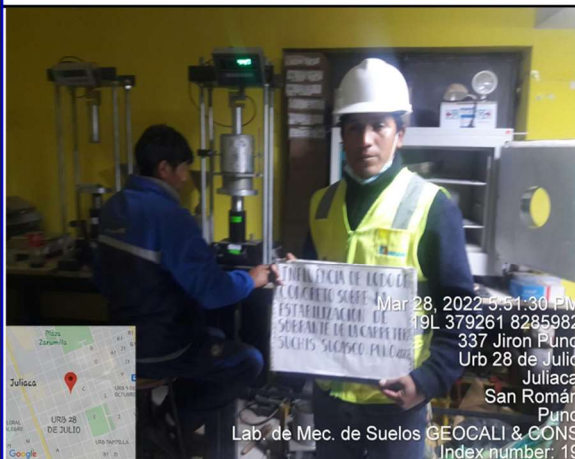
**Fotografía N° 16**

Saturación de los especímenes de suelo



**Fotografía N° 17**

Aplicación de carga en la prensa CBR



**Fotografía N° 18**

Aplicación de carga en la prensa CBR



**Fotografía N° 19**

Aplicación de carga en la prensa CBR