



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y  
Cal en vías urbanas, avenida circunvalación este, Juliaca, Puno 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Luque Puma, Andrés Ángel ([orcid.org/0000-0002-4817-5307](https://orcid.org/0000-0002-4817-5307))

**ASESOR:**

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto ([orcid.org/0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta tesis la dedico a mis padres, familiares y amigos que me acompañaron durante mi formación académica y profesional, ya que ellos hicieron posible cumplir este anhelo.

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por permitirme cumplir esta meta, también agradezco a mi asesor el Dr. Abel Alberto por su acompañamiento y guía durante la elaboración de este estudio y a todos los partícipes de este estudio muchas gracias.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS .....	35
V. DISCUSIÓN .....	46
VI. CONCLUSIONES .....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS .....	54
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1. Características principales de la cal .....	11
Tabla 2. Clasificación del suelo según su dimensión .....	12
Tabla 3. Parámetros de validez de un instrumento .....	21
Tabla 4. Juicio de expertos .....	22
Tabla 5. Coeficiente de confiabilidad .....	22
Tabla 6. Ensayos de laboratorio .....	25
Tabla 7. Análisis granulométrico de la calicata C-1 .....	27
Tabla 8. Análisis granulométrico de la calicata C-2 .....	27
Tabla 9. Análisis granulométrico de la calicata C-3 .....	28
Tabla 10. Características físico-mecánicas de la muestra control .....	29
Tabla 11. Tamizado de la muestra de concreto reciclado .....	29
Tabla 12. Descripción del concreto reciclado .....	30
Tabla 13. Índice de plasticidad del suelo natural modificado con concreto reciclado y cal .....	30
Tabla 14. Proctor modificado del suelo natural modificado con concreto reciclado y cal .....	31
Tabla 15. Capacidad de soporte del suelo natural modificado con concreto reciclado y cal .....	32
Tabla 16. Fórmulas de correlación del CBR y el Mr .....	33
Tabla 17. Módulo de resiliencia del suelo modificado con concreto reciclado y cal .....	33
Tabla 18. Variación del índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal .....	36
Tabla 19. Variación de la máxima densidad seca de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal .....	37
Tabla 20. Variación de la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal .....	38
Tabla 21. Variación del módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal .....	40
Tabla 22. Prueba de ANOVA para el índice de plasticidad .....	41
Tabla 23. Comparaciones en parejas del índice de plasticidad .....	41
Tabla 24. Prueba de ANOVA para la máxima densidad seca .....	42

Tabla 25. Comparaciones en parejas de la máxima densidad seca .....	42
Tabla 26. Prueba de ANOVA para la capacidad de soporte .....	43
Tabla 27. Comparaciones en parejas de la capacidad de soporte .....	43
Tabla 28. Prueba de ANOVA para el módulo de resiliencia.....	44
Tabla 29. Comparaciones en parejas del módulo de resiliencia .....	44

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Estado actual de la vía.....	2
Figura 2. Desechos de concreto .....	2
Figura 3. Esquema de una planta de tratamiento de RCDs .....	10
Figura 4. Densificación de una vía.....	14
Figura 5. Transmisión de cargas en un pavimento.....	17
Figura 6. Desechos de concreto de pavimento rígido .....	24
Figura 7. Medición de la resistencia del concreto reciclado con el esclerómetro .	24
Figura 8. Tamizado del concreto reciclado .....	25
Figura 9. Flujograma de procedimientos realizados .....	26
Figura 10. Mapa del Perú y de la región de Puno .....	35
Figura 11. Mapa del distrito de Juliaca y la provincia de San Román.....	35
Figura 12. Valores de índice de plasticidad del suelo modificado con concreto reciclado y cal.....	37
Figura 13. Valores de máxima densidad seca del suelo modificado con concreto reciclado y cal.....	38
Figura 14. Valores de capacidad de soporte del suelo modificado con concreto reciclado y cal.....	39
Figura 15. Valores de módulo de resiliencia del suelo modificado con concreto reciclado y cal.....	40

## Resumen

Esta investigación cuenta como objetivo general determinar la variación de la estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022, la metodología empleada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental, la población fue la subrasante de la avenida Circunvalación Este y la muestra fueron 3 calicatas. Los resultados indicaron que con las mezclas de concreto reciclado y cal en SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C los valores de índice de plasticidad varían desde 12.29%, 10.51%, 8.30%, 6.13% y 3.69%, la capacidad de soporte varía desde 5.04%, 6.45%, 9.77%, 11.33% y 11.74% y el módulo de resiliencia varía desde 7560.00 PSI, 9680.00 PSI, 13559.27 PSI, 14534.50 PSI y 14875.91 PSI respectivamente. Llegando a la conclusión de que la estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal varía significativamente con la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal, con el cual el índice de plasticidad varió a 6.13%, la máxima densidad seca varió a 1.785 gr/cm<sup>3</sup>, el CBR al 95% de la MDS varió a 11.33% y el módulo de resiliencia a 14534.50 PSI, teniendo una categoría de subrasante buena.

**Palabras clave:** Estabilización de subrasante, concreto reciclado, cal, CBR, módulo de resiliencia.



## Abstract

This research has as a general objective to determine the variation of the amplitude of substrates modified with recycled concrete and lime in urban roads, Avenida Circunvalacion Este, Juliaca, Puno 2022, the methodology used was applied, quantitative approach, explanatory level and experimental design, the population was the subgrade of Circunvalacion Este avenue and the sample was 3 pits. The results indicated that with the mixtures of recycled concrete and lime in SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10 %C and SN+25%CR+12%C plasticity index values vary from 12.29%, 10.51%, 8.30%, 6.13% and 3.69%, bearing capacity varies from 5.04%, 6.45%, 9.77%, 11.33% and 11.74% and the modulus of resilience ranges from 7560.00 PSI, 9680.00 PSI, 13559.27 PSI, 14534.50 PSI and 14875.91 PSI respectively. Concluding that the precision of substrates modified with recycled concrete and lime varied significantly with the improvement of 20% recycled concrete and 10% lime, with which the plasticity index varied to 6.13%, the maximum dry density varied at 1.785 gr/cm<sup>3</sup>, the CBR at 95% of the MDS varied to 11.33% and the resilience modulus to 14534.50 PSI, having a good subgrade category.

**Keywords:** Subgrade stabilization, recycled concrete, lime, CBR, modulus of resilience

## I. INTRODUCCIÓN

Este estudio busca ofrecer una novedosa forma de estabilización de subrasantes para vías que se hallan en condiciones deplorables, mediante el mediante la modificación de subrasantes con mezclas de cal y concreto reciclado.

A nivel internacional los residuos de construcción y demolición (C&D) son los desperdicios ocasionados por múltiples actividades relacionados con la construcción de todo tipo de infraestructura. Existen múltiples materiales desechados como el acero, ladrillos de arcilla, madera, vidrios, concreto, asfalto entre otros. En los últimos años se produjo alrededor de 21 millones de toneladas de desechos ocasionados por actividades de construcción en Australia, que representa casi la mitad de desperdicios generados en este país, no obstante cerca de 12 millones de toneladas de estos desperdicios fueron reciclados, como material de rellenos sanitarios y para la recuperación y generación de energía. Los desechos generados por las actividades de construcción varían según el tipo de trabajo (construcción o demolición). En muchos países se viene innovando el uso de desechos de construcción para el mejoramiento de suelos inestables. En México el reciclaje de desperdicios se está volviendo más común, en años previos los residuos simplemente eran vertidos en botaderos generando la disminución de áreas que pudieron ser utilizados con otros fines, con la tendencia ambiental de la actualidad resulta necesario dar importancia a las actividades de reciclaje reduciendo así los cúmulos de desechos de concreto existente en los botaderos (1).

En el país las diversas fuentes de producción, principalmente la enfocada en las actividades de la construcción, generan gran cantidad de materiales desechados, lo que generalmente son dejadas y acumuladas en las afueras de las ciudades; a razón de esta problemática nacional resulta necesario la realización de investigaciones con el propósito de estudiar si se puede dar un segundo uso a estos desechos; puesto que la generación de desechos como: cenizas, escombros, plásticos y otros aparte de generar desperdicios también ocasionan problemas de su deposición. El empleo de estos materiales podría ser una alternativa viable para socavar en parte esta problemática, asimismo el concreto desechado generalmente suele mantener sus componentes iniciales como la arena y la grava, los cuales

pueden ser reaprovechados para la fabricación de concreto o emplearlo para el mejoramiento de suelos (2).

La avenida Circunvalación Este de la ciudad de Juliaca, es una de las principales vías que conecta las múltiples urbanizaciones con el centro de la ciudad; sin embargo las condiciones en las que se encuentra actualmente es lamentable, puesto que las lluvias junto a la carga vehicular y las características del suelo de fundación ocasionaron la aparición de fallas sobre la superficie del pavimento, los cuales son más evidentes en temporada de precipitaciones pluviales. Otro problema que se viene frecuentando es el aumento de vertederos de desechos de construcción donde predomina los restos de concreto proveniente de la demolición de pavimentos e infraestructura, los cuales no son reaprovechados y ocupan espacios que podrían ser aprovechados para realizar actividades como la agricultura.



*Figura 1.* Estado actual de la vía



*Figura 2.* Desechos de concreto

Por lo que se tendrá como principal problema: ¿Cuánto varía la estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?, y como problemas específicos: ¿Cuánto cambia el índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?; ¿Cuánto varía la densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?; ¿Cuánto varía la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022? y finalmente ¿Cuánto cambia el módulo de resiliencia de subrasantes modificadas

con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?

Esta investigación se justifica teóricamente, puesto que se brindará información teórica del uso de una mezcla de cal y concreto reciclado para la estabilización de subrasantes, la cual puede podría ser considerada para el desarrollo de posteriores estudios, de la misma manera se justifica de forma práctica puesto que este estudio se obtendrán dosificaciones de concreto reciclado y cal adecuadas para el mejoramiento de subrasantes, el cual podría ser aplicado para el mejoramiento de la vía. Se justifica metodológicamente puesto que se detallarán todos los procesos y técnicas que se emplearán para el desarrollo de este estudio, el cual servirá de guía para futuras investigaciones.

Este estudio estableció como objetivo general: Determinar la variación de la estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022, y como objetivos específicos se plantearon: Calcular la variación del índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022; cuantificar la variación de la densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022; cuantificar la variación de la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022 y por último calcular la variación del módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022.

Como hipótesis se tendrá como hipótesis general: La estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022; y como hipótesis específicas se planteó: El índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022, La densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022; la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con

concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022 y por último el módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional González & Infante (2021) elaboraron una tesis que tenía como objetivo evaluar las capacidades mecánicas de una subrasante con presencia de arcillas blandas empleando desperdicios provenientes de trabajos de construcción. La metodología usada fue de enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Los valores obtenidos mostraron que el suelo no modificado contaba con una densidad seca de 1.78 gr/cm<sup>3</sup> y un valor de soporte California de 3.9%, no obstante al adicionar 30.0%, 40.0% y 50.0% de restos de construcción la densidad seca aumentó a 1.91 g/cm<sup>3</sup>, 2.01 g/cm<sup>3</sup> y 2.08 g/cm<sup>3</sup>, mientras que la capacidad de soporte aumentó a 8.06%, 15.5% y 25.5% respectivamente. Dicho estudio llegó a concluir que el empleo de los restos generados por la construcción y trabajos de demolición mejoran la compactación de los suelos, puesto que se incrementó la densidad del suelo; asimismo la incorporación de estos desechos mejora la resistencia del suelo subyacente, puesto que los valores de soporte California se fue incrementando a medida que aumentaba el porcentaje de restos de demolición (3).

Becerra & Gómez (2019) realizaron un estudio que tuvo como fin determinar las capacidades físico-mecánicas de un suelo arcilloso de subrasante con el uso de restos de demolición y construcción. En relación al marco metodológico el estudio presentó un diseño experimental y un enfoque cuantitativo. Los resultados de valor de soporte California con la incorporación de 5.0%, 10.0% y 20.0% fueron de 4%, es decir no existió variación en este parámetro. El estudio llegó a concluir que con la finalidad de obtener mejores valores se incremente los porcentajes de incorporación de restos de demolición y construcción, además de que de acuerdo a la caracterización de los materiales empleados sugieren que dicho material no sea usado para la conformación de carpetas de rodadura (4).

Asimismo, se realizó la revisión de artículos científicos, Ochoa et al. (2022) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la factibilidad del reciclaje de componentes finos del hormigón para el mejoramiento de una subrasante. Según su marco metodológico este estudio fue de enfoque cuantitativo y contaba con un diseño experimental. El suelo no estabilizado contaba con un índice de plasticidad de 12.820% y un valor de soporte California de 1.800%, con el empleo de 20.0%, 40.0% y 60.0% de agregado fino reciclado de hormigón el índice de plasticidad

disminuyó a 12.880%, 5.240% y 0.00%, mientras que la capacidad de soporte aumentó a 12.0%, 21.30% y 32.0% respectivamente. Este estudio llegó a concluir que la incorporación de agregado fino reciclado de hormigón mejora el índice de plasticidad y la capacidad del suelo de subrasante (5).

Mientras Ali y Tobeia (2022) en su estudio que contó como investigar el potencial del agregado de concreto para ser empleado en problemas de suelo, la metodología empleada fue de carácter experimental. Los resultados demostraron que con la adición de 5%, 10% y 15% de áridos de concreto reciclado el módulo de elasticidad se incrementó de 18000 kPa a 27000 kPa, 33000 kPa y 43000 kPa consecutivamente, la investigación llegó a la conclusión que la capacidad portante del suelo modelo normalmente aumenta, a medida que aumenta la cantidad agregado de concreto reciclado y en cualquier porcentaje de los aditivos (6).

Asimismo, Kiran et al. (2019) en su artículo de investigación que contó como principal objetivo evaluar las mejoras de las propiedades básicas y características de resistencia del suelo nativo por estabilización mecánica usando RCA. Los resultados demostraron que las proporciones de 1:1, 1:2 y 1:3 de áridos de concreto reciclado el CBR se incrementó de 2.57% a 18%, 23% y 28% respectivamente, llegando a la conclusión de que el diseño del pavimento se realiza para encontrar el espesor de cada capa a considerar, tanto para suelos estabilizados como no estabilizados. El espesor mínimo de la subrasante para caminos rurales se especifica en 300 mm (7).

En relación a los artículos científicos en otros idiomas se tomó en cuenta la investigación de Nagrale et al. (2016) en su artículo de investigación que contó como propósito evaluar los beneficios de la estabilización de subrasante con cal hidratada, cenizas volantes y fibras de polipropileno, la metodología usada fue de diseño experimental. Los resultados demostraron al adicionar 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6.0% de cal hidratada la densidad se incrementó de 1.24 gr/cm<sup>3</sup>, 1.276 gr/cm<sup>3</sup>, 1.317 gr/cm<sup>3</sup>, 1.312 gr/cm<sup>3</sup> y 1.300 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, mientras que el CBR se incrementó de 1.45% a 2.04%, 6.86%, 7.70% y 7.60% respectivamente. Los autores concluyeron que la cal reduce significativamente el índice de plasticidad en comparación con los suelos no estabilizados, lo que se atribuye al cambio en la naturaleza del suelo debido a la floculación y la aglomeración (8).

Mientras que los investigadores Dhar y Hussain (2019) en su estudio que cuenta como propósito evaluar el mejoramiento de la resistencia y capacidad de soporte de un suelo subyacente adicionando cal y analizar el beneficio de usar la cal en tareas de estabilización. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo y diseño experimental. Como indicaron los resultados, el suelo no modificado contaba con un valor de soporte California de 3.2%, sin embargo al incorporar cal en porcentajes de 5.0% y 7.0% la resistencia se incrementó a 18.10% y 15.70% consecutivamente. Los autores llegaron a concluir que el empleo de la cal provoca que las partículas de suelo esencialmente posean floculación y decrezca su tándem de capa difusa, por lo que provoca que haya una disminución de contracción lineal (9).

Majumder y Venkatraman (2021) en su artículo de investigación que posee como propósito evaluar la implicación de campo de la estabilización de subrasantes con cal, como metodología el estudio es de diseño experimental y de enfoque cuantitativo. Los resultados mostraron que al aplicar cal en 5.5%, 6.5% y 7.5% el índice de plasticidad decreció de 61% a 16%, 14%, y 15% respectivamente, de la misma manera al aplicar 4.5%, 5.5%, 6.5% y 7.5% de cal el módulo de elasticidad a los 90 días fue de 165 MPa, 185 MPa, 195 MPa y 153 MPa respectivamente. Los autores concluyen que la utilización de la subrasante estabilizada con cal en el diseño del pavimento. Según el aumento de CBR, se puede reducir el espesor del pavimento, que se puede encontrar en el rango de 20 a 45 % según el valor de CBR del terraplén debajo (10).

Mientras que como antecedentes nacionales contamos con Pomari (2021) en su tesis que cuenta como objetivo general establecer la incidencia de restos de concreto en las características de una subrasante, la metodología empleada es de tipo aplicada y diseño experimental. Los resultados denotaron que con la adición de 25% de concreto reciclado el índice de plasticidad decae de 21.40% a 12.00%, la densidad seca aumenta de 1.72 g/cm<sup>3</sup> a 1.90% y el CBR subió de 3.6% a 23.9%. Concluyendo que la adición de concreto reciclado si incide sobre las propiedades de la subrasante, donde resalta la proporción de 25% de estos desechos (11).

Asimismo Borda (2022) en su tesis denominada que cuenta como objetivo general establecer la estabilización de una subrasante con la adición de concreto reciclado,



la metodología empleada es de diseño cuasi-experimental con un enfoque cuantitativo. Los valores obtenidos denotaron el módulo de resiliencia de la muestra patrón fue de 6450 PSI, sin embargo al añadir 10% 20% y 30% de concreto reciclado estos valores se incrementaron a 8595 PSI, 10695 PSI y 13686 PSI respectivamente. Llegando a la conclusión de con la adición de 10%, 20% y 30% la subrasante se estabiliza significativamente debido a que se reduce el IP y se incrementa el CBR (12).

Mientras que Angulo y Zavaleta (2020) en su investigación la cual cuenta como fin analizar la incidencia de la estabilización de suelos con contenido de arcilla mediante el uso de cal para su uso como material de afirmado. La metodología utilizada fue de nivel descriptivo-explicativo y de carácter experimental. Con los resultados conseguidos se determinó que el suelo no modificado contaba con una capacidad de soporte de 2.15%, el cual se incrementó ligeramente haciendo uso de cal hidrata en porcentajes de 2%, 4% y 6%; el incremento fue más significativo cuando se hizo uso de cal viva en los mismos porcentajes, puesto que el CBR aumentó a 18.90%, 22.20% y 75.50% consecutivamente, los autores concluyeron que la cal viva fue la que mejores resultados otorga, debido a que los valores de resistencia fueron más significativos (13).

Por su parte Ccansaya (2022) en su tesis de pregrado que tuvo como propósito evaluar el comportamiento de la cal sobre un suelo arcilloso seleccionado. Como metodología el estudio fue de enfoque cuantitativo y diseño experimental, al adicionar 60%, 80%, 100% y 150% de cal de obra el índice de plasticidad varió de 17.69% a 16.41%, 15.27%, 15.18% y 13.21% respectivamente, de la misma forma la adicionar 80%, 100%, 150% y 200% de cal de obra la máxima densidad seca varió de 1.69 gr/cm<sup>3</sup> a 1.71 gr/cm<sup>3</sup>, 1.74 gr/cm<sup>3</sup>, 1.70 gr/cm<sup>3</sup> y 1.70 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y el módulo de resiliencia se incrementó de 5696.32 PSI a 26003 PSI, 23067 PSI, 30765 PSI y 33949 PSI respectivamente. La autora concluyó que las subrasantes modificadas con cal poseen valores altos de resistencia y menores valores de índice de plasticidad (14).

Como principales fundamentaciones teóricas tenemos las siguientes.

El concreto reciclado se limita principalmente a aplicaciones de bajo valor añadido, como materiales para afirmados de carreteras, debido a sus cualidades inferiores en comparación con los áridos naturales. Esto se debe a que una capa de mortero de cemento residual recubre la superficie de los áridos naturales en el concreto reciclado. La naturaleza porosa de este mortero residual introduce propiedades indeseables en los desechos de concreto, incluida una mayor absorción de agua, menor resistencia y mayor valor de trituración. En consecuencia, el hormigón fabricado con RCA suele tener una trabajabilidad más baja y una mayor fluencia y contracción que los del hormigón que utiliza agregados naturales (15).

La cal (en forma de óxido de calcio,  $\text{CaO}$ , o hidróxido de calcio,  $\text{Ca(OH)}_2$ ) es un reactivo modificador muy común. Los reactivos modificadores reaccionan con las superficies minerales o con colectores y otros iones en la pulpa de flotación, lo que da como resultado una respuesta de flotación modificada y controlada (Bulatovic, 2007a). Más específicamente, la cal se clasifica como un modificador inorgánico, siendo su función principal la modificación del pH de la pulpa. La respuesta de flotación de los minerales sulfurados y sus interacciones con los colectores (xantatos, ditiofosfatos, tionocarbamatos y sus derivados) depende en gran medida del pH. La flotación selectiva, de un mineral sobre otro, se puede lograr variando el pH de la pulpa. Por ejemplo, la calcopirita se puede hacer flotar selectivamente a partir de sulfuros de hierro (pirita, pirotita) en un ambiente altamente alcalino ( $\text{pH} > 11.5$ ), mientras que a valores de pH más bajos, la pirita se adsorbe fácilmente en los colectores y se reporta al concentrado de flotación (16).

La estabilización de suelos es una problemática frecuente en la ingeniería geotécnica. Cuando se aplica una carga sobre un suelo saturado en consolidación, la compresión se produce debido a la expulsión de agua y la disminución del contenido de agua sin sustitución del agua por aire, es el proceso de consolidación. El comportamiento de asentamiento y la presión intersticial necesitan ser investigados para construcciones en suelos de consolidación blandos. El asentamiento por consolidación se obtuvo en la mayoría de los casos utilizando la teoría de consolidación unidimensional de Terzaghi. Biot elaboró una teoría amplia para la consolidación de suelos que toma en cuenta la presión intersticial de poros y el asentamiento de suelo. El método de elementos finitos convencional también

ha demostrado ser una herramienta analítica extremadamente poderosa para la solución de problemas de consolidación (17).

Como principales enfoques conceptuales que ayudan a entender el presente estudio se considero a los siguiente conceptos:

Los agregados de los residuos de concreto poseen característica que no se alejan de los agregados naturales, diferenciándose solamente por la presencia de mortero de cemento el cual se halla adherido a los agregados, además de que el concreto reciclado cuenta con mayor porosidad y capacidad de absorción de agua, y al triturarse una menor resistencia en relación a los agregados naturales. Por tanto, es factible las aplicaciones de árido de hormigón reciclado si se puede mejorar el mortero de cemento adherido. Retirar y reforzar el mortero adherido son los dos métodos principales para mejorar las propiedades del árido de hormigón reciclado (18).



Figura 3. Esquema de una planta de tratamiento de RCDs

Fuente: Castaño et al. (19)

La cal es un derivado químico utilizado desde hace muchos años para el mejoramiento de los suelos, es un aditivo relativamente más económico y que mejores resultados consigue en relación a estabilizantes como el cemento. Los tipos de cal usualmente empleados son la cal hidratada, la cal de calcita y la cal viva, suele emplearse entre 1% a 3% de este material respecto a la masa del suelo para reducir la humedad de los suelos y 3% a 5% para incremental la resistencia y la capacidad portante de los suelos (20).

**Tabla 1.** *Características principales de la cal*

<b>Propiedades</b>	<b>Valor</b>
Peso específico	3.10 g/cm <sup>3</sup>
Temperatura de fusión	2570.0°C
Temperatura de ebullición	2850.0°C
pH	12.50

Fuente: Babu y Poulouse (20)

El suelo es un material de ingeniería primario para la conformación y la conservación de vías. La mayoría de las autoridades viales identifican y gestionan con éxito las propiedades físicas del suelo al emprender la construcción y el mantenimiento de carreteras. Sin embargo, la identificación y el manejo de las propiedades químicas del suelo y los procesos del paisaje del suelo, y en particular, cómo pueden influir en la conformación y conservación de vías ahora y en el futuro, es muy variable (21).

Los suelos arcillosos que exhiben un comportamiento de expansión y contracción bajo cambios en el contenido de humedad se conocen como suelos expansivos. Debido a su baja capacidad portante y comportamiento de expansión y contracción, los suelos expansivos se consideran problemáticos, especialmente para estructuras livianas como pequeños edificios y pavimentos. El comportamiento de dilatación y contracción se debe principalmente a la presencia de minerales arcillosos (22).

La deflexión excesiva y el movimiento diferencial causado por los cambios volumétricos de estos minerales arcillosos resultan en daños significativos a las estructuras. Recientemente, deterioro en un edificio industrial debido al suelo expansivo como material de relleno. Además, los investigadores han advertido contra el uso de cualquier material de relleno poroso sobre suelos expansivos, ya que ocasiona que el agua traspase la capa de suelo expansivo (23).

El análisis de tamiz es una de las pruebas más básicas para el fraccionamiento de tamaños de partículas de materiales agregados. Un tamiz consiste en una pantalla de malla de alambre que se fija a la base de un recipiente cilíndrico abierto. Las pantallas comprenden alambres tejidos que contienen aberturas con un tamaño fijo. El acto de tamizar implica agitar una muestra dentro de un tamiz. La agitación

resultante permite que partículas con dimensiones más pequeñas que las aberturas pasen a través de la malla (24).

**Tabla 2.** Clasificación del suelo según su dimensión

Suelo	Dimensión
Grava o gravilla	>4.750 mm
Suelo de arena gruesa	4.750 mm-2.00 mm
Suelo de arena mediana	2.0mm
Suelo de arena fina	0.4250 mm-0.0750 mm
Suelo limoso	0.0750 mm - 0.0050 mm
Suelo arcilloso	< a 0.005mm

Fuente. MTC (24)

La densidad de un material se conceptualiza como la masa de una cantidad dividida por el volumen de la misma cantidad. Las unidades convencionales de densidad son mega gramos por metro cúbico, o su equivalente numérico, gramos por centímetro cúbico. La densidad de partículas se refiere a la densidad de las partículas sólidas colectivamente. Por el contrario, la densidad de grano se refiere a la densidad de granos específicos. Un suelo a granel que contenga cuarzo o feldespatos individuales, cada uno con su propia densidad de grano, tendría una densidad de partículas colectiva, que es la densidad ponderada de todos los granos individuales. La densidad aparente incluye el volumen de los poros creados entre las partículas y los poros que existen dentro de las partículas individuales (25).

Los límites de Atterberg se refieren a la capacidad que presentan los suelos a comportarse como fluidos, sin embargo el comportamiento de los suelos también suele ser influido por el paso del tiempo

Los límites de consistencia sirven para la clasificación de un suelo, además facilitan la caracterización del comportamiento de suelos pasantes de la malla #40 cuando se le adiciona agua, los límites o fronteras se determinan en relación a cómo se comporta el suelo (26).

Para la obtención del índice de plasticidad de un suelo se utiliza la siguiente ecuación.

$$IP = LL - LP \quad (\text{Ec. 2.1})$$

En el que:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Para la obtención de la humedad de un suelo se hace uso de la ecuación siguiente:

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100 \longrightarrow \text{(Ec. 2.2)}$$

Para el cálculo del límite líquido se hace uso de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left[ \frac{N}{25} \right]^{0.121} \longrightarrow \text{(Ec. 2.3)}$$

$$LL = kW^n \longrightarrow \text{(Ec. 2.4)}$$

En el que:

N : Número de golpes

$W^n$  : Porcentaje de humedad para "N" golpes.

k : Constante obtenido de tabla

El test de compactación sugerido por Proctor, es muy usado para la obtención de la humedad adecuada para conseguir la densidad más alta, a través de la densificación de un suelo, el cual viene siendo usado para la conformación de vías, el cual emplea de la energía mecánica con el fin de la reducción de los espacios vacíos (27).

$$Y_d = \frac{Y_h}{1+w} \longrightarrow \text{(Ec. 2.5)}$$

En el que:

$Y_d$  : Densidad del suelo seco

$Y_h$  : Densidad del suelo húmedo

w : Porcentaje de humedad

$$E = \frac{n.N.W.h}{v} \longrightarrow \text{(Ec. 2.6)}$$

En el que:

- $E$  : Energía de densificación
- $n$  : Cantidad de capas
- $N$  : Cantidad de golpes
- $W$  : Peso del martillo
- $h$  : Altura de caída del martillo
- $V$  : Volumen del molde

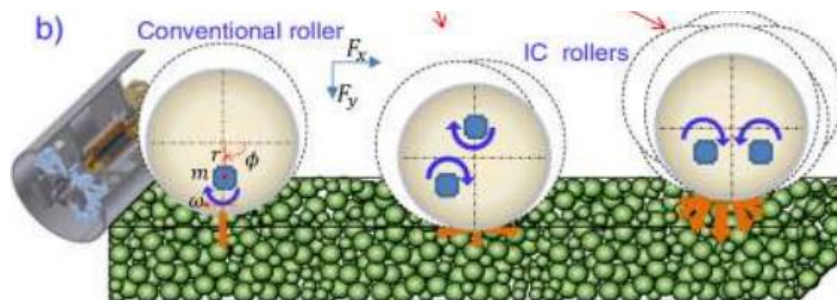


Figura 4. Densificación de una vía

Fuente: Xu y Chang (28)

El valor de soporte (CBR) es un indicador de prueba de índice utilizado con frecuencia por ingenieros civiles, particularmente aquellos en la construcción de rígidos para determinar la capacidad mecánica de un pavimento y su resistencia al punzonamiento del suelo subyacente. Este parámetro hace referencia estándar citado en valores porcentuales. El método se desarrolló originalmente en la División de Carreteras de California en la década de 1930 para proporcionar una evaluación de la estabilidad relativa del material base de roca triturada fina (29).

Las fórmulas utilizadas para la obtención de este parámetro se describen a continuación:

Fórmula empleada para el cálculo del contenido de humedad óptimo.

$$\% \text{ de agua} = \frac{H-h}{100+h} \times 100 \longrightarrow \text{(Ec. 2.7)}$$

En el que:

H = Porcentaje de agua prefija

h = Porcentaje de agua natural

Para el cálculo de expansión se toman en cuenta las lecturas de los diales antes y después de sumergir las muestras ensayadas la cual se mide en milímetros.

$$\% \text{ expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} 100 \longrightarrow \text{(Ec. 2.8)}$$

En el que:

$L_1$  = Lectura inicial de dial

$L_2$  = Lectura final de dial

Uno de los valores más empleados en el diseño de obras viales es el módulo de resiliencia. En la actualidad se emplean diversas técnicas para su cálculo, este parámetro también suele ser utilizado para la caracterización de subrasantes, puesto que este parámetro representa la resistencia de un suelo ante las cargas producidas por el mismo de peso de la estructura del pavimento combinado con la carga del flujo vehicular. Las técnicas más conocidas para obtener este dato son 3: Capacidad de carga repetida ensayada en laboratorio, pruebas de módulo y mediante la realización de test no destructivos, en ocasiones suele utilizarse formulas de correlación con algunas propiedades del suelo estudiado (30).

$$Mr = 1500(CBR) \longrightarrow \text{(Ec. 2.9)}$$

Mr= Valor expresado en psi

CBR = Californian Bearing Ratio.

De forma parecida, la vinculación de la resiliencia con la capacidad de soporte, se menciona en la para el diseño y análisis de estructuras viales, como se describe en la siguiente ecuación:

$$Mr = 10 (CBR) \longrightarrow \text{(Ec. 2.10)}$$

La resistencia y el rendimiento de un pavimento dependen de la capacidad de carga del suelo de la subrasante. En caso de suelo pobre en el sitio de construcción, el suelo pobre se puede quitar o reemplazar con el suelo de alta resistencia. El diseño del pavimento depende de la resistencia del suelo de la subrasante, lo que afecta



el grosor del pavimento y, en última instancia, aumenta el costo de la construcción. (31).

El rendimiento de la carretera terminada no solo depende del diseño estructural del pavimento, las condiciones de soporte de la subrasante y las capas de la subbase también juegan un papel importante. Como base de las capas superiores del pavimento, la subrasante y las capas de la subbase ayudan a mitigar los efectos perjudiciales del clima y las tensiones dinámicas estáticas generadas por el tráfico. Por lo tanto, construir una subrasante estable y una subbase correctamente drenada es vital para construir un sistema de pavimento efectivo y duradero. La determinación de la rigidez y la resistencia de la subrasante se puede clasificar en aspectos técnicos o geotécnicos específicos en el diseño de pavimentos (32).

La subrasante de una vía es una parte fundamental de las carreteras y las pésimas características con las que a veces cuentan ocasionan el apareamiento de fallas prematuras. La subrasantes con presencia de arcilla otorgan una baja resistencia, especialmente cuando entran en contacto con agua, la plasticidad significativa de algunas arcillas puede ocasionar que exista mayor expansión o contracción de los suelos producto de los cambios de humedad. La contracción de los suelos origina que los suelos se asienten o se levanten ocasionando la disminución de la capacidad portante de los suelos lo que origina la disminución en la resistencia de los suelos (33).

Claramente, es importante establecer el objetivo de un producto de estabilización candidato, ya que el término "estabilización" en realidad se refiere a la mejora general de una variedad de propiedades del suelo, incluida la plasticidad, la conductividad hidráulica, la lixiviación, el potencial de polvo, la susceptibilidad a la humedad y la resistencia. El objetivo de este documento es aumentar la durabilidad y el rendimiento, utilizando la resistencia como indicador principal. La Tabla 1 proporciona un resumen en términos de experiencia pasada general, experiencia específica con la obtención de resistencias a bajas temperaturas y costo (34).

Se denomina subrasante al apoyo donde de la infraestructura vial, el cual es un componente mismo de la vía, esta capa es la encargada de soportar el prisma del pavimento, el cual debe de conformarse sobre suelos con características

adecuadas, además esta capa tiene que ser compactada de forma adecuada en una o varias capas, para lo cual el MTC recomienda que la capacidad de soporte de la subrasante debe superar el 6% (24).

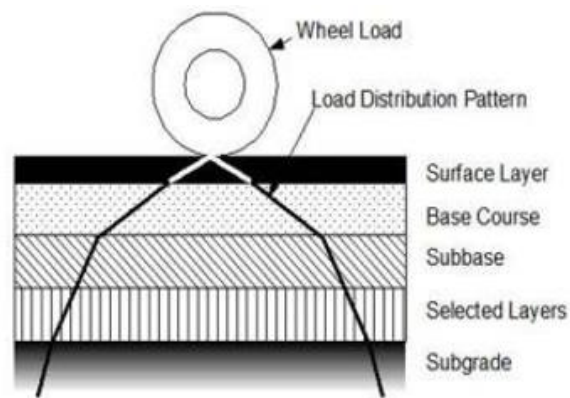


Figura 5. Transmisión de cargas en un pavimento.

Fuente: Cheng et al. (35)

El desempeño de la estabilización de la subrasante con cemento, cal o cal/cenizas volantes se estudia ampliamente. Sin embargo, el uso de materiales reciclados para la estabilización de la subrasante aún debe estudiarse adecuadamente. Si se dispone de diseños de mezcla adecuados y especificaciones de construcción para la estabilización de la subrasante con materiales reciclados, esos materiales se pueden usar para la construcción de pavimentos. Los materiales reciclados no solo brindan alternativas más económicas para la estabilización de la subrasante, sino que también alivian los problemas de los vertederos (36).

### **III.METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

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

Un estudio de tipo aplicado es aquel en el que el investigador estudia un problema conocido por él, además propone una alternativa de solución para lo cual utiliza conocimientos y saberes científico acerca del tema estudiado (37).

Tomando en cuenta la definición del tipo de investigación aplicada, se concluye que este estudio fue de tipo aplicada, esto porque se tomó en cuenta y se utilizaron conocimientos teóricos con el propósito de brindar una alternativa de solución a la problemática presentada esto a través de la incorporación de mezclas de concreto reciclado y cal a un suelo subyacente.

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

Un estudio de enfoque cuantitativo se caracteriza por centrarse en la cuantificación de valores objetivamente, además de la contrastación de las hipótesis planteadas esto mediante pruebas estadísticas, en este estudio la recaudación de datos usualmente se realiza con fichas de observación (38).

De acuerdo a la definición mencionada, este estudio cuenta con un enfoque cuantitativo debido a que se realizó la cuantificación de las dimensiones de estudio los cuales fueron recaudados mediante fichas de observación, asimismo se hizo la contrastación de las hipótesis formuladas.

##### **Diseño de investigación:** Experimental

Una investigación de diseño experimental se caracteriza porque se altera la alguna variable, dentro de los estudios experimentales se hallan las investigaciones experimentales puros en la que existen grupos experimentales y el grupo control, en los grupos experimentales se realiza la alteración de alguna variable, (39).

Este estudio fue de diseño experimental, pues existieron varios grupos experimentales donde se realizaron adiciones de diversos porcentajes de concreto reciclado y cal en el que los datos fueron comparados con los resultados obtenido del grupo control donde no se realizó ninguna adición de concreto reciclado o cal.

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

Los estudios de nivel explicativo son aquellos que exploran la relación de causalidad, este nivel de estudio no se enfoca solamente en realizar una descripción o acercamiento del elemento de estudio, sino que trata de determinar las causas de este (40).

En este estudio se analizará la relación de causalidad, y no se enfocará únicamente en realizar descripciones de la problemática, sino que se determinará el efecto causante de la modificación de una subrasante con una mezcla de cal y concreto reciclado.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable 1:** Cal y concreto reciclado

**Definición conceptual:** Los agregados de los residuos de concreto poseen característica que no se alejan de los agregados naturales, diferenciándose solamente por la presencia de mortero de cemento el cual se halla adherido a los agregados, además de que el concreto reciclado cuenta con mayor porosidad y capacidad de absorción de agua, y al triturarse una menor resistencia en relación a los agregados naturales. Por tanto, es factible las aplicaciones de árido de hormigón reciclado si se puede mejorar el mortero de cemento adherido. Retirar y reforzar el mortero adherido son los dos métodos principales para mejorar las propiedades del árido de hormigón reciclado (18).

**Definición operacional:** El concreto reciclado se operacionalizó a través de las siguientes dimensiones: peso específico, resistencia a la abrasión y porcentajes de adición.

#### **Variable 2:** Estabilización de subrasante

**Definición conceptual:** La subrasante de una vía es una parte fundamental de las carreteras y las pésimas características con las que a veces cuentan ocasionan el apareamiento de fallas prematuras. La subrasantes con presencia de arcilla otorgan una baja resistencia, especialmente cuando entran en contacto con agua, la plasticidad significativa de algunas arcillas puede ocasionar que exista mayor expansión o contracción de los suelos producto de los cambios de humedad. La

contracción de los suelos origina que los suelos se asienten o se levanten ocasionando la disminución de la capacidad portante de los suelos lo que origina la disminución en la resistencia de los suelos (33).

**Definición operacional:** La variable estabilización de subrasante se operacionalizó a través de sus cuatro dimensiones: índice de plasticidad (D1), densidad seca máxima (D2), capacidad de soporte (D3) y el módulo de resiliencia (D4)).

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **Población**

El conjunto o conglomerado de objetos o sujetos que poseen coincidencias en algunas cualidades o características es conocido como población (41).

Para este estudio la población estuvo compuesta por el total de la avenida Circunvalación Este.

#### **Muestra**

La parte más pequeña de una población se conoce como muestra, la cual es utilizada para inferir la población (37).

Para este estudio la muestra fueron 3 sondeos realizados en un kilómetro de la avenida Circunvalación Este.

#### **Muestreo**

La técnica con el que se obtiene la muestra se conoce como muestreo, dentro de estas está el muestreo no probabilístico en el que el investigador suele seleccionar la muestra por su criterio y conveniencia (42).

En este estudio el muestro será no aleatorio y por conveniencia del investigador.

#### **Unidad de análisis**

La unidad de un análisis de un estudio es el objeto o sujeto del cual se obtendrán valores que servirán para la elaboración de las conclusiones (43).

Para esta investigación se consideró como unidad de análisis al suelo de la subrasante de la avenida Circunvalación Este.

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

#### Técnicas de recolección de datos

El método de observación directa es una técnica empleada para la recaudación de valores que se basa en la observación del objeto o sujeto sometido a estudio, en un contexto singular (44).

En este estudio la obtención de valores se basará en la observación del objeto de estudio en contextos singulares, sin intervención del investigador, razón por la cual la técnica que se usó en este estudio fue la observación directa.

#### Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento empleado para la obtención de valores en una investigación, se enfoca en acoplar las condiciones para hacer que la cuantificación de datos sea más exacta y precisa, que faciliten el conseguimiento de los valores para dar respuesta a la problemática expuesta (45).

Con el propósito de la recaudación de datos en este estudio se hizo uso de fichas de observación de los test de laboratorio (límites de consistencia, peso específico, granulometría, resistencia a la abrasión y CBR)

#### Validez

Es el procedimiento con el que el realizador de la investigación, obtiene observaciones u opiniones de expertos para explorar sus inferencias y los parámetros que estudiará (46).

**Tabla 3.** *Parámetros de validez de un instrumento*

Rango	Magnitud
0.530 - menos	Nula validez
0.540 - 0.650	Baja validez
0.600 - 0.650	Validez aceptable
0.660 - 0.710	Muy válida
0.720 - 0.999	Validez excelente
1.00	Perfecta validez

Fuente: Santos (46)

Para este estudio se empleará el juicio de tres expertos que evaluaron y validaron los instrumentos que serán usados en este estudio, donde la magnitud de validez fue clasificada como de excelente validez.

**Tabla 4.** *Juicio de expertos*

<b>Validación de instrumentos</b>				
<b>Nº</b>	<b>Experto</b>	<b>Profesión</b>	<b>C.I.P.</b>	<b>Validez</b>
1	Mirian Danit Machaca Zavaleta	Ing. Civil	209090	0.86
2	Wilder Colquehuanca Curo	Ing. Civil	209171	1.00
3	Hugo Dario Machaca Condori	Ing. Civil	269718	0.86
Coeficiente de validez promedio				0.91

### **Confiabilidad**

El margen de confianza que da el instrumento se conoce como confiabilidad, por lo que sin importar la cantidad de veces que se aplique el instrumento a un sujeto u objeto de investigación el instrumento debe brindar los mismos datos o lo más aproximados posibles (46).

**Tabla 5.** *Coeficiente de confiabilidad*

<b>Rango</b>	<b>Magnitud</b>
0 a 0.50	Inaceptable
0.50 a 0.60	Pobre
0.60 a 0.70	Débil
0.70 a 0.80	Aceptable
0.80 a 0.90	Bueno
0.9 - 1	Excelente

Fuente: Santos (46)

## **3.5. Procedimientos**

### **3.5.1. Estudios previos**

#### **3.5.1.1 Estudios de campo**

##### **3.5.1.1.1 Estudios de exploración de suelos**

Con el fin del sondeo de los suelos se siguió y cumplió con lo estipulado en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia (MTC) en el que se detallan la normativa AASHTO T 86-90 y ASTM D 420-69 dichas normativas indican que se

deben ejecutar cierta cantidad de calicatas de acuerdo al flujo vehicular presente en la vía de estudio, asimismo señala que la profundidad mínima de la calicata debe de ser mayor o igual a 1.50 metros.

En este estudio se elaboraron 3 sondeos, puesto que la avenida Circunvalación se encuentra clasificada como carretera de segunda clase, es decir cuenta con un IMDA comprendido entre 2000 y 400 vehículos por día, las calicatas se realizaron en las progresivas km 0+200, 0+500 y 0+800, las cuales contaron con una profundidad de 1.50 metros, esto con el fin de conseguir datos más precisos y confiables.

#### **3.5.1.1.2 Análisis del concreto reciclado**

En este estudio se recolectaron muestras de concreto reciclado de del botadero ubicado en el cono sur de la ciudad de Juliaca, el que provenía de la demolición de un pavimento rígido, se escogió este tipo de residuo de concreto, puesto que es el que predomina en los botaderos y suelen contener menor cantidad de material diferente al concreto, para la selección del concreto reciclado se procuró que estos no presentasen materiales que podrían alterar su composición como materiales adheridos, residuos orgánicos, aceites, entre otros. Para su correcta identificación se realizó la medición de su resistencia mediante el uso de un esclerómetro.

Los desechos de concreto se lavaron con agua a presión y las cuales luego de secadas fueron trituradas de forma manual y mecánica mediante el empleo de combas y un martillo mecánico, asimismo los residuos de concreto fueron zarandeados con una malla de dimensión 1 ½", se utilizó la trituración mecánica puesto que las trituradoras industriales suelen realizar este trabajo con grandes volúmenes de material.





*Figura 6.* Desechos de concreto de pavimento rígido



*Figura 7.* Medición de la resistencia del concreto reciclado con el esclerómetro

Para hallar la resistencia a la abrasión de los restos de concreto, se empleó el ensayo de abrasión Los Ángeles según lo estipulado en la normativa ASTM C-535, esto con el propósito de calcular la cantidad de material perdido de masa por desgaste y determinar su resistencia.

Finalmente para clasificar el tipo de material, el concreto reciclado fue sometido al ensayo de granulometría y límites de Atterberg.



Figura 8. Tamizado del concreto reciclado

### 3.5.2.2 Estudios de laboratorio.

El análisis en laboratorio de la muestra de suelo y de los restos de concreto se realizó de acuerdo a lo estipulado en la normativa del MTC, que norma el desarrollo del ensayo de materiales, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 6.** *Ensayos de laboratorio*

Ensayos	Norma
Análisis granulométrico	MTC E 107 y ASTM D-422
Límites de consistencia	MTC E 110 y E 111–ASTM D-4318
Compactación (Proctor)	MTC E 115 y ASTM D-1557
Valor de soporte California	MTC E 132 y ASTM D-1883
Módulo de resiliencia (Mr)	MTC E 128 y AASHTO T-274
Abrasión los Ángeles	MTC E 207

Fuente. MTC (24)

Las fichas de observación de todos los ensayos empleados para la clasificación de suelos de las calicatas y para la cuantificación de los indicadores fueron colocados en los anexos de esta investigación.

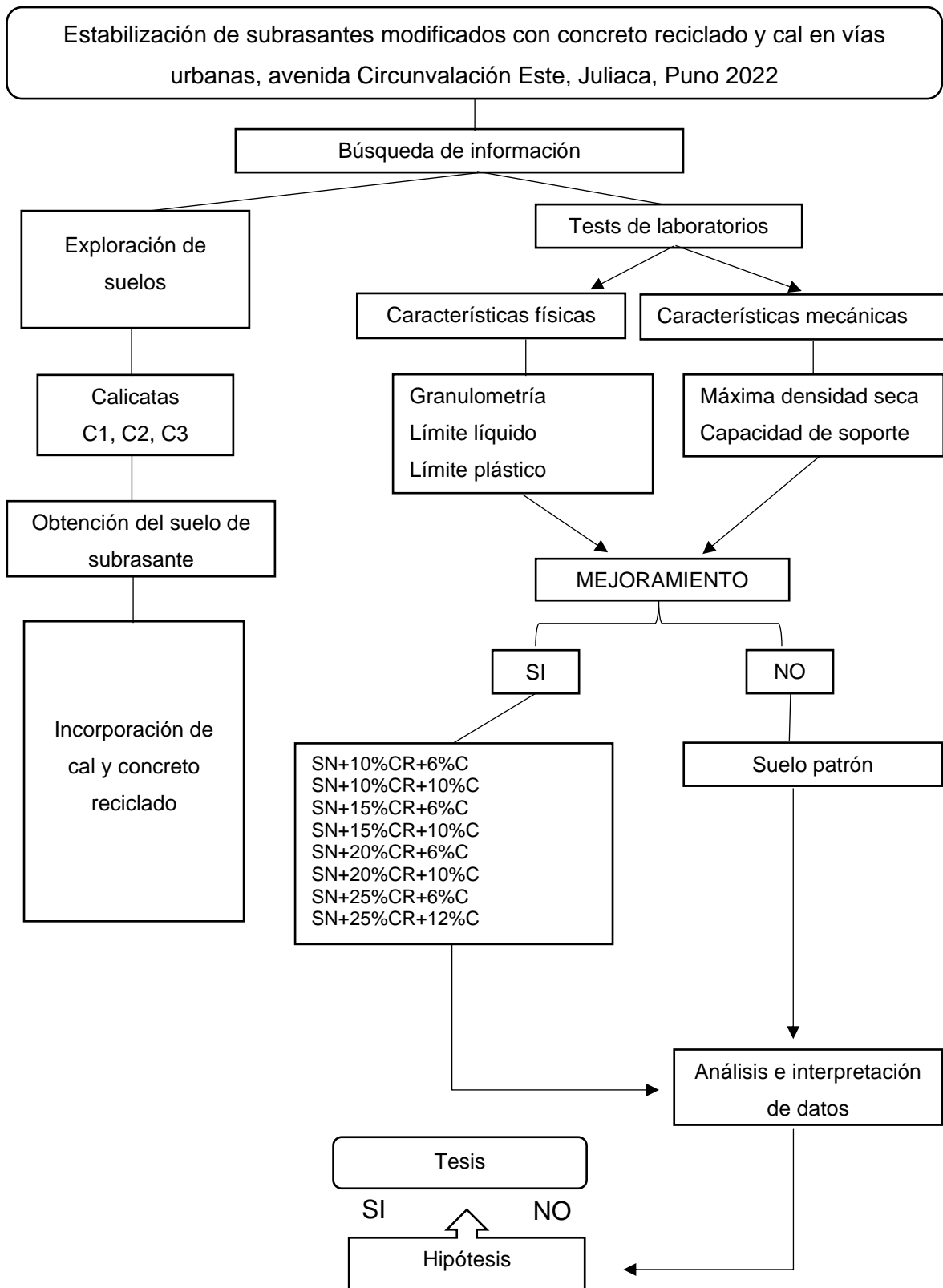


Figura 9. Flujoograma de procedimientos realizados

### 3.6. Método de análisis de datos

En este estudio se realizó el sondeo de tres calicatas denominadas “C-1, C-2 y C-3”, las que se hallaban en las progresivas Km 0+200, km 0+500 y 0+800, para la obtención de las muestras que sirvieron para determinar las propiedades de las mismas.

**Tabla 7.** *Análisis granulométrico de la calicata C-1*

TAMIZ	Abertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350				
Nº 4	4.760	0.000	0.00	0.00	100.00
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	1.36	0.19	0.19	99.81
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	8.14	1.16	1.36	98.64
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	12.58	1.80	3.15	96.85
Nº 50	0.300	6.21	0.89	4.04	95.96
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº 100	0.149	15.15	2.16	6.21	93.79
< Nº 200	0.074	9.26	1.32	7.53	92.47
<b>BASE</b>		<b>647.30</b>	92.47	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>700.00</b>	100.00		
<b>PERDIDA</b>		<b>92.47</b>			

Fuente. Elaboración propia

La tabla 7 indica los porcentajes que pasan y porcentajes acumulados de las muestras de suelo tomada de la calicata C-1 (km 0+200), el tamaño de las partículas de suelo se hallaba entre 4.760mm y pasantes de la malla número 200.

**Tabla 8.** *Análisis granulométrico de la calicata C-2*

TAMIZ	Abertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350				
Nº 4	4.760	0.80	0.10	0.10	99.90
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	1.70	0.21	0.31	99.69
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	5.80	0.73	1.04	98.86
Nº 30	0.590				

Nº 40	0.420	<b>5.80</b>	0.85	1.89	98.11
Nº 50	0.300	<b>4.20</b>	0.53	2.41	97.59
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº 100	0.149	<b>12.70</b>	1.59	4.00	96.00
< Nº 200	0.074	<b>29.20</b>	3.65	7.64	92.36
<b>BASE</b>		<b>739.60</b>	<b>92.45</b>	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>800.00</b>	<b>100.00</b>		
<b>PERDIDA</b>		<b>92.45</b>			

Fuente. Elaboración propia

La tabla 8 indica los porcentajes que pasan y porcentajes acumulados de las muestras de suelo tomada de la calicata C-2 (km 0+500), el tamaño de las partículas de suelo se hallaba entre 4.760mm y pasantes de la malla número 200.

**Tabla 9. Análisis granulométrico de la calicata C-3**

TAMIZ	Abertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.700	<b>3.80</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>	99.88
3/8"	9.525	<b>5.26</b>	<b>0.16</b>	<b>0.28</b>	99.72
¼"	6.350				
Nº 4	4.760	<b>10.61</b>	0.33	0.61	99.39
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	<b>2.89</b>	0.58	1.19	99.81
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	<b>7.55</b>	1.51	2.69	97.31
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	<b>11.69</b>	2.34	5.01	94.99
Nº 50	0.300	<b>10.08</b>	2.02	7.02	92.98
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº 100	0.149	<b>64.45</b>	12.89	19.83	80.17
< Nº 200	0.074	<b>35.34</b>	7.07	26.85	73.15
<b>BASE</b>		<b>368.00</b>	73.60	100.00	000.00
<b>TOTAL</b>		<b>3200.00</b>	100.00		
		<b>11.50</b>			

Fuente. Elaboración propia

Tal como se describe en la tabla 9 los porcentajes que pasan y porcentajes acumulados de las muestras de suelo tomada de la calicata C-3 (km 0+800), el tamaño de las partículas de suelo se hallaba entre 4.760mm y pasantes de la malla número 200.

**Tabla 10. Características físico-mecánicas de la muestra control**

Prueba	Descripción	C – 1	C – 2	C – 3
Límites de consistencia	Limite liquido (%)	41.56	40.42	48.69
	Limite plástico (%)	21.43	18.41	22.62
	Índice de plasticidad (%)	20.13	22.01	26.07
Proctor modificado	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.689	1.701	1.694
	Contenido de humedad óptimo (%)	17.01	16.81	17.23
Capacidad de soporte (CBR)	CBR 100% MDS	5.60	5.46	5.70
	CBR 95% MDS	3.44	3.68	2.41
Módulo de resiliencia	MR (PSI)	5160.00	5520.00	3615.00
Clasificación de suelo	SUCS	CL	CL	CL

Fuente. Realización propia

Para la caracterización de los restos de concreto se tomaron las muestras trituradas de concreto reciclado y se desarrolló el tamizado de las mismas con el fin de obtener el huso granulométrico.

**Tabla 11. Tamizado de la muestra de concreto reciclado**

TAMIZ	Abertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 ½"	63.500	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	<b>705.00</b>	20.14	20.14	79.86
1"	25.400	<b>447.10</b>	12.77	32.92	67.06
¾"	19.050	<b>264.60</b>	7.56	40.48	59.52
1//2"	12.700	<b>307.40</b>	8.78	49.26	50.74
3/8"	9.525	<b>217.00</b>	6.20	55.46	44.54
Nº 4	4.760	<b>383.40</b>	10.95	66.41	33.59
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	<b>139.70</b>	27.94	75.80	24.20
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	<b>113.00</b>	22.60	83.39	16.61
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	<b>90.10</b>	18.02	89.44	10.56
Nº 50	0.300	<b>39.50</b>	7.90	92.09	7.91
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº 100	0.149	<b>52.70</b>	10.54	95.63	4.37
< Nº 200	0.074	<b>15.80</b>	3.16	96.70	3.30
	<b>BASE</b>	<b>49.20</b>	9.84	100.00	0.00
	<b>TOTAL</b>	<b>3500.00</b>	100.00		
	<b>PERDIDA</b>	<b>1.41</b>			

Fuente. Elaboración propia

Posterior de realizar el test granulométrico se caracterizó las muestras de concreto, analizando la consistencia de sus componentes finos y la resistencia al desgaste de los restos de concreto que se visualizan en la tabla 12.

**Tabla 12.** Descripción del concreto reciclado

Característica	Valor
Resistencia al desgaste	64.04%
Porcentaje de pérdida	35.96%
Límite líquido	No plástico
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico
Clasificación de suelos (SUCS)	GW (grava bien graduada)
Origen	Restos de concreto proveniente de la demolición de un pavimento rígido

Fuente. Elaboración propia

### 3.6.1. Cálculo de la variación del índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal.

Para el cálculo del valor de índice de plasticidad en suelos de subrasante modificados con cal y concreto reciclado en vías urbanas, se hizo uso de los límites de consistencia.

### Ensayo de límites de consistencia para el suelo natural más concreto reciclado y cal

**Tabla 13.** Índice de plasticidad del suelo natural modificado con concreto reciclado y cal

Dosificación	Calicata	LL	LP	IP	Media del IP
SN+10%CR+6%C	C-1	39.50	29.24	10.26	12.29
	C-2	38.85	27.55	11.30	
	C-3	45.10	29.80	15.30	
SN+10%CR+10%C	C-1	38.56	29.45	9.11	10.51
	C-2	37.87	27.85	10.02	
	C-3	43.10	30.70	12.40	
SN+20%CR+6%C	C-1	37.30	30.23	7.07	8.30
	C-2	36.33	28.45	7.88	
	C-3	41.54	31.6	9.94	
SN+20%CR+10%C	C-1	36.14	31.08	5.06	6.13
	C-2	35.86	29.41	6.42	

	C-3	39.26	32.36	6.90	
SN+25%CR+12%C	C-1	35.51	32.22	3.30	
	C-2	34.04	29.79	4.24	3.69
	C-3	38.17	34.63	3.54	

Fuente. Elaboración propia

### 3.6.2. Cuantificación de la variación de la densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal

#### Ensayos de Proctor modificado para el suelo patrón más concreto reciclado y cal.

Para la cuantificación de la variación de los valores de densidad seca máxima de la subrasante modificada con cal y con concreto reciclado en vías urbanas, se efectuó el ensayo de Proctor.

#### Ensayo de Proctor modificado para el suelo natural más concreto reciclado y cal

**Tabla 14.** Proctor modificado del suelo natural modificado con concreto reciclado y cal

Dosificación	Calicata	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de humedad óptimo (%)	Media de la MDS (gr/cm <sup>3</sup> )
SN+10%CR+6%C	C-1	1.714	17.45	
	C-2	1.736	17.32	1.714
	C-3	1.729	17.52	
SN+10%CR+10%C	C-1	1.737	17.90	
	C-2	1.751	17.81	1.726
	C-3	1.742	18.01	
SN+20%CR+6%C	C-1	1.763	18.31	
	C-2	1.789	18.12	1.743
	C-3	1.776	18.40	
SN+20%CR+10%C	C-1	1.778	19.15	
	C-2	1.793	19.04	1.776
	C-3	1.785	19.55	
SN+25%CR+12%C	C-1	1.712	21.50	
	C-2	1.720	20.80	1.785
	C-3	1.710	20.30	

Fuente. Elaboración propia



### 3.6.3. Cálculo de la variación de la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal.

Con el fin de calcular la variación del CBR en subrasantes modificadas con cal y concreto reciclado en vías urbanas, se efectuó el ensayo de CBR.

**Tabla 15.** Capacidad de soporte del suelo natural modificado con concreto reciclado y cal

Dosificación	Calicata	CBR al 95% de la MDS (%)	CBR al 100% de la MDS (%)	Media del CBR al 95% de la MDS (%)
SN+10%CR+6%C	C-1	5.33	7.45	5.04
	C-2	4.54	6.11	
	C-3	5.25	7.27	
SN+10%CR+10%C	C-1	6.47	8.31	6.45
	C-2	6.36	7.94	
	C-3	6.53	8.38	
SN+20%CR+6%C	C-1	9.17	11.31	9.77
	C-2	10.05	12.09	
	C-3	10.09	12.02	
SN+20%CR+10%C	C-1	10.81	12.48	11.33
	C-2	11.55	13.22	
	C-3	11.64	13.51	
SN+25%CR+12%C	C-1	10.77	12.78	11.74
	C-2	12.15	13.51	
	C-3	12.29	14.06	

Fuente. Elaboración propia

### 3.6.4 Cálculo de la variación del módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal.

Con el fin de realizar el cálculo de la variación del módulo de resiliencia, se hizo uso de ecuaciones correlacionales entre el CBR y el Mr.

Para el cálculo del módulo de resiliencia se utilizaron ecuaciones de correlación entre el CBR y el módulo de resiliencia, los cuales se detallan en la tabla a continuación.

**Tabla 16. Fórmulas de correlación del CBR y el Mr**

<b>AASHTO</b>	
<b>Mr en base al CBR</b>	
<b>Ecuaciones</b>	<b>Detalle</b>
$Mr = 1500 * CBR$	CBR < 10.0%
$Mr = 3000 * CBR^{0.65}$	CBR de 10.0 – 20.0%
$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241$	Suelos granulares (CBR >20.0%)

Fuente. Aragundi et al. (47)

### **Cálculo del módulo de resiliencia**

Con el propósito de calcular el módulo de resiliencia se utilizaron las fórmulas de correlación del CBR y el Mr, para lo cual se hizo uso de las ecuaciones detalladas en la tabla 17.

**Tabla 17. Módulo de resiliencia del suelo modificado con concreto reciclado y cal**

<b>Dosificación</b>	<b>Calicata</b>	<b>CBR al 95% de la MDS (%)</b>	<b>Mr (PSI)</b>	<b>Media del Mr (PSI)</b>
SN+10%CR+6%C	C-1	5.33	7995.00	7560.00
	C-2	4.54	6810.00	
	C-3	5.25	7875.00	
SN+10%CR+10%C	C-1	6.47	9705.00	9680.00
	C-2	6.36	9540.00	
	C-3	6.53	9795.00	
SN+20%CR+6%C	C-1	9.17	13755.00	13559.27
	C-2	10.05	13444.02	
	C-3	10.09	13478.78	
SN+20%CR+10%C	C-1	10.81	14096.39	14534.50
	C-2	11.55	14716.33	
	C-3	11.64	14790.77	
SN+25%CR+12%C	C-1	10.77	14096.39	14875.91
	C-2	12.15	15208.83	
	C-3	12.29	15322.51	

Fuente. Elaboración propia

### **3.7. Aspectos éticos**

Para la realización de esta investigación fue tomado en cuenta el Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo, aprobado con la resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, respetando a cabalidad cada uno de los

principios indicados como la búsqueda del bienestar, honestidad, rigor científico, responsabilidad, etc. De la misma manera este estudio será analizado por el software Turnitin para conocer el porcentaje de similitud, el cual se encontrará por debajo del porcentaje máximo permitido por la Universidad César Vallejo, asimismo los autores consultados en esta investigación serán citados de forma debida de acuerdo a lo estipulado por la Norma ISO-690 y los resultados conseguidos no serán manipulados y serán obtenidos en laboratorios serios y que cuenten con los certificados de calibración que garantizarán la confiabilidad de los datos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

Este estudio se realizó en la avenida Circunvalación Este del distrito de Juliaca, provincia de San Román en la Región de Puno.

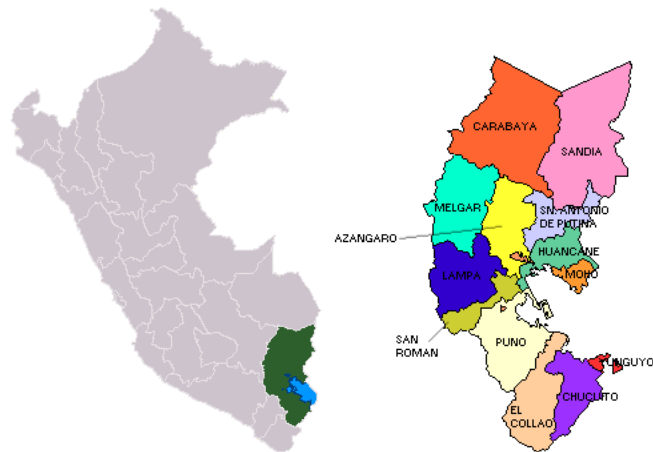


Figura 10. Mapa del Perú y de la región de Puno

#### Ubicación del proyecto

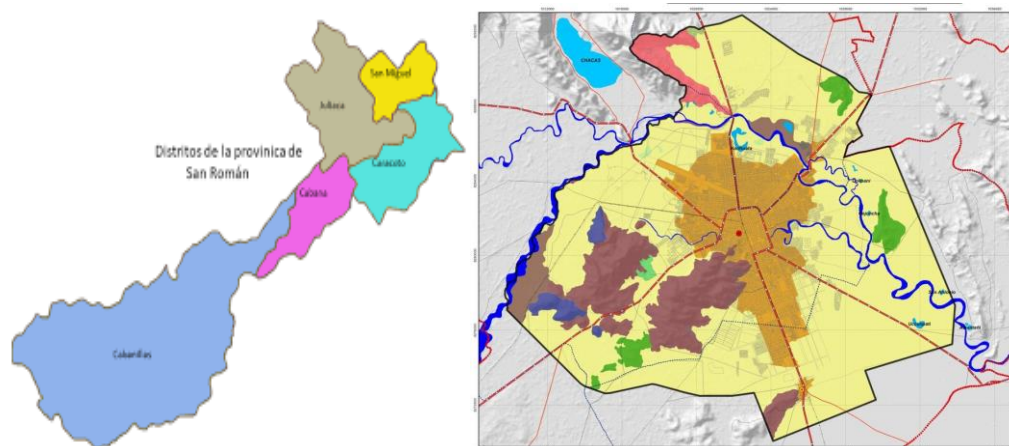


Figura 11. Mapa del distrito de Juliaca y la provincia de San Román

#### Ubicación geográfica

El distrito de Juliaca se ubica en las coordenadas siguientes: 15° 29' 27" de latitud sur y 70° 07' 37" de longitud oeste, a una altura aproximada de 3825 msnm, con un área aproximada de 526 km<sup>2</sup> con una población aproximada de 278444 habitantes, y se halla a una distancia de 45 kilómetros de la ciudad de Puno.

## Clima

Las condiciones climáticas que presenta el distrito de Juliaca suelen ser frías y secas en la mayor parte del año, mientras que en las temporadas de verano se presentan precipitaciones líquidas y sólidas de modera a inmensa intensidad, la temperatura en este distrito varía desde los -5°C a los 20°C.

## 4.2 Resultados

### 4.2.1. Resultados de la investigación

#### 4.2.1.1 Resultados de la variación del índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal.

**Tabla 18.** *Variación del índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal*

<b>Muestras</b>	<b>IP</b>	<b>cv (%)</b>	<b>Variación (%)</b>
Suelo natural	22.74	13.35	+/- 3.04
Suelo natural + 10%CR + 6%C	12.29	21.66	+/- 2.66
Suelo natural + 10%CR + 10%C	10.51	16.16	+/- 1.70
Suelo natural + 20%CR + 6%C	8.30	17.83	+/- 1.48
Suelo natural + 20%CR + 10%C	6.13	15.58	+/- 0.95
Suelo natural + 25%CR + 12%C	3.69	13.22	+/- 0.48

Fuente. Elaboración propia

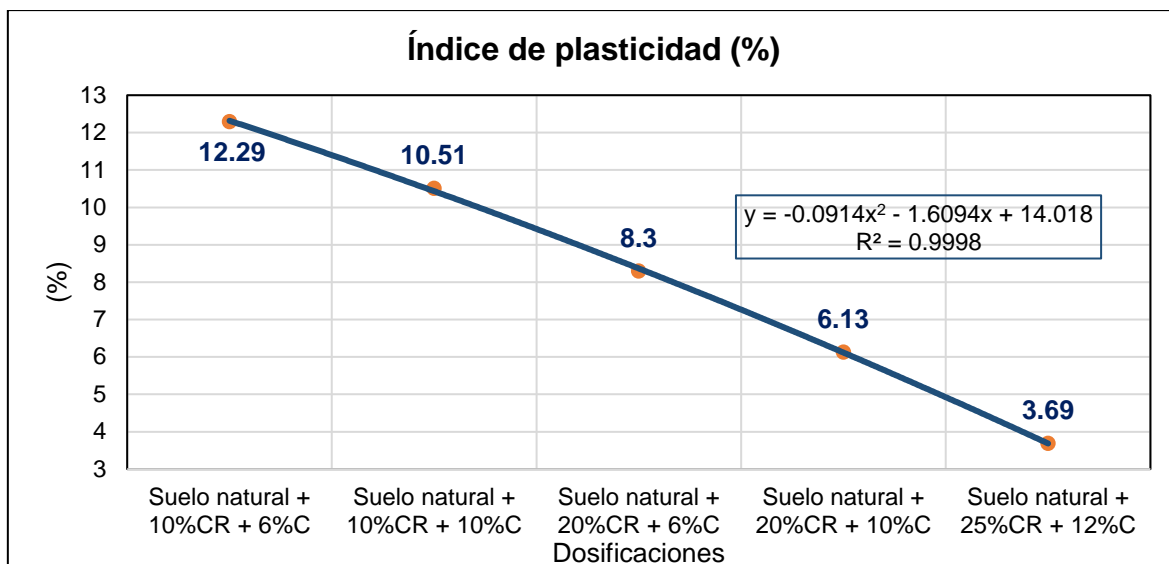


Figura 12. Valores de índice de plasticidad del suelo modificado con concreto reciclado y cal

#### Interpretación:

En la tabla 18 y figura 12 se observa que el índice de plasticidad con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 12.29%, 10.51%, 8.30%, 6.13% y 3.69% para las mezclas de SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más bajo de índice de plasticidad fue de 3.69% +/- 0.48%, con la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal, para adiciones más bajas el índice de plasticidad es mayor.

#### 4.2.1.2. Resultados de la variación de la máxima densidad seca de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal.

Tabla 19. Variación de la máxima densidad seca de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal

Muestras	MDS	cv (%)	Variación (gr/cm <sup>3</sup> )
Suelo natural	1.695	0.36	+/- 0.0060
Suelo natural + 10%CR + 6%C	1.726	0.65	+/- 0.0112
Suelo natural + 10%CR + 10%C	1.743	0.41	+/- 0.0071
Suelo natural + 20%CR + 6%C	1.776	0.73	+/- 0.0130
Suelo natural + 20%CR + 10%C	1.785	0.42	+/- 0.0075
Suelo natural + 25%CR + 12%C	1.714	0.31	+/- 0.0053

Fuente. Elaboración propia

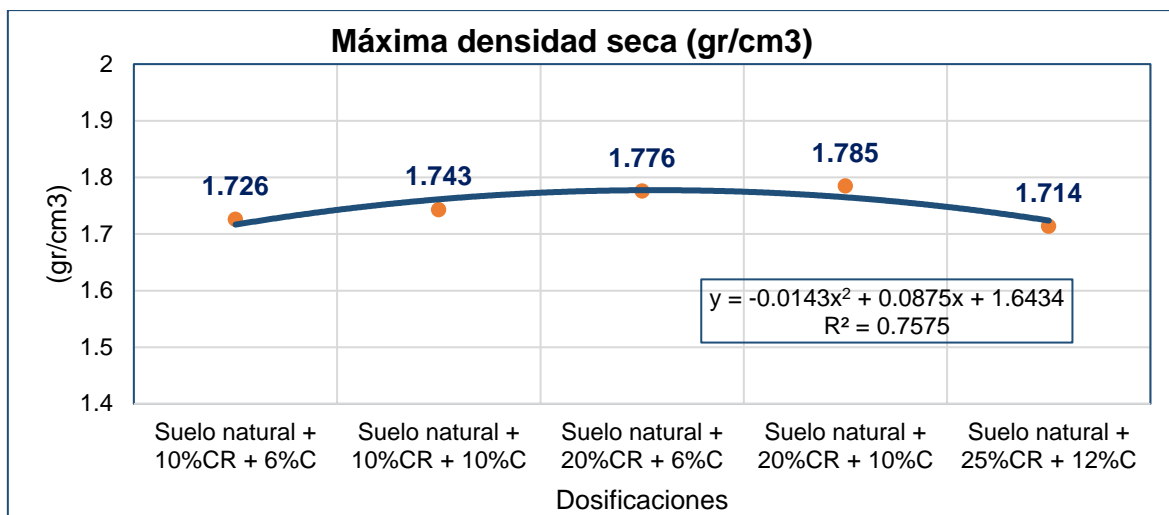


Figura 13. Valores de máxima densidad seca del suelo modificado con concreto reciclado y cal

### Interpretación:

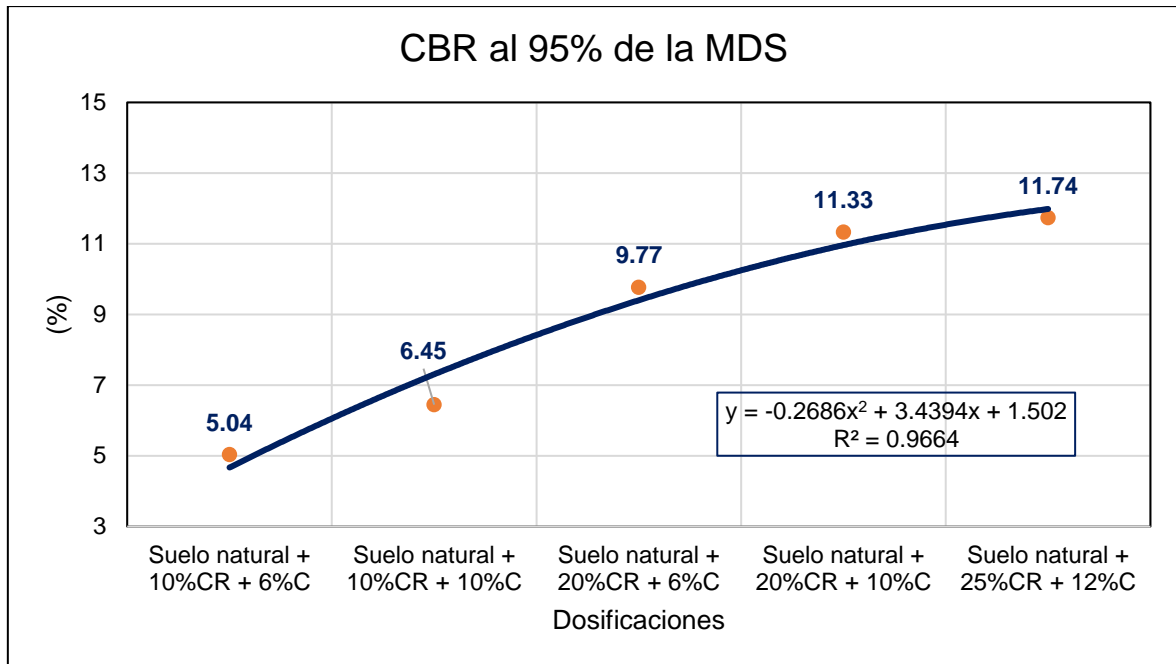
En la tabla 19 y figura 13, se observa que la máxima densidad seca con la adición de una mezcla de concreto reciclado y cal varía desde 1.726 gr/cm<sup>3</sup>, 1.743 gr/cm<sup>3</sup>, 1.776 gr/cm<sup>3</sup>, 1.785 gr/cm<sup>3</sup> y 1.714 gr/cm<sup>3</sup> para las mezclas de SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más alto de máxima densidad seca fue de 1.785 gr/cm<sup>3</sup> +/- 0.0075 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal, con adiciones más altas de concreto reciclado y cal la densidad seca tiende a decrecer.

#### 4.2.1.3. Resultados de la variación de la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal.

Tabla 20. Variación de la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal

Muestras	CBR al 95% de la MDS	cv (%)	Variación
Suelo natural	3.17	21.23	+/- 0.67
Suelo natural + 10%CR + 6%C	5.04	8.63	+/- 0.43
Suelo natural + 10%CR + 10%C	6.45	1.34	+/- 0.09
Suelo natural + 20%CR + 6%C	9.77	5.32	+/- 0.52
Suelo natural + 20%CR + 10%C	11.33	4.02	+/- 0.46
Suelo natural + 25%CR + 12%C	11.74	7.16	+/- 0.84

Fuente. Elaboración propia



*Figura 14.* Valores de capacidad de soporte del suelo modificado con concreto reciclado y cal

**Interpretación:**

En la tabla 20 y figura 14, se visualiza que el CBR al 95 de la máxima densidad seca con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 5.04%, 6.45%, 9.77%, 11.33% y 11.74% para las mezclas SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado máximo de CBR al 95% de la máxima densidad seca fue de 11.74% +/- 0.84%, con la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal, para adiciones más bajas de concreto reciclado y cal el CBR al 95% de la máxima densidad seca es menor.

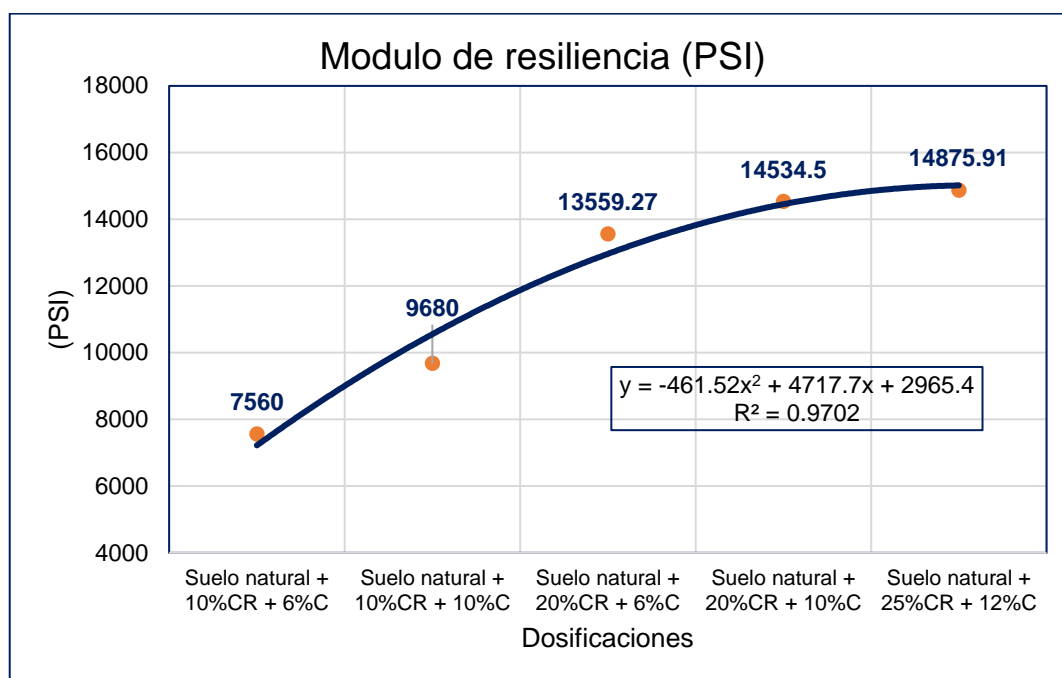


#### 4.2.1.4. Resultados de la variación del módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal.

**Tabla 21.** Variación del módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal

Muestras	Módulo de resiliencia (PSI)	cv (%)	Variación
Suelo natural	4765.00	21.24	+/- 1002.06
Suelo natural + 10%CR + 6%C	7560.00	8.63	+/- 652.28
Suelo natural + 10%CR + 10%C	9680.00	1.34	+/- 129.33
Suelo natural + 20%CR + 6%C	13559.27	1.26	+/- 170.40
Suelo natural + 20%CR + 10%C	14534.50	2.62	+/- 381.23
Suelo natural + 25%CR + 12%C	14875.91	4.55	+/- 677.47

Fuente. Elaboración propia



*Figura 15.* Valores de módulo de resiliencia del suelo modificado con concreto reciclado y cal

#### Interpretación:

En la tabla 21 y figura 15, se observa que el módulo de resiliencia con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 7560.00 PSI, 9680.00 PSI, 13559.27 PSI, 14537.50 PSI y 14875.91 PSI para las mezclas SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C

respectivamente. El resultado más alto de módulo de resiliencia fue de 14875.91 PSI +/- 677.47 PSI, para la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal, para adiciones menores el módulo de resiliencia es menor.

## Contrastación de hipótesis

### Hipótesis específica 1:

H<sub>0</sub>: El índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas no varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

H<sub>1</sub>: El índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

**Tabla 22.** Prueba de ANOVA para el índice de plasticidad

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	669.580	5	133.902	35.671	0.000
Dentro de grupos	45.045	12	3.754		
Total	714.553	17			

Fuente. Elaboración propia

El valor de “p” es de 0.000, por lo que resulta factible indicar con un 95% de nivel de confianza que el índice de plasticidad de subrasantes modificadas con cal y concreto reciclado varía de forma significativa, para indicar cual mezcla de cal y concreto reciclado incide más en el índice de plasticidad se hizo uso del test de Tukey.

**Tabla 23.** Comparaciones en parejas del índice de plasticidad

Comparaciones por parejas						
Descripción	Dosificación	Diferencia de medias	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10%CR+6%C	10.45000*	1.58193	.001	5.1364	15.7636
	SN+10%CR+10%C	12.22667*	1.58193	.000	6.9131	17.5402
	SN+20%CR+6%C	14.44000*	1.58193	.000	9.1264	19.7536
	SN+20%CR+10%C	16.61000*	1.58193	.000	11.2964	21.9236
	SN+25%CR+12%C	19.04333*	1.58193	.000	13.7298	24.3569

Fuente. Elaboración propia

Los valores de significancia en la comparación en parejas de los datos de índice de plasticidad entre el grupo control y los grupos experimentales son todos menores a 0.05, por lo tanto se concluye que todas las mezclas de concreto reciclado y cal de los grupos experimentales disminuyen significativamente el índice de plasticidad.

### Hipótesis específica 2:

H<sub>0</sub>: La densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas no varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

H<sub>1</sub>: La densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

**Tabla 24.** Prueba de ANOVA para la máxima densidad seca

ANOVA						
MDS						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	
Entre grupos	0.019	5	0.004	48.481	0.000	
Dentro de grupos	0.001	12	0.000			
Total	0.20	17				

Fuente. Elaboración propia

El valor de “p” es de 0.000, por lo que resulta factible indicar con un 95% de nivel de confianza que la máxima densidad seca de subrasantes modificadas con cal y concreto reciclado varía de forma significativa, para indicar cual mezcla de cal y concreto reciclado incide más en la máxima densidad seca se hizo uso del test de Tukey.

**Tabla 25.** Comparaciones en parejas de la máxima densidad seca

Comparaciones por parejas						
Descripción	Dosificación	Diferencia de medias	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10%CR+6%C	-0.031667*	0.007198	.009	-0.0559	-0.0075
	SN+10%CR+10%C	-0.048667*	0.007198	.000	-0.0729	-0.0245
	SN+20%CR+6%C	-0.081333*	0.007198	.000	-0.1055	-0.0572
	SN+20%CR+10%C	-0.090667*	0.007198	.000	-0.1149	-0.0665
	SN+25%CR+12%C	-0.019333*	0.007198	.149	-0.0435	0.00485

Fuente. Elaboración propia

Los valores de significancia en la comparación en parejas de los datos de máxima densidad seca entre el grupo control y los grupos experimentales son todos menores a 0.05, por lo tanto se concluye que todas las mezclas de concreto reciclado y cal de los grupos experimentales varían significativamente la máxima densidad seca, a excepción de la mezcla de SN+25%CR+12%C.

### Hipótesis específica 3:

H<sub>0</sub>: La capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas no varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

H<sub>1</sub>: La capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

**Tabla 26.** Prueba de ANOVA para la capacidad de soporte

ANOVA					
CBR al 95% de la MDS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	187.755	5	37.551	122.760	0.000
Dentro de grupos	3.671	12	0.306		
Total	191.426	17			

Fuente. Elaboración propia

El valor de “p” es de 0.000, por lo que resulta factible indicar con un 95% de nivel de confianza que la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con cal y concreto reciclado varía de forma significativa, para indicar cual mezcla de cal y concreto reciclado incide más en la capacidad de soporte se hizo uso del test de Tukey.

**Tabla 27.** Comparaciones en parejas de la capacidad de soporte

Comparaciones por parejas						
Descripción	Dosificación	Diferencia de medias	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10%CR+6%C	-1.86333*	0.45158	.014	-3.8502	-0.3465
	SN+10%CR+10%C	-3.27667*	0.45158	.000	-4.7935	-1.7598
	SN+20%CR+6%C	-6.59333*	0.45158	.000	-8.1102	-5.0765
	SN+20%CR+10%C	-8.15667*	0.45158	.000	-9.6735	-6.6398
	SN+25%CR+12%C	-8.56000*	0.45158	.000	-10.077	-7.0432

Fuente. Elaboración propia

Los valores de significancia en la comparación en parejas de los datos de capacidad de soporte entre el grupo control y los grupos experimentales son todos menores a 0.05, por lo tanto se concluye que todas las mezclas de concreto reciclado y cal de los grupos experimentales incrementan significativamente la capacidad de soporte.

#### Hipótesis específica 4:

H<sub>0</sub>: El módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas no varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

H<sub>1</sub>: El módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

**Tabla 28.** Prueba de ANOVA para el módulo de resiliencia

ANOVA					
IP	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	259023600.3	5	51804720.05	148.026	0.000
Dentro de grupos	4199636.986	12	349969.749		
Total	263223237.3	17			

Fuente. Elaboración propia

El valor de “p” es de 0.000, por lo que resulta factible indicar con un 95% de nivel de confianza que el módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con cal y concreto reciclado varía de forma significativa, para indicar cual mezcla de cal y concreto reciclado incide más en el módulo de resiliencia se hizo uso del test de Tukey.

**Tabla 29.** Comparaciones en parejas del módulo de resiliencia

Comparaciones por parejas						
Descripción	Dosificación	Diferencia de medias	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10%CR+6%C	-2795.000*	483.02502	.001	-4417.4	-1172.6
	SN+10%CR+10%C	-4915.000*	483.02502	.000	-6537.4	-3292.6
	SN+20%CR+6%C	-8794.000*	483.02502	.000	-10416	-7171.8
	SN+20%CR+10%C	-9769.000*	483.02502	.000	-11392	-8147.1
	SN+25%CR+12%C	-10110.91*	483.02502	.000	-11733	-8488.5

Fuente. Elaboración propia

Los valores de significancia en la comparación en parejas de los datos de módulo de resiliencia entre el grupo control y los grupos experimentales son todos menores a 0.05, por lo tanto se concluye que todas las mezclas de concreto reciclado y cal de los grupos experimentales incrementan significativamente el módulo de resiliencia.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1:

El índice de plasticidad con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 12.29%, 10.51%, 8.30%, 6.13% y 3.69% para las mezclas de SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más bajo de índice de plasticidad fue de 3.69% +/- 0.48%, con la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal, para adiciones más bajas el índice de plasticidad es mayor.

Los valores de índice de plasticidad coinciden con Pomari **(11)** mencionado como antecedente nacional, quien calculó la variación del índice de plasticidad incorporando concreto reciclado, en el que obtuvo valores de 19.5%, 16.5% y 12.05% para adiciones de 5%, 15% y 25% de concreto reciclado respectivamente. Mientras que Ochoa et al. **(7)**, mencionados como antecedente internacional, determinaron el índice de plasticidad adicionando residuos de construcción y demolición de 2mm de diámetro, en el que obtuvieron valores de índice de plasticidad de 18.82%, 12.88% y 5.24% para adiciones de 20%, 40% y 60% de concreto reciclado fino respectivamente.. Por su parte Angulo y Zavaleta **(13)** mencionados como antecedente nacional, determinaron que el índice de plasticidad disminuye de 33.09% a 30.30%, 26.97% y 24.05% para adiciones de 2%, 4% y 6% de cal viva respectivamente. Asimismo Majumder y Venkatraman **(10)** mencionados como antecedente internacional, al adicionar cal en porcentajes de 5.5%, 6.5% y 7.5% redujeron el índice de plasticidad de 61% a 16%, 14% y 15% respectivamente. Como se describe los datos obtenidos para el objetivo específico 1 son similares y coinciden a los antecedentes, por lo que se logra alcanzar el objetivo planteado

El valor más bajo de índice de plasticidad fue de 3.69%, el cual fue alcanzado al adicionar 25% de concreto reciclado y 12% de cal, que de acuerdo al Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos **(24)** es categorizado como un suelo de baja plasticidad, puesto que el valor de IP es menor a 7%.

## Discusión 2:

La máxima densidad seca con la adición de una mezcla de concreto reciclado y cal varía desde 1.726 gr/cm<sup>3</sup>, 1.743 gr/cm<sup>3</sup>, 1.776 gr/cm<sup>3</sup>, 1.785 gr/cm<sup>3</sup> y 1.714 gr/cm<sup>3</sup> para las mezclas de SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más alto de máxima densidad seca fue de 1.785 gr/cm<sup>3</sup> +/- 0.0075 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal, con adiciones más altas de concreto reciclado y cal la densidad seca tiende a decrecer.

Los valores de máxima densidad seca coinciden con Borda **(12)** mencionado como antecedente nacional, quién calculó la variación de la máxima densidad seca adicionando concreto reciclado, en el que obtuvo valores de 1.613 gr/cm<sup>3</sup>, 1.58 gr/cm<sup>3</sup>, 1.547 gr/cm<sup>3</sup> para adiciones de 10%, 20% y 30% de concreto reciclado respectivamente. Asimismo González e Infante **(3)**, mencionados como antecedente internacional, determinaron la densidad seca máxima incorporando residuos de construcción y demolición, en el que obtuvieron valores de 1.91 g/cm<sup>3</sup>, 2.01 g/cm<sup>3</sup> y 2.08 g/cm<sup>3</sup> para incorporaciones de 30%, 40% y 50% de desechos de construcción y demolición respectivamente. Mientras que Ccansaya **(14)** citado como antecedente nacional, determinó que al adicionar 80%, 100%, 150% y 200% de cal de obra la máxima densidad seca varió de 1.69 gr/cm<sup>3</sup> a 1.71 gr/cm<sup>3</sup>, 1.74 gr/cm<sup>3</sup>, 1.70 gr/cm<sup>3</sup> y 1.70 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. Por su parte Nagrale et al. **(8)** citado como antecedente internacional, determinaron que al incorporar 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6.0% de cal hidratada la densidad se incrementó de 1.24 gr/cm<sup>3</sup>, 1.276 gr/cm<sup>3</sup>, 1.317 gr/cm<sup>3</sup>, 1.312 gr/cm<sup>3</sup> y 1.300 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. Como se describe los datos obtenidos para el objetivo específico 2 son similares y coinciden a los antecedentes, por lo que se logra alcanzar el objetivo planteado.

## Discusión 3:

El CBR al 95% de la máxima densidad seca con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 5.04%, 6.45%, 9.77%, 11.33% y 11.74% para las mezclas SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado máximo de CBR al 95% de la máxima densidad seca fue de 11.74% +/- 0.84%, con la adición de 25% de concreto



reciclado y 12% de cal, para adiciones más bajas de concreto reciclado y cal el CBR al 95% de la máxima densidad seca es menor.

Los valores de CBR son similares al estudio de Pomari **(11)**, citado como antecedente nacional que al incorporar 5%, 15% y 25% de residuos de concreto la capacidad de soporte se incrementó de 3.6% a 9.2%, 18.1% y 23.9% respectivamente. Kiran et al. **(7)** realizando proporciones de 1:1, 1:2 y 1:3 de áridos de concreto reciclado consiguieron incrementar el CBR de 2.57% a 18%, 23% y 28% respectivamente. Por su parte Ángulo y Zavaleta **(13)**, citados como antecedente nacional, quienes calcularon la capacidad de soporte adicionando cal, en el que obtuvieron valores de 18.90%, 22.20% y 75.50% para adiciones de 2%, 4% y 6% de cal. Mientras que Dhar y Hussain **(9)**, mencionados como antecedente internacional, calcularon el CBR de un suelo arcilloso incorporando cal, obteniendo valores de CBR de 18.1% y 15.7% para incorporaciones de 5% y 7% de cal respectivamente. Como se describe los datos obtenidos para el objetivo específico 3 son similares y coinciden a los antecedentes, por lo que se logra alcanzar el objetivo planteado.

El valor más alto de capacidad de soporte fue de 11.74%, el cual fue alcanzado al adicionar 25% de concreto reciclado y 12% de cal, que de acuerdo al Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos **(24)** es categorizado como una subrasante buena, puesto que el valor de CBR se encuentra en el rango  $10\% \leq \text{CBR} < 20\%$ .

#### **Discusión 4:**

El módulo de resiliencia con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 7560.00 PSI, 9680.00 PSI, 13559.27 PSI, 14537.50 PSI y 14875.91 PSI para las mezclas SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más alto de módulo de resiliencia fue de 14875.91 PSI +/- 677.47 PSI, para la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal, para adiciones menores el módulo de resiliencia es menor.

Al respecto Borda **(12)**, mencionado como antecedente nacional, calculó la variación del módulo de resiliencia adicionando concreto reciclado, en el que obtuvo valores de 8595 PSI, 10695 PSI y 13686 PSI para adiciones de 10% 20% y 30%

de concreto reciclado respectivamente. Por su parte Ali y Tobeia **(6)** citados como antecedentes internacionales, realizaron la aplicación de agregado de concreto reciclado a un suelo expansivo, donde obtuvieron valores de módulo de elasticidad de 27000 kPa, 33000 kPa y 43000 kPa con la adición de 5%, 10% y 15% de agregados de concreto reciclado respectivamente. Mientras que Ccansaya **(14)** mencionado como antecedente nacional determinó que al adicionar 80%, 100%, 150% y 200% de cal de obra el módulo de resiliencia se incrementaba de 5696.32 PSI a 26003 PSI, 23067 PSI, 30765 PSI y 33949 PSI respectivamente. Por su parte Majumder y Venkatraman **(10)**, citados como antecedente internacional establecieron que al aplicar 4.5%, 5.5%, 6.5% y 7.5% de cal el módulo de elasticidad a los 90 días fue de 165 MPa, 185 MPa, 195 MPa y 153 MPa respectivamente. Como se describe los datos obtenidos para el objetivo específico 4 son similares y coinciden a los antecedentes, por lo que se logra alcanzar el objetivo planteado.

El valor más alto de capacidad de módulo de resiliencia fue de 14875.91 PSI el cual fue alcanzado al adicionar 25% de concreto reciclado y 12% de cal, que de acuerdo a las correlaciones típicas de suelos y el módulo de resiliencia del Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos **(24)** es categorizado como una subrasante buena, puesto que el valor de  $M_r$  se encuentra en el rango  $10\text{KSI} \leq M_r < 20\text{KSI}$ .

#### **Discusión 5:**

En este estudio se determinó la variación de la estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal, puesto que con la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal, el índice de plasticidad fue de 6.13%, la máxima densidad seca fue de 1.785 gr/cm<sup>3</sup>, la capacidad de soporte de 11.33% y el módulo de resiliencia de 14537.50 PSI.

Al respecto Pomari **(11)** mencionado como antecedente nacional, determinó que al aplicar 25% de concreto reciclado el índice de plasticidad decae de 21.40% a 12.00%, la densidad seca aumenta de 1.72 g/cm<sup>3</sup> a 1.90% y el CBR sube de 3.6% a 23.9%. Mientras que Ochoa et al. **(5)** citado como antecedente internacional, calculó que al adicionar 40% de residuos de concreto el índice de plasticidad disminuye de 18.52% a 5.24%, la densidad seca se incrementa de 1.58 gr/cm<sup>3</sup> a

1.71 gr/cm<sup>3</sup> y el CBR de 1.8% a 21.3%. Asimismo Angulo y Zavaleta **(13)** citados como antecedente nacional, determinaron que con la adición de 5% de cal viva el índice de plasticidad decae de 33.09% a 24.05%, la MDS aumenta de 1.662 gr/cm<sup>3</sup> a 1.683 gr/cm<sup>3</sup> y el valor de soporte California sube a 75.50%. Por su parte Nagrale et al. **(8)** citado en los antecedentes internacionales, estableció que al aplicar 6% de cal el IP decrece de 61% a 18.62%, la MDS incrementa de 1.24 gr/cm<sup>3</sup> a 1.30 gr/cm<sup>3</sup> y el CBR aumenta de 1.45% a 7.60%.

Según lo estipulado en el Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos **(24)** establece que para una subrasante con una capacidad de soporte de  $10 < \text{CBR} \leq 20\%$  es categorizado como buena, asimismo para valores menores de IP menores a 7% con clasificados como suelos de baja plasticidad; por lo tanto el objetivo general es logrado.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** El índice de plasticidad con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 12.29%, 10.51%, 8.30%, 6.13% y 3.69% para las mezclas de SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más bajo de índice de plasticidad fue de 3.69% +/- 0.48%, con la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal (muestra experimental 5).

**Conclusión 2:** La máxima densidad seca con la adición de una mezcla de concreto reciclado y cal varía desde 1.726 gr/cm<sup>3</sup>, 1.743 gr/cm<sup>3</sup>, 1.776 gr/cm<sup>3</sup>, 1.785 gr/cm<sup>3</sup> y 1.714 gr/cm<sup>3</sup> para las mezclas de SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más alto de máxima densidad seca fue de 1.785 gr/cm<sup>3</sup> +/- 0.0075 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal (muestra experimental 4).

**Conclusión 3:** El CBR al 95% de la máxima densidad seca con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 5.04%, 6.45%, 9.77%, 11.33% y 11.74% para las mezclas SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado máximo de CBR al 95% de la máxima densidad seca fue de 11.74% +/- 0.84%, con la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal (muestra experimental 5).

**Conclusión 4:** El módulo de resiliencia con la adición de concreto reciclado y cal varía desde 7560.00 PSI, 9680.00 PSI, 13559.27 PSI, 14537.50 PSI y 14875.91 PSI para las mezclas SN+10%CR+6%C, SN+10%CR+10%C, SN+20%CR+6%C, SN+20%CR+10%C y SN+25%CR+12%C respectivamente. El resultado más alto de módulo de resiliencia fue de 14875.91 PSI +/- 677.47 PSI, para la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal (muestra experimental 5).

**Conclusión general:** La estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal varía significativamente con la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal (muestra experimental 4), con el cual el índice de plasticidad varió a 6.13% +/- 0.95%, la máxima densidad seca varió a 1.785 gr/cm<sup>3</sup> +/- 0.0075 gr/cm<sup>3</sup>,

el CBR al 95% de la MDS varió a 11.33% +/- 0.46% y el módulo de resiliencia a 14534.50 PSI +/- 381.23I PSI, teniendo una categoría de subrasante buena.

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1:** Se recomienda realizar la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal (muestra experimental 5), con el fin de reducir los valores de plasticidad, con dosificaciones menores de concreto reciclado y cal también se logra reducir el índice de plasticidad.

**Recomendación 2:** Se sugiere realizar la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal (muestra experimental 4), con el fin de incrementar la densidad seca, con dosificaciones mayores la densidad seca tiende a disminuir

**Recomendación 3:** Se recomienda realizar la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal (muestra experimental 5), con la finalidad de incrementar la capacidad de soporte, con dosificaciones menores de concreto reciclado y cal también se logra incrementar los valores de soporte California.

**Recomendación 4:** Se recomienda realizar la adición de 25% de concreto reciclado y 12% de cal (muestra experimental 5), con el fin de mejorar los valores de módulo de resiliencia, con dosificaciones menores de concreto reciclado y cal también se logra incrementar los valores de módulo de resiliencia.

**Recomendación 5:** Se recomienda realizar la adición de 20% de concreto reciclado y 10% de cal (muestra experimental 4), con el fin de estabilizar subrasantes, puesto que se logra reducir los valores de índice de plasticidad y se incrementa la capacidad de soporte y módulo de resiliencia.

## REFERENCIAS

1. **FRAILE, E., FERREIRO, J. and LÓPEZ, L.** *Study of the Technical Feasibility of Increasing the Amount of Recycled Concrete Waste Used in Ready-Mix Concrete Production.* s.l. : Materials, 2017. pp. 1-16. Vol. 10.
2. *Concreto reciclado: una revisión.* **GUZMAN, M., et al.** s.l. : Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, 2015, Vol. 9, pp. 235-248. ISSN 2007-6835.
3. **GONZÁLES, H. and INFANTE, C.** *Análisis del comportamiento mecánico de los suelos encontrados en la localidad de Rafael Uribe al ser mejorados con residuos de construcción y demolición (RCD).* s.l. : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2021.
4. **BECERRA, P. and GÓMEZ, L.** *Estudio del comportamiento de las arcillas típicas de Bogotá estabilizadas con residuos de construcción y demolición.* Universidad Católica de Colombia. 2019.
5. *Reciclaje y reaprovechamiento de los residuos de concreto en pavimentos.* **OCHOA, S., BIZARRETA, J. and CHICAIZA, A.** s.l. : Green World Journal, 2022, pp. 1-12. ISSN 2737-6109.
6. *Estabilización mecánica de subrasante de arena débil utilizando agregado de concreto reciclado.* **ALI, A. and TOBEIA, S.** s.l. : Journal of Engineering Science and Technology, 2022, pp. 239-256.
7. *Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con RCD-CONCRETO fino (partículas<2mm) para aplicación en pavimentos.* **OCHOA, S.** s.l. : Universidad Federal de integración Latino-Americana, 2019.
8. *Strength Characteristics of Subgrade Stabilized With Lime, Fly Ash and Fibre.* **Nagrle, P., Patil, A. and Bhaisare, S.** Mumbai : s.n., 2016, International Journal of Engineering Research, pp. 74-79. ISSN:2319-6890(online),2347-5013(print).
9. *The strength and microstructural behavior of lime stabilized subgrade soil in road construction.* **DHAR, S. and HUSSAIN, M.** 2019, International Journal of Geotechnical Engineering, pp. 1-13.

10. *Utilization of the Lime as Subgrade Stabilizer in the Pavement Construcción.* **Majumder, M. and Venkatraman, S.** 2021, Journal for Science and Engineering, pp. 1-14.
11. **POMARI, Edwar.** *Efecto del concreto reciclado para mejorar las propiedades de la subrasante en la avenida Álamos, Jayllihuaya, Puno 2021.* Universidad César Vallejo. 2021. p. 147.
12. **BORDA, D.** *Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021.* Universidad César Vallejo. 2022. p. 187.
13. **ANGULO, M. and ZAVALETA, C.** *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, distrito San Juan – Maynas – Iquitos.* s.l. : Universidad Científica del Perú, 2020.
14. **CCANSAYA, E.** *Análisis comparativo entre los métodos de estabilización por sustitución y por adición con cal de obra, para el mejoramiento de una subrsante arcillosa en la carretera Canta - Huayllay Km 57-59.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2022.
15. **NEDELJKOVIC, M., et al.** *Use of fine recycled concrete aggregates in concrete: A critical review.* s.l. : Journal of Building Engineering, 2021. p. 27.
16. *Lime use and functionality in sulphide mineral flotation: A review.* **ZANIN, M., LAMBERT, H. and PLESSIS, C.** s.l. : Minerals Engineering, 2019, p. 14.
17. *A review on consolidation theories and its application.* **RADHIKA, B., KRISHNAMOORTHY, A. and RAO, A.** s.l. : International Journal of Geotechnical Engineering, 2017, pp. 1-7.
18. *Properties of recycled concrete aggregate and their influence in new concrete production.* **VERIAN, K., ASHRAF, W. and CAO, Y.** s.l. : Resources, Conservation & Recycling, 2018, p. 20.
19. *Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: Perspectivas y limitantes.* **CASTAÑO, J., et al.** 38, Bogotá : s.n., 2013, Tecnura, Vol. 17. 121-129.



20. *Effect of lime on soil properties: A review.* **BABU, N. and POULOSE, E.** s.l. : International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2018, pp. 606-612. e-ISSN 2395-0056.
21. *An Introduction to soil concepts and the role of soils in watershed management.* **SCHOONOVER, J. and CRIM, J.** 1, 2015, Journal of Contemporary Water Research & Education, Vol. 154. ISSN 1936-7031.
22. *Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mpostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander.* **GARCÍA, R., FLORES, E. and MEDINA, Y.** 53, 2018, Espacios, Vol. 39. ISSN 07981015.
23. *Clay soil stabilisation using powdered glass.* **OLUFOWOBI, J., et al.** 5, 2014, Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 9, pp. 541-558. ISSN 18234690.
24. **MTC.** *Manual de carreteras - suelos, geología, geotecnia y pavimentos .* Lima : MTC, 2013.
25. *Correlation of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soi.* **KATTE, V., et al.** 1, 2019, Geotechnical and Geological Engineering, Vol. 37, pp. 217-234. ISSN 15731529.
26. *Revisiting relationships among specific surface area, soil consistency limits, and group index of clays.* **DENG, Y., et al.** 2, 2019, Journal of Testing and Evaluation, Vol. 47. ISSN 00903973.
27. *Utilization of recycled concrete aggregates for light-stabilization of clay soils.* **KODIKARA, J., et al.** 7, 2018, Construction and Building Materials, Vol. 22, pp. 24-34. ISSN 2214-3912.
28. *Adaptive quality control and acceptance of pavement material density for intelligent road construction.* **XU, Q. and CHANG, G.** 62, 2016, Automation in Construction, pp. 78-88.
29. *Determination and assessment of deformation moduli of compacted lateritic gravels, using soaked CBR tests.* **MAGNAN, J., NDIAYE and M.** 2015, Transportation Geotechnics, Vol. 5, pp. 50-58.

30. *Possible estimation of resilient modulus of fine- grained soils using a dynamic lightweight cone penetrometer.* **NGUYEN, B. and MOHAJERANI, A.** 2015.
31. *Critical Review of Innovative Soil Road Stabilization Techniques.* **LIM, S., WIJEYESEKERA, D. LIM, A. and BAKAR, I.** 5, 2014, International Journal of Engineering and Technology Research, Vol. 3, pp. 204-211. ISSN 2249-8958.
32. *The important aspects of subgrade stabilization for road construction.* **DAUD, N., et al.** 512, 2018, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, pp. 1-10.
33. *Optimum Utilization of Fly Ash for Stabilization of SubGrade Soil using Genetic Algorithm.* **TRIVEDI, J., NAIR, S. and IYYUNNI, C.** 51, 2013, Revista Facultad de Ingeniería, pp. 250-258.
34. *Cold-weather subgrade stabilization.* **DANIELS, J. and JANARDHANAM.** 2007, International Journal of Advances in engineering & Technology, pp. 1-10.
35. *An evaluation model of subgrade stability based on artificial neural network.* **CHENG, Y., SHI, Z. and ZU, F.** 5, 2020, International Journal of Safety and Security Engineering, Vol. 10, pp. 679-688.
36. *Pavement Subgrade Stabilization Using Recycled Materials .* **BANDERA, N., et al.** Michigan : s.n., 2015, Airfield and Highway Pavements, pp. 605-616.
37. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. and BAPTISTA, M.** *Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.* 2014.
38. **TAMAYO, M.** *El proceso de la investigación científica.* México DF : Grupo Noriega editores, 2002. ISBN 968-18-5872-7..
39. *Estudios Experimentales 2 Parte. Estudios Cuasi-Experimentales.* **MONTEROLA, Carlos and OTZEN, Tamara.** s.l. : International Journal of Morphology, 2015. ISSN 0717-9502.
40. **PINO, R.** *Metodología de la Investigación Científica.* Lima : San Marcos, 2018. ISBN 978-612-315-519-3..

41. **TAMAYO, Mario.** *"El proceso de la investigación científica"*. 4ta. México : Editorial limusa, 2003.
42. *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio.* **OTZEN, T. and MANTEROLA, C.** 1, 2017, Vol. 35.
43. *La unidad de análisis en la problemática enseñanza - aprendizaje.* **PICÓN, D. and MELIAN, A.** 93, Santa Cruz : s.n., 2014, ICT-UNPA, pp. 101-118.
44. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Data Collection techniques and instruments.* **LUZ, S., MENDOZA, H. and AVILA, D.** 17, 2020, Vol. 9.
45. *Técnicas para investigar recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación.* **YUNI, J. and URBANO, C.** Cordoba : s.n., 2014.
46. *Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS.* **SANTOS, G.** Puebla : Universidad Autonoma de Puebla, 2017.
47. *Estudio para determinar la capacidad portante del suelo como parametro geotecnico, aplicando el ensayo de cono dinamico de penetracion (DCP), en los terrenos aledaños a la facultad de Ciencias Matematicas Fisicas y Quimicas.* **ARAGUNDI, M., et al.** 2, Ecuador : Revista reimat, 2019, Vol. 4.

## ANEXOS

### Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<b>V1:</b> Cal y concreto reciclado	Los agregados de los residuos de concreto se diferencian del árido natural en que el primero contiene mortero de cemento endurecido. El mortero de cemento adherido sobre árido de hormigón reciclado tiene mayor porosidad y absorción de agua y menor resistencia que el árido natural. (19)	La variable cal y concreto reciclado se operacionaliza mediante sus siguientes dimensiones (D1: peso específico, D2: resistencia a la abrasión y D3: dosificaciones).	<b>D1:</b> Peso específico  <b>D2:</b> Resistencia a la abrasión  <b>D3:</b> Dosificaciones	<b>I1:</b> Volumen inicial del líquido <b>I2:</b> Volumen final del líquido <b>I3:</b> Peso  <b>I1:</b> Peso inicial <b>I2:</b> Peso final <b>I3:</b> Número de esferas  <b>I1:</b> SN+10%CR+6%C <b>I2:</b> SN+10%CR+10%C <b>I3:</b> SN+20%CR+6%C <b>I4:</b> SN+20%CR+10%C <b>I5:</b> SN+25%CR+12%C	Razón
<b>V2:</b> Estabilización de subrasante	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. Arias y Ramos (2018)	La variable estabilización de subrasante se operacionaliza mediante sus tres dimensiones, las cuales son: Índice de plasticidad (D1), Densidad seca máxima (D2), capacidad de soporte (D3) y el módulo de resiliencia (D4), los cuales se consiguieron a través de los ensayos de: Proctor modificado, Californian Bearing Ratio y Mr de ASSHTO	<b>D1:</b> Índice de plasticidad  <b>D2:</b> Máxima densidad seca  <b>D3:</b> Capacidad de soporte  <b>D4:</b> Módulo de resiliencia	<b>I1:</b> Límite plástico <b>I2:</b> Límite líquido <b>I3:</b> Contenido de humedad  <b>I1:</b> Peso unitario máximo <b>I2:</b> Contenido de humedad óptimo <b>I3:</b> Método  <b>I1:</b> CBR al 95% de la MDS <b>I2:</b> CBR al 100% de la MDS <b>I3:</b> Expansión  <b>I1:</b> Tipo de suelo <b>I2:</b> CBR <b>I3:</b> Compactación	Razón

## Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>					
¿Cuánto varía la estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?	Determinar la variación de la estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022	La estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022	VI Concreto reciclado y cal	D1: Peso específico	I1: Volumen inicial del líquido I2: Volumen final del líquido I3: Peso	Ficha de recopilación de información	<b>Tipo de Investigación</b> Investigación aplicada
<b>Problema específico 1</b>	<b>Objetivo específico 1</b>	<b>Hipótesis específica 1</b>		D2: Resistencia a la abrasión	I1: Peso inicial I2: Peso final I3: Número de esferas		<b>Nivel de Investigación</b> Explicativo
¿Cuánto cambia el índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?	Calcular la variación del índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022	El índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022		D3: Dosificaciones	I1:SN+10%CR+6%C I2:SN+10%CR+10%C I3:SN+20%CR+6%C I4:SN+20%CR+10%C I4:SN+25%CR+12%C		<b>Diseño de investigación</b> Experimental
<b>Problema específico 2</b>	<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Hipótesis específica 2</b>		D1: Índice de plasticidad	I1: Límite plástico I2: Límite líquido I3: Contenido de humedad		Gc (a): Y1 → X → Y2 Ge (a): Y3 → X' → Y4 Gc: Sin adición de CR y Cal Ge: Con adición de CR y Cal
¿Cuánto varía la densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?	Cuantificar la variación de la densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022	La densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022	VD Estabilización de Subrasante	D2: Máxima densidad seca	I1: PUSM I2: CHO I3: Método	Ficha de recopilación de información (ASTM D 4253/NTP 339.137)	<b>Población</b> Avenida Circunvalación
<b>Problema específico 3</b>	<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Hipótesis específica 3</b>		D3: Capacidad de soporte	I1: CBR al 95% de la MDS I2: CBR al 100% de la MDS I3: Expansión	<b>Muestra</b> Av. Circunvalación este, 1000 metros	
¿Cuánto varía la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?	Calcular la variación de la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022	La capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022		D4: Módulo de resiliencia	I1: Tipo de suelo I2: CBR I3: Densidad	<b>Técnica de recolección de datos</b> Observación directa	
<b>Problema específico 4</b>	<b>Objetivo específico 4</b>	<b>Hipótesis específica 4</b>					<b>Instrumentos de recolección de datos</b> Fichas de observación de laboratorio de mecánica de suelos
¿Cuánto cambia el módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022?	Cuantificar la variación del módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022	El módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas varía significativamente, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022					

### Anexo 3. Validación de instrumentos

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS										
Proyecto:	"Estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022"									
Autor:	Luque Puma, Andrés Ángel									
<b>Información general</b>									EXPERTO	
UBICACIÓN:	Avenida Circunvalación Este									
DISTRITO:	Juliaca	ALTITUD:	3825 m.s.n.m							
PROVINCIA:	San Román	LATITUD:	15°33'59" Sur							
REGION:	Puno	LONGITUD:	70°06'12" Oeste							
V1: Concreto reciclado y cal										
D1: Peso específico										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Volumen inicial	cm3		Volumen final	Cm3		Peso	gr			
	cm3			Cm3			gr			
	cm3			Cm3			gr			
D2: Resistencia a la abrasión										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	0	
Peso inicial	gr		Peso final	gr		Número de esferas	und			
	gr			gr			und			
	gr			gr			und			
D3: Dosificación										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
SN+10%CR+6%C	gr.		SN+10%CR+10%C	gr.		SN+20%CR+6%C	gr.			
	gr.			gr.			gr.			
	gr.			gr.			gr.			
Indicador 4:	Und	Valor	Indicador 5:	Und	Valor					
SN+20%CR+10%C	gr.		SN+25%CR+12%C	gr.						
	gr.			gr.						
V2: Estabilización de subrasante										
D1: Índice de plasticidad										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Límite líquido	%		Límite plástico	%		Contenido de humedad	%			
	%			%			%			
	%			%			%			
D2: Densidad seca máxima										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Peso unitario máximo	gr/cm3		Contenido de humedad óptimo	%		Número de golpes	Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
D3: Capacidad de soporte										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
CBR al 95% de la MDS	%		CBR al 100% de la MDS	%		Expansión	mm			
	%			%			mm			
	%			%			mm			
D4: Módulo de resiliencia										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Tipo de suelo			CBR	%		Compactación	%			
				%			%			
				%			%			
Apellidos y nombres:	Machaca Zavaleta Mirian Danit						Suma total	6		
Profesión:	Ingeniero Civil						Promedio	0.86		
Registro CIP N°:	209090						validación	0.86		
Email:	<a href="mailto:Mairimdanit7@gmail.com">Mairimdanit7@gmail.com</a>									
Teléfono:	98833390									

  
 Mirian D. Machaca Zavaleta  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 209090

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS										
Proyecto:	"Estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022"									
Autor:	Luque Puma, Andrés Ángel									
<b>Información general</b>									EXPERTO	
UBICACIÓN:	Avenida Circunvalación Este									
DISTRITO:	Juliaca	ALTITUD:	3825 m.s.n.m							
PROVINCIA:	San Román	LATITUD:	15°33'59" Sur							
REGION:	Puno	LONGITUD:	70°06'12" Oeste							
V1: Concreto reciclado y cal									B	
D1: Peso específico										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Volumen inicial	cm3		Volumen final	Cm3		Peso	gr			
	cm3			Cm3			gr			
D2: Resistencia a la abrasión										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Peso inicial	gr		Peso final	gr		Número de esferas	und			
	gr			gr			und			
D3: Dosificación										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
SN+10%CR+6%C	gr.		SN+10%CR+10%C	gr.		SN+20%CR+6%C	gr.			
	gr.			gr.			gr.			
Indicador 4:	Und	Valor	Indicador 5:	Und	Valor					
	gr.			gr.						
SN+20%CR+10%C	gr.		SN+25%CR+12%C	gr.						
	gr.			gr.						
V2: Estabilización de subrasante										
D1: Índice de plasticidad										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Límite líquido	%		Límite plástico	%		Contenido de humedad	%			
	%			%			%			
D2: Densidad seca máxima										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Peso unitario máximo	gr/cm3		Contenido de humedad óptimo	%		Número de golpes	Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
D3: Capacidad de soporte										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
CBR al 95% de la MDS	%		CBR al 100% de la MDS	%		Expansión	mm			
	%			%			mm			
D4: Módulo de resiliencia										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Tipo de suelo			CBR	%		Compactación	%			
				%			%			
Apellidos y nombres:	Colquehuanca Curo Wilder						Suma total	7		
Profesión:	Ingeniero Civil						Promedio	1		
Registro CIP N°:	209171						validación	1.00		
Email:	<a href="mailto:ingwldr@gmail.com">ingwldr@gmail.com</a>									
Teléfono:	994464648									

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

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS										
Proyecto:	"Estabilización de subrasantes modificadas con concreto reciclado y cal en vías urbanas, avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022"									
Autor:	Luque Puma, Andrés Ángel									
<b>Información general</b>									EXPERTO	
UBICACIÓN:	Avenida Circunvalación Este									
DISTRITO:	Juliaca	ALTITUD:	3825 m.s.n.m							
PROVINCIA:	San Román	LATITUD:	15°33'59" Sur							
REGION:	Puno	LONGITUD:	70°06'12" Oeste							
V1: Concreto reciclado y cal									C	
D1: Peso específico										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Volumen inicial	cm3		Volumen final	Cm3		Peso	gr			
	cm3			Cm3			gr			
D2: Resistencia a la abrasión										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Peso inicial	gr		Peso final	gr		Número de esferas	und			
	gr			gr			und			
D3: Dosificación										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
SN+10%CR+6%C	gr.		SN+10%CR+10%C	gr.		SN+20%CR+6%C	gr.			
	gr.			gr.			gr.			
Indicador 4:	Und	Valor	Indicador 5:	Und	Valor					
	gr.			gr.						
SN+20%CR+10%C	gr.		SN+25%CR+12%C	gr.						
	gr.			gr.						
V2: Estabilización de subrasante										
D1: Índice de plasticidad										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Límite líquido	%		Límite plástico	%		Contenido de humedad	%			
	%			%			%			
D2: Densidad seca máxima										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
Peso unitario máximo	gr/cm3		Contenido de humedad óptimo	%		Número de golpes	Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
D3: Capacidad de soporte										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1	
CBR al 95% de la MDS	%		CBR al 100% de la MDS	%		Expansión	mm			
	%			%			mm			
D4: Módulo de resiliencia										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	0	
Tipo de suelo			CBR	%		Compactación	%			
				%			%			
Apellidos y nombres:	Machaca Condori Hugo Dario						Suma total	6		
Profesión:	Ingeniero Civil						Promedio	0.86		
Registro CIP N°:	269718						validación	0.86		
Email:	<a href="mailto:machacacondori.hugodario@gmail.com">machacacondori.hugodario@gmail.com</a>									
Teléfono:	974728248									


  
*Hugodario*
  
**Hugo Dario Machaca Condori**
  
**CIP: 269718**
  
**INGENIERO CIVIL**



## Anexo 4. Panel fotográfico



**Fotografía 1.** Excavación de calicatas



**Fotografía 2.** Excavación de calicatas



**Fotografía 3.** Residuos de concreto



**Fotografía 4.** Medición de resistencia con el esclerómetro



**Fotografía 5.** Medición de resistencia con el esclerómetro.



**Fotografía 6.** Medición de resistencia con el esclerómetro.



**Fotografía 7.** Muestras llevadas al horno



**Fotografía 8.** Muestras llevadas al horno



**Fotografía 9.** Equipos para el ensayo de CBR.



**Fotografía 10.** Equipos para el ensayo de CBR.



**Fotografía 11.** Aplicación de cargas en la prensa CBR.



**Fotografía 12.** Ensayo de límite plástico.



**Fotografía 13.** Ensayo de límite plástico.



**Fotografía 14.** Tamizado del concreto reciclado



**Fotografía 15.** Ensayo de límite líquido con la cuchara de Casagrande.



**Fotografía 16.** Ensayo de límite líquido con la cuchara de Casagrande.



**Fotografía 17.** Ensayo granulométrico de las muestras.



**Fotografía 18.** Ensayo granulométrico de las muestras.



**Fotografía 19.** Enrazado de la muestra compactada.



**Fotografía 20.** Enrazado de la muestra compactada.



**Fotografía 21.** Ensayo de Proctor modificado.



**Fotografía 22.** Ensayo de Proctor modificado.



**Fotografía 23.** Ensayo de Proctor modificado.



**Fotografía 24.** Compactación de las muestras de suelo.



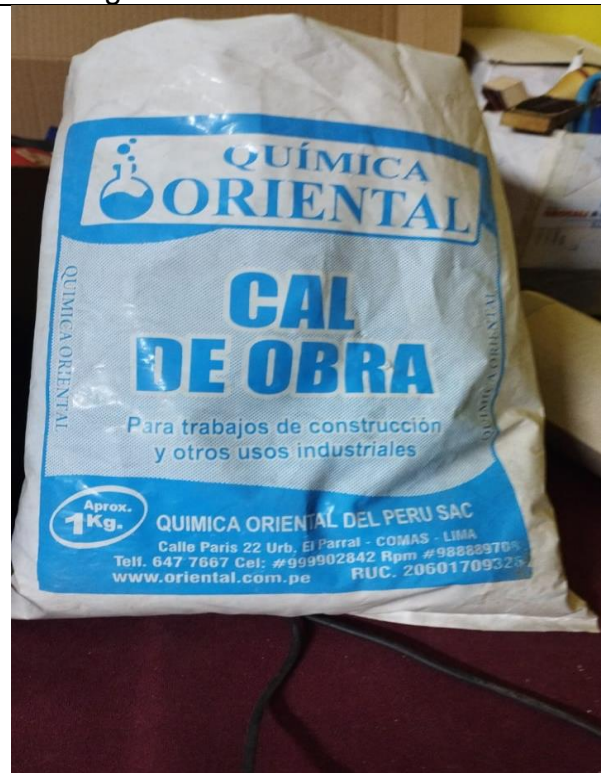
**Fotografía 25.** Ensayo de Californian Bearing Ratio.



**Fotografía 26.** Ensayo de Californian Bearing Ratio.



**Fotografía 27.** Saturación de los especímenes.



**Fotografía 28.** Cal de obra empleada para el estudio.

Anexo 5. Certificados de ensayos 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

RESISTENCIA AL DESGASTE  
"ABRASION LOS ANGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
SOLICITANTE : BACH. ANDRES ANGEL LUQUE PUMAI  
DESCRIPCION : CONCRETO RECICLADO  
UBICACION : PROVINCIA DE SAN ROMAN - DISTRITO JULIACA - DEPARTAMENTO DE PUNO  
FECHA : 07 DE SETIEMBRE DE 2022

TIPO DE AGREGADO: FINO:  GRUESO:  OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES: 500  1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:  $W_i = 5014$  gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12:  $W_f = 3101.4$  gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: = 1912.6 gr.

PORCENTAJE DE PERDIDA:  $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

De = 38.15 %


OBSERVACIONES:

GRADACION : "A", 1 1/2" - 1" - = 1253, 1" - 3/4" = 1253, 3/4" - 1/2" = 1254, 1/2" - 3/8" = 1254

TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 61.85 Y PERDIDA DE : 38.15

NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM -C-131

  
Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS, CONTROL DE CALIDAD

  
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

## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASION LOS ANGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
SOLICITANTE : BACH. ANDRES ANGEL LUQUE PUMAI  
DESCRIPCION : CONCRETO RECICLADO  
UBICACION : PROVINCIA DE SAN ROMAN - DISTRITO JULIACA - DEPARTAMENTO DE PUNO  
FECHA : 07 DE SETIEMBRE DE 2022

TIPO DE AGREGADO: FINO:  GRUESO:  OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES: 500  1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:  $W_i = 5006$  gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12:  $W_f = 3205.9$  gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12:  $= 1800.1$  gr.

PORCENTAJE DE PERDIDA:  $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

De = **35.96** %

### OBSERVACIONES:

GRADACION : "A", 1 1/2" - 1" - = 1250, 1" - 3/4" = 1252, 3/4" - 1/2" = 1255, 1/2" - 3/8" = 1251

TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 64.04 Y PERDIDA DE : 35.96

NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM -C-131

Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuanca 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

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

RUC.: 20605082310

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

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

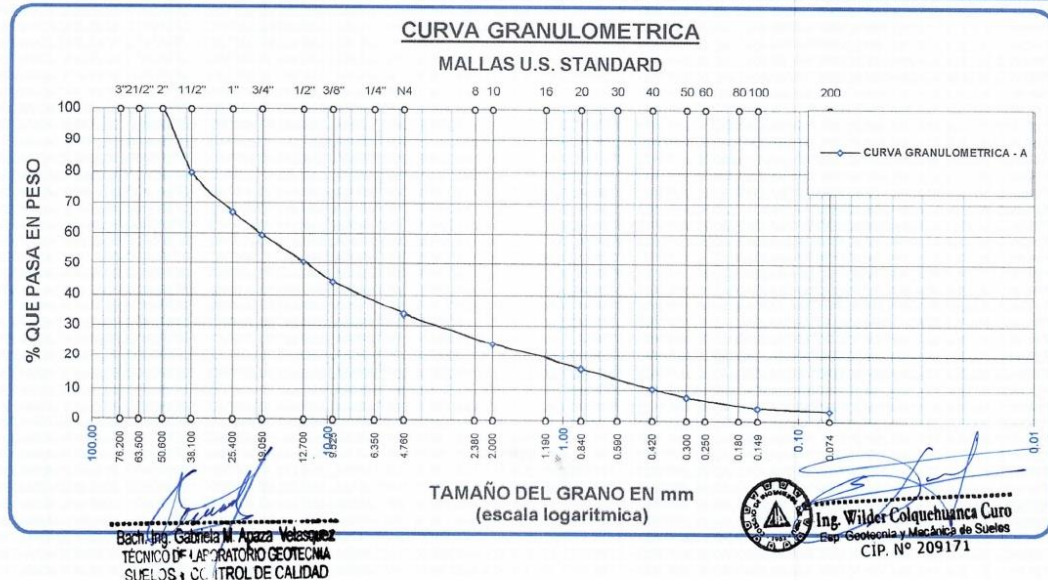
SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : CONCRETO RECICLADO

FECHA : miércoles, 7 de Setiembre 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.= 3500.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3450.80
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 49.20
1 1/2"	38.100	705.00	20.14	20.14	79.86		% W = 3.00
1"	25.400	447.10	12.77	32.92	67.08		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.050	264.60	7.56	40.48	59.52		L.L.= 0.00
1/2"	12.700	307.40	8.78	49.26	50.74		L.P.= NP
3/8"	9.525	217.00	6.20	55.46	44.54		I.P.= NP
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.760	383.40	10.95	66.41	33.59		D10= 0.395 Cu= 49.2796
No8	2.380						D30= 3.705 Cc= 1.78836
No10	2.000	139.70	27.94	75.80	24.20		D60= 19.45
No16	1.190						CLASIFICACION:
No20	0.840	113.00	22.60	83.39	16.61		SUCS : GW
No30	0.590						AASHTO : A-1-a
No40	0.420	90.10	18.02	89.44	10.56		OBSERVACIONES:
No50	0.300	39.50	7.90	92.09	7.91		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	52.70	10.54	95.63	4.37		
No200	0.074	15.80	3.16	96.70	3.30		
BASE		49.20	9.84	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		1.41					





# 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)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**MUESTRA** : CONCRETO RECICLADO  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

### LIMITE LIQUIDO

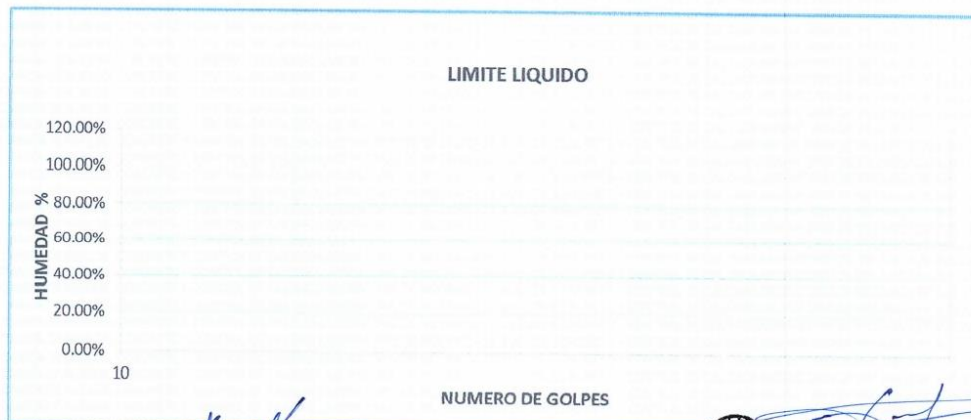
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.			
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.			
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			
NUMERO DE GOLPES	N			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No		
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.		
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. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

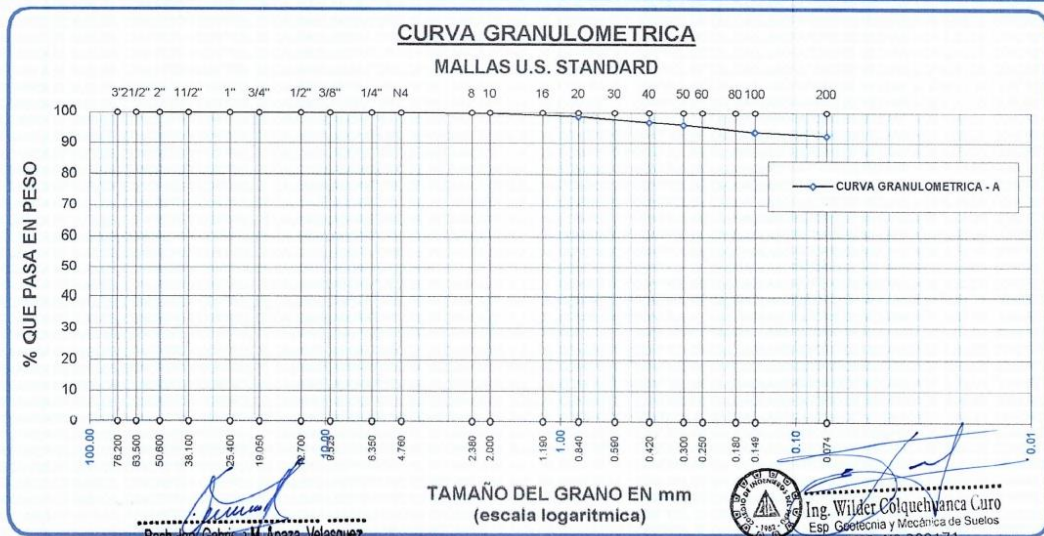
Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA 01  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: 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.= 52.70
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 647.30
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 15.26
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b> L.L.= 41.56 L.P.= 21.43 I.P.= 20.13
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						<b>GARACT. GRANULOMETRICAS:</b> D10= ---- Cu= ---- D30= ---- Cc= ---- D60= ----
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380						
No10	2.000	1.36	0.19	0.19	99.81		
No16	1.190						<b>CLASIFICACION:</b>  SUCS : CL AASHTO : A-6
No20	0.840	8.14	1.16	1.36	98.64		
No40	0.420	12.58	1.80	3.15	96.85		
No 50	0.300	6.21	0.89	4.04	95.96		
No60	0.250						<b>OBSERVACIONES:</b>
No80	0.180						
No100	0.149	15.15	2.16	6.21	93.79		
No200	0.074	9.26	1.32	7.53	92.47		
<b>BASE</b>		647.30	92.47	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		700.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>							



# 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)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 01

**MUESTRA** : SUELO NATURAL

**PROFUNDIDAD** : 1.55 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

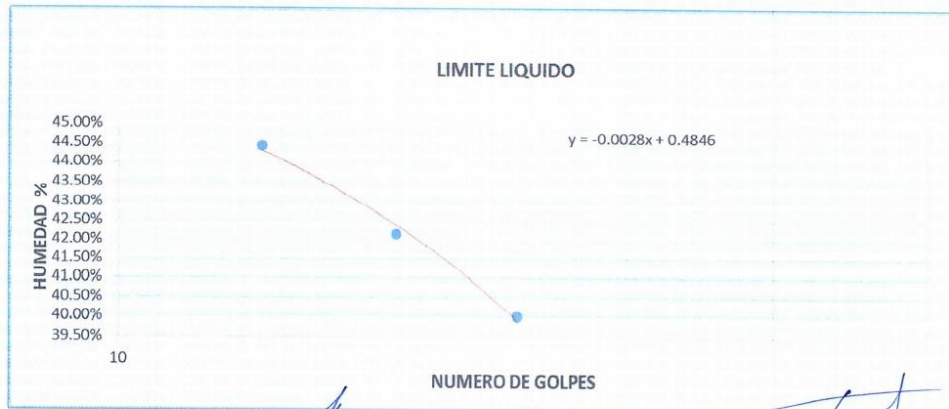
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	B-1	B-2	B-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.6	35.3	35.7
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.2	31.0	31.5
AGUA	gr.	4.4	4.3	4.2
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.3	20.8	21
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9.9	10.2	10.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	44.44%	42.16%	40.00%
NUMERO DE GOLPES	N	15	22	31

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	B-4	B-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.567	26.44
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	25.6	25.5
AGUA	gr.	0.967	0.94
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	21.1
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.5	4.4
LIMITE PLASTICO	%	21.49%	21.36%

LIMITE LIQUIDO	41.56
LIMITE PLASTICO	21.43
INDICE DE PLASTICIDAD	20.13



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 01

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.55 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

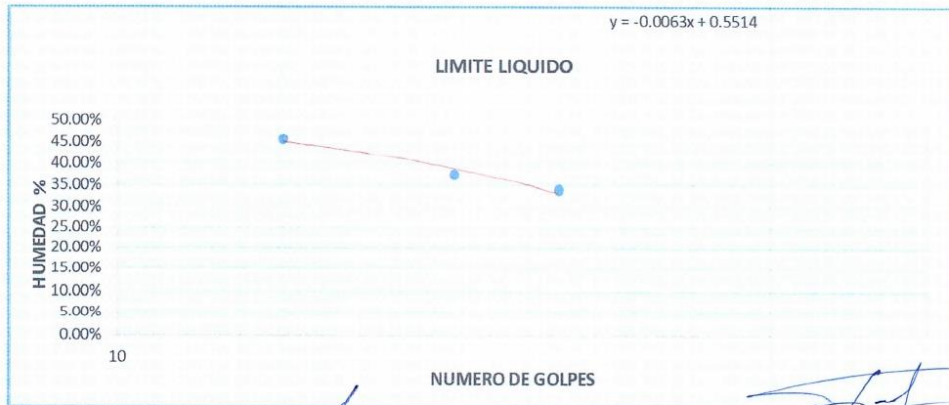
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	C-1	C-2	C-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.52	44.46	41.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.16	35.74	33.94
AGUA	gr.	9.36	8.72	7.36
PESO DE LA CAPSULA	gr.	10.72	12.48	12.28
PESO DEL SUELO SECO	gr.	20.44	23.26	21.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	45.79%	37.49%	33.98%
NUMERO DE GOLPES	N	16	26	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	C-4	C-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	25.835	26.43
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	22.85	23.1
AGUA	gr.	2.985	3.33
PESO DE LA CAPSULA	gr.	12.7	11.64
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.15	11.46
LIMITE PLASTICO	%	29.41%	29.08%

LIMITE LIQUIDO	39.50
LIMITE PLASTICO	29.24
INDICE DE PLASTICIDAD	10.26



Bach. Ing. Gabr. M. Velásquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA 01  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

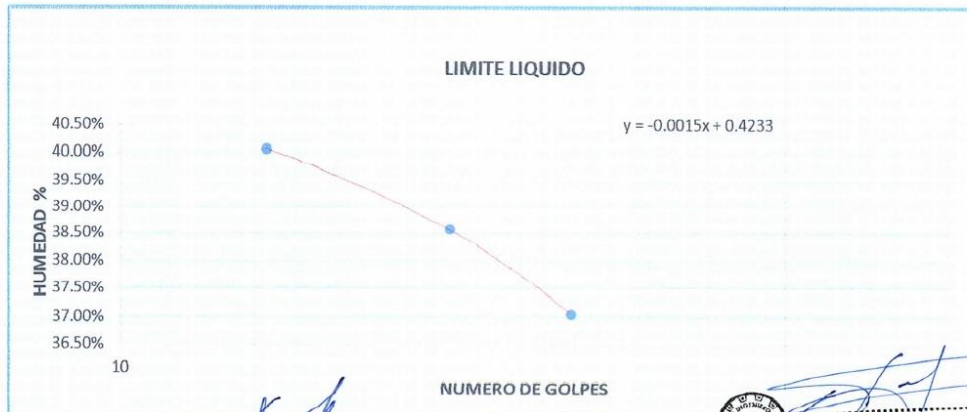
### LIMITE LIQUIDO


ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	D-1	D-2	D-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	44.59	43.78	39.62
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	38.04	37.33	34.56
AGUA	gr.	6.55	6.45	5.06
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.69	20.61	20.90
PESO DEL SUELO SECO	gr.	16.35	16.72	13.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	40.06%	38.58%	37.04%
NUMERO DE GOLPES	N	15	25	35

### LIMITE PLASTICO


ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D-6	D-7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.22	32.22
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.90	29.68
AGUA	gr.	2.32	2.54
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.99	21.09
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.91	8.59
LIMITE PLASTICO	%	29.33%	29.57%

LIMITE LIQUIDO	38.56
LIMITE PLASTICO	29.45
INDICE DE PLASTICIDAD	9.11



  
 Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



  
 Ing. Wilber Colque Manca  
 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

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

RUC.: 20605082310

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA 01  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

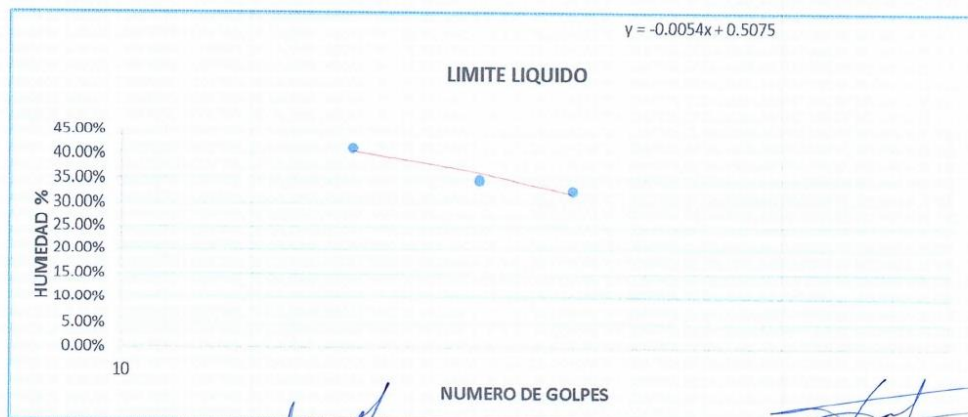
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	E-1	E-2	E-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	47.115	44.98	46.12
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.37	38.54	40.11
AGUA	gr.	7.745	6.44	6.01
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.59	20.03	21.69
PESO DEL SUELO SECO	gr.	18.78	18.51	18.42
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	41.24%	34.79%	32.63%
NUMERO DE GOLPES	N	19	27	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	E-5	E-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	32.36	33.03
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.54	30.17
AGUA	gr.	2.8	2.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.18	20.74
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9.36	9.43
LIMITE PLASTICO	%	30.13%	30.33%

LIMITE LIQUIDO	37.30
LIMITE PLASTICO	30.23
INDICE DE PLASTICIDAD	7.07



Bach. Inq. Gabri M. Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wlber 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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 01

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.55 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

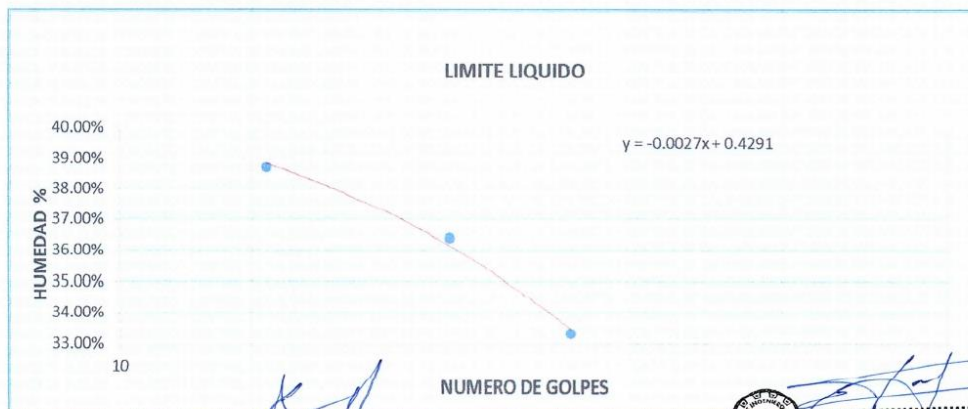
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	F-1	F-2	F-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41.85	46.93	44.1
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.16	37.74	36.15
AGUA	gr.	8.69	9.19	7.95
PESO DE LA CAPSULA	gr.	10.72	12.48	12.28
PESO DEL SUELO SECO	gr.	22.44	25.26	23.87
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	38.73%	36.38%	33.31%
NUMERO DE GOLPES	N	15	25	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	F-6	F-7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	17.57	17.78
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	15.49	15.66
AGUA	gr.	2.08	2.12
PESO DE LA CAPSULA	gr.	8.6	9.03
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.89	6.63
LIMITE PLASTICO	%	30.19%	31.98%

LIMITE LIQUIDO	36.14
LIMITE PLASTICO	31.08
INDICE DE PLASTICIDAD	5.06



Bach. Ing. Gabriel M. Aguirre Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuancá Varo  
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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA 01  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

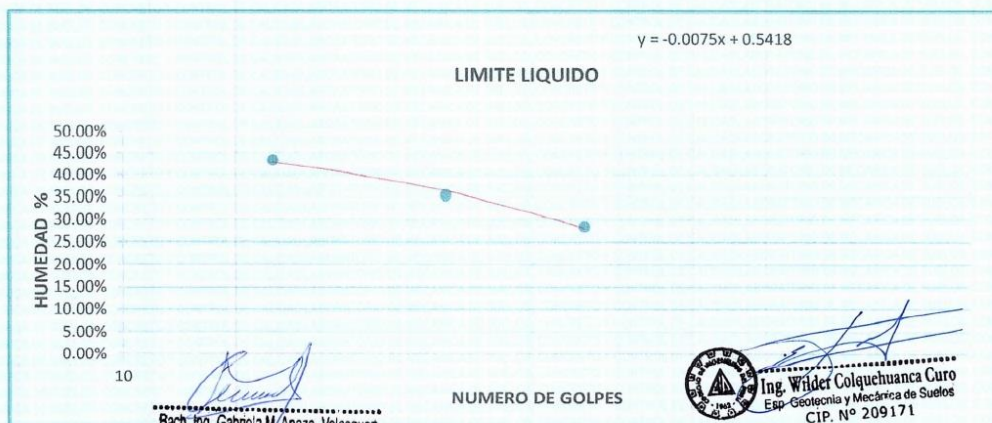
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	G-1	G-2	G-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	53.71	49.20	42.89
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	43.5	41.8	38
AGUA	gr.	10.21	7.4	4.89
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20	20.9	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	23.5	20.9	17.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	43.45%	35.41%	28.43%
NUMERO DE GOLPES	N	15	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	G-6	G-7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.8	31.52
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.3	28.8
AGUA	gr.	2.5	2.72
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	20.4
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.8	8.4
LIMITE PLASTICO	%	32.05%	32.38%

LIMITE LIQUIDO	35.51
LIMITE PLASTICO	32.22
INDICE DE PLASTICIDAD	3.30





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

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

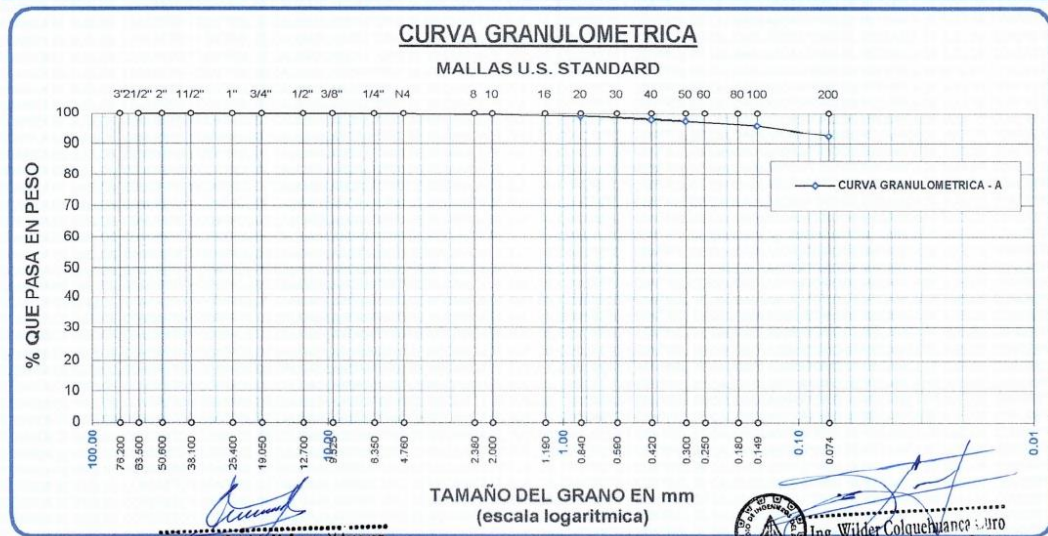
Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

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

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO REICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma  
UBICACION : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
CALICATA : CALICATA 02  
MUESTRA : SUELO NATURAL  
PROFUNDIDAD : 1.50 metros  
FECHA : miércoles, 7 de Setiembre 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.= 800.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 60.40
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 739.60
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 11.65
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 40.42 L.P.= 18.41 I.P.= 22.01
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= ---- Cu= ---- D30= ---- Cc= ---- D60= ----
No4	4.760	0.80	0.10	0.10	99.90		
No8	2.380						
No10	2.000	1.70	0.21	0.31	99.69		
No16	1.190						CLASIFICACION:  SUCS : CL AASHTO : A-6
No20	0.840	5.80	0.73	1.04	98.96		
No30	0.590						
No40	0.420	6.80	0.85	1.89	98.11		
No50	0.300	4.20	0.53	2.41	97.59		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	12.70	1.59	4.00	96.00		
No200	0.074	29.20	3.65	7.64	92.36		
BASE		739.60	92.45	100.00	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA			92.45				



Bach. M<sup>g</sup>: Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECN. DEL LABORATORIO GEOTECNICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana  
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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALIGATA** : CALIGATA 02

**MUESTRA** : SUELO NATURAL

**PROFUNDIDAD** : 1.50 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

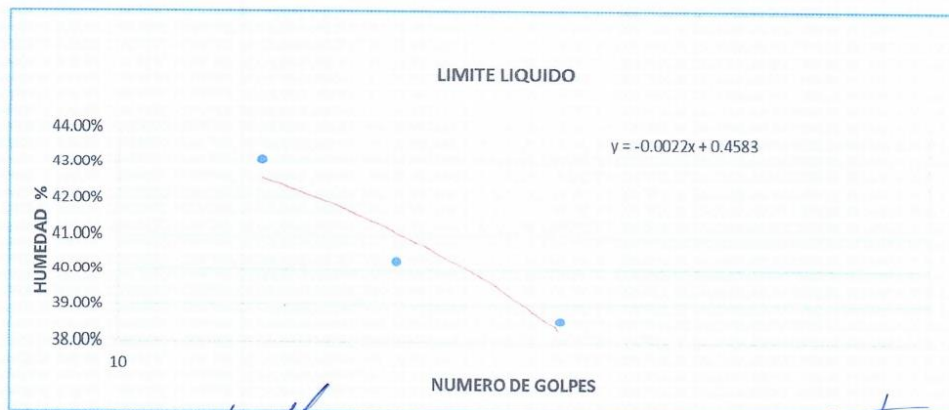
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	S	E	I
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	42.89	43.88	43.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	36.27	37.51	37.32
AGUA	gr.	6.62	6.37	5.98
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.91	21.69	21.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	15.36	15.82	15.52
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	43.10%	40.27%	38.53%
NUMERO DE GOLPES	N	15	22	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	3	7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.66	28.38
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.17	26.96
AGUA	gr.	1.49	1.42
PESO DE LA CAPSULA	gr.	19.06	19.26
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.11	7.7
LIMITE PLASTICO	%	18.37%	18.44%

LIMITE LIQUIDO	40.42
LIMITE PLASTICO	18.41
INDICE DE PLASTICIDAD	22.01



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuasi  
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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO REICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCONVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 02

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.50 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

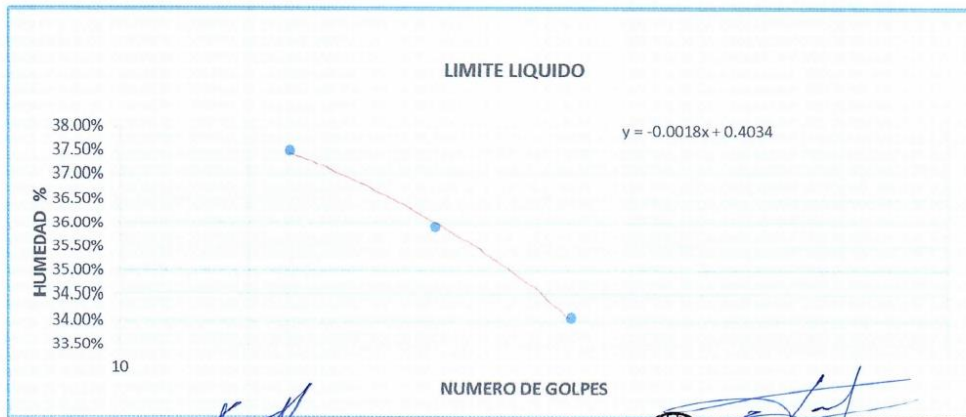
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	P-1	P-2	P-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.12	32.27	30.46
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.01	28.86	28.12
AGUA	gr.	4.11	3.406	2.34
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.05	19.38	21.25
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.96	9.48	6.87
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	37.50%	36.93%	34.06%
NUMERO DE GOLPES	N	16	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	P-6	P-7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	32.586	34.762
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.23	31.62
AGUA	gr.	2.356	3.142
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.21	20.95
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.02	10.67
LIMITE PLASTICO	%	29.38%	29.45%

LIMITE LIQUIDO	35.83
LIMITE PLASTICO	29.41
INDICE DE PLASTICIDAD	6.42



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquhuanca 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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA U2  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

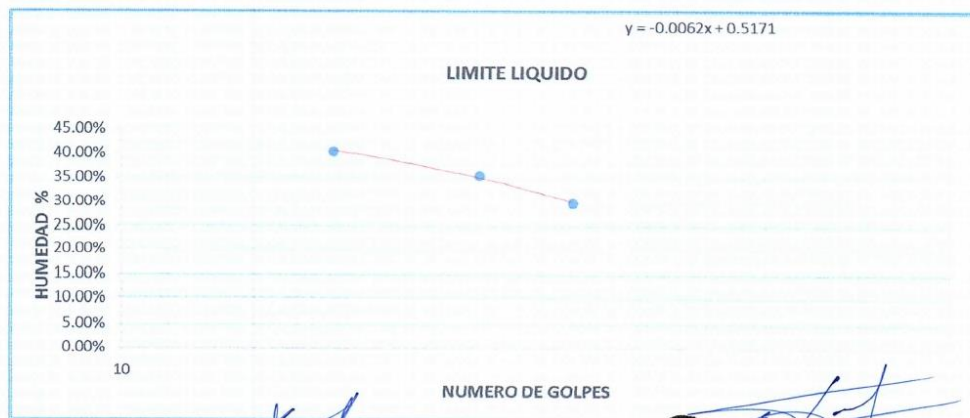
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	S-1	S-2	S-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41.28	38.90	37.20
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.81	34.60	33.21
AGUA	gr.	5.47	4.30	3.99
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.28	22.50	19.89
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.53	12.10	13.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	40.43%	35.54%	29.94%
NUMERO DE GOLPES	N	18	27	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	S-5	S-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29.87	29.889
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.87	27.98
AGUA	gr.	2.0	1.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.9	21.2
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.97	6.78
LIMITE PLASTICO	%	28.71%	28.18%

LIMITE LIQUIDO	36.33
LIMITE PLASTICO	28.45
INDICE DE PLASTICIDAD	7.88



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBIGACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 02

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.50 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

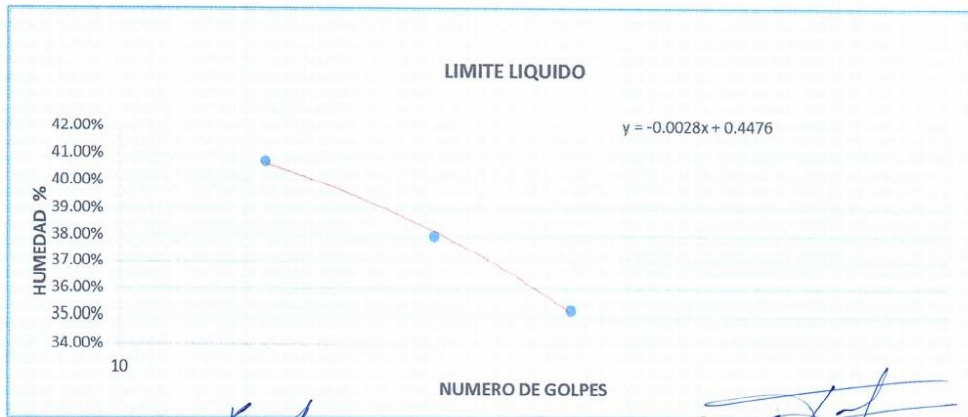
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	A-1	A-2	A-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.20	37.55	33.14
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.89	32.88	29.41
AGUA	gr.	5.31	4.67	3.73
PESO DE LA CAPSULA	gr.	19.85	20.58	18.81
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.04	12.3	10.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	40.72%	37.97%	35.19%
NUMERO DE GOLPES	N	15	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	A-6	A-7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.87	29.93
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.00	27.89
AGUA	gr.	1.87	2.04
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.26	20.59
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.74	7.30
LIMITE PLASTICO	%	27.74%	27.95%

LIMITE LIQUIDO	37.87
LIMITE PLASTICO	27.85
INDICE DE PLASTICIDAD	10.02



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuana C. ITO  
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

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

RUC.: 20605082310

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO REICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA 02  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

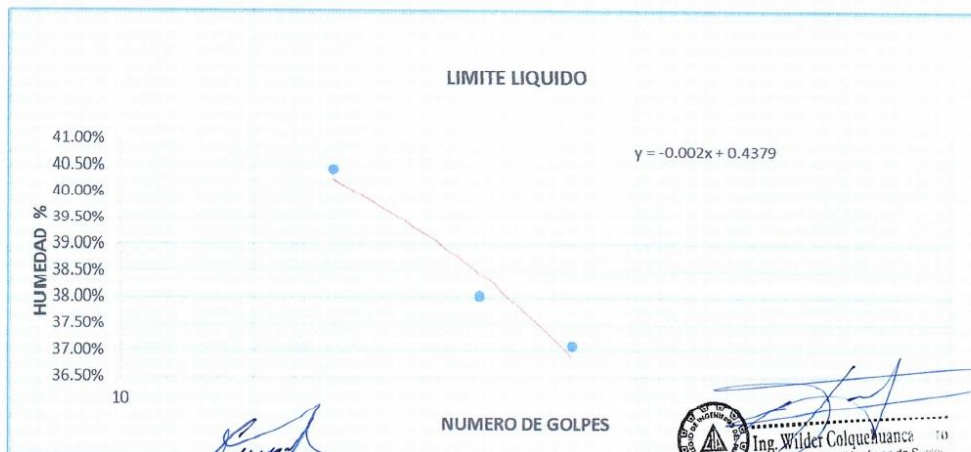
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	S-1	S-2	S-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.28	39.22	38.24
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	34.81	34.31	32.65
AGUA	gr.	5.47	4.91	5.39
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.28	21.4	18.32
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.53	12.91	14.53
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	40.43%	38.03%	37.10%
NUMERO DE GOLPES	N	18	27	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	S-5	S-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.27	30.92
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.03	28.74
AGUA	gr.	2.24	2.18
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.95	20.76
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.08	7.98
LIMITE PLASTICO	%	27.72%	27.37%

LIMITE LIQUIDO	38.85
LIMITE PLASTICO	27.55
INDICE DE PLASTICIDAD	11.30



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuanca  
 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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA 02  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

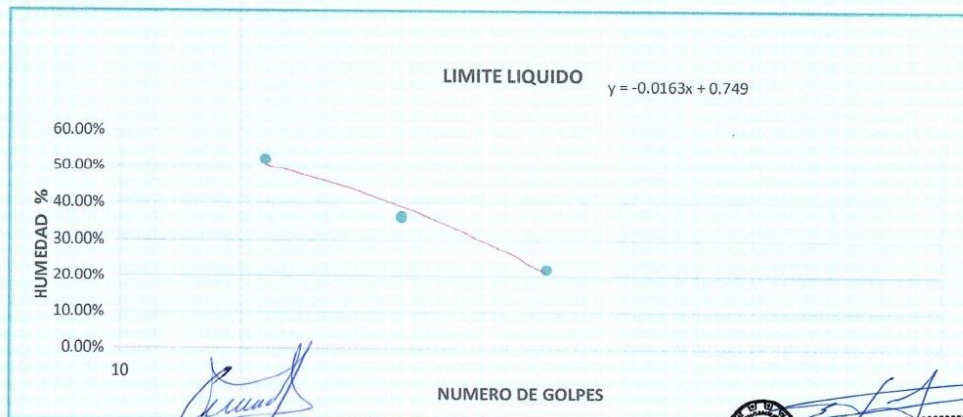
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	Q-1	Q-2	Q-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	57.72	48.98	52.34
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	45.12	41.75	46.6
AGUA	gr.	12.6	7.23	5.74
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.91	21.79	20.53
PESO DEL SUELO SECO	gr.	24.21	19.96	26.07
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	52.04%	36.22%	22.02%
NUMERO DE GOLPES	N	15	22	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	Q-6	Q-7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	37.49	37.14
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.9	33.4
AGUA	gr.	3.59	3.74
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.8	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.1	12.5
LIMITE PLASTICO	%	29.67%	29.92%

LIMITE LIQUIDO	34.04
LIMITE PLASTICO	29.79
INDICE DE PLASTICIDAD	4.24



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

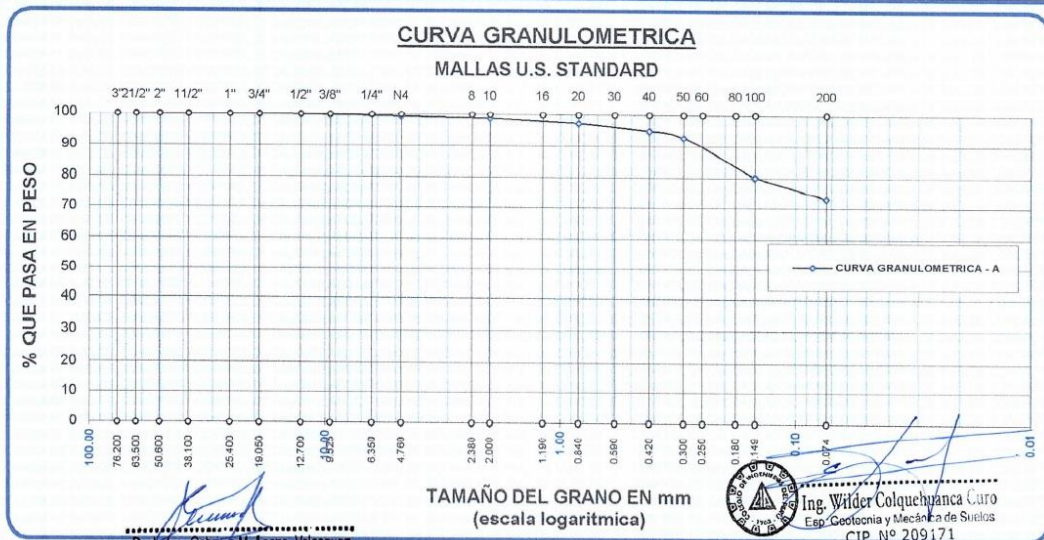
RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**CALICATA** : CALICATA 03  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL  
**PROFUNDIDAD** : 1.60 metros  
**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre 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.= 2832.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 368.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 19.65
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b> L.L.= 48.69 L.P.= 22.62 I.P.= 26.07
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	3.80	0.12	0.12	99.88		
3/8"	9.525	5.26	0.16	0.28	99.72		
1/4"	6.350						<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b> D10= ---- Cu= ---- D30= ---- Cc= ---- D60= ----
No4	4.760	10.61	0.33	0.61	99.39		
No8	2.380						
No10	2.000	2.89	0.58	1.19	98.81		
No16	1.190						<b>CLASIFICACION:</b>  SUCS : CL AASHTO : A-6
No20	0.840	7.55	1.51	2.69	97.31		
No30	0.590						
No40	0.420	11.69	2.34	5.01	94.99		
No 50	0.300	10.08	2.02	7.02	92.98		<b>OBSERVACIONES:</b>
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	64.45	12.89	19.83	80.17		
No200	0.074	35.34	7.07	26.85	73.15		
<b>BASE</b>		<b>368.00</b>	<b>73.60</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>3200.00</b>	<b>100.00</b>				
<b>% PERDIDA</b>		<b>11.50</b>					



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



# 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)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 03

**MUESTRA** : SUELO NATURAL

**PROFUNDIDAD** : 1.60 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

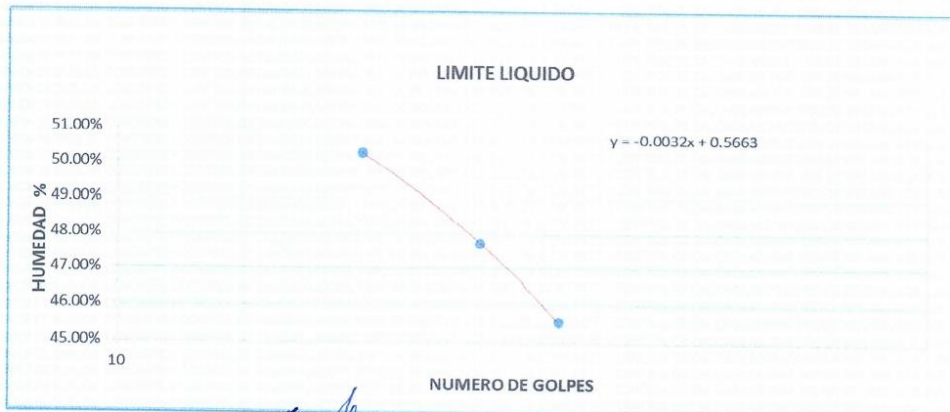
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	R-1	R-2	R-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	47.45	47.98	48.84
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	38.6	39.2	40.1
AGUA	gr.	8.85	8.78	8.74
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21	20.8	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	17.6	18.4	19.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	50.28%	47.72%	45.52%
NUMERO DE GOLPES	N	20	28	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	R-4	R-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29.3	28.31
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.6	26.8
AGUA	gr.	1.7	1.509
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20	20.2
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.6	6.6
LIMITE PLASTICO	%	22.37%	22.86%

LIMITE LIQUIDO	48.69
LIMITE PLASTICO	22.62
INDICE DE PLASTICIDAD	26.07



Bach. Ing. Gabriel Velasquez  
TECNICO DE LA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuancá  
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)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andros Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 03

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.60 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

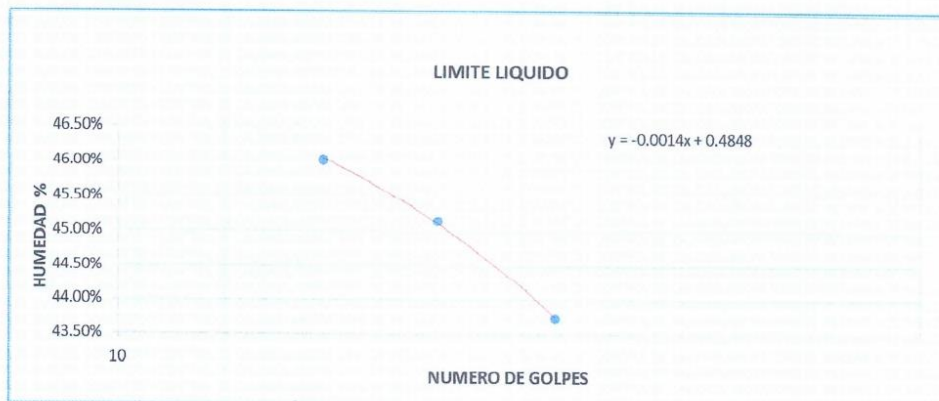
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	T-1	T-2	T-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	49.705	46.87	44.76
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	40.5	38.7	37.5
AGUA	gr.	9.205	8.17	7.26
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	20.6	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	20	18.1	16.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	46.03%	45.14%	43.73%
NUMERO DE GOLPES	N	18	25	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	T-4	T-1
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.37	35.29
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	34.2	31.9
AGUA	gr.	4.17	3.39
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.1	20.6
PESO DEL SUELO SECO	gr.	14.1	11.3
LIMITE PLASTICO	%	29.57%	30.00%

LIMITE LIQUIDO	45.10
LIMITE PLASTICO	29.8
INDICE DE PLASTICIDAD	15.3



Bach. Ing. Cabrini M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuancá 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)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 03

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.60 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

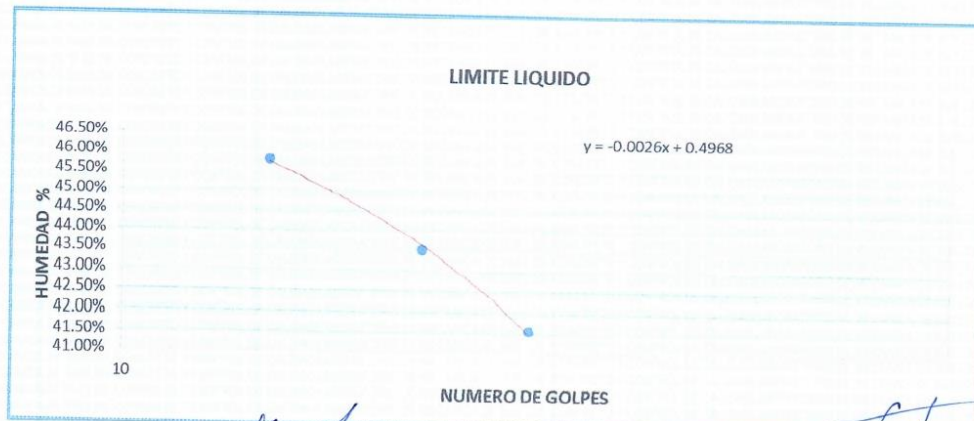
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	Q-1	Q-2	Q-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	46.85	50.45	47.74
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	38.7	41.4	39.8
AGUA	gr.	8.15	9.05	7.94
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.9	20.6	20.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	17.8	20.8	19.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	45.79%	43.51%	41.57%
NUMERO DE GOLPES	N	15	23	31

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	Q-5	Q-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.25	30.7505
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.9	28.5
AGUA	gr.	2.35	2.2505
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	21.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.8	7.2
LIMITE PLASTICO	%	30.13%	31.26%

LIMITE LIQUIDO	43.10
LIMITE PLASTICO	30.7
INDICE DE PLASTICIDAD	12.4



Bach. Ing. Gabriel M. Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuanca 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

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

RUC.: 20605082310

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 03

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.60 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

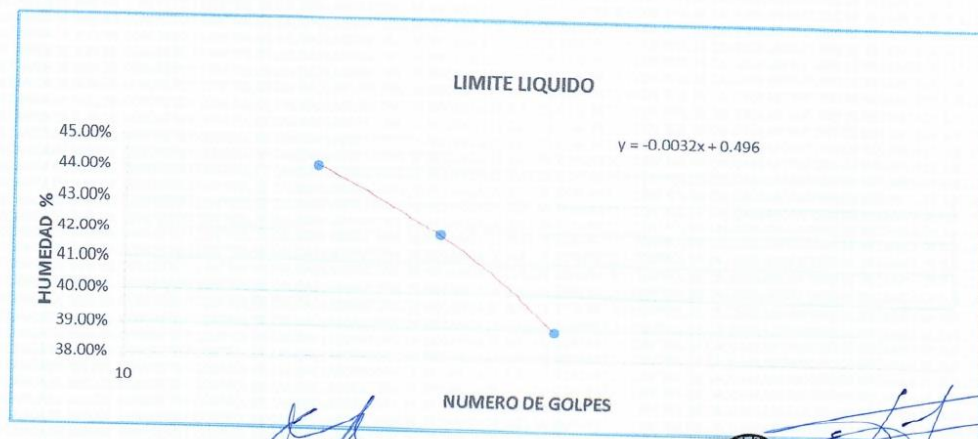
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	W-1	W-2	W-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.4	41.87	43.73
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.80	35.50	37.30
AGUA	gr.	5.6	6.37	6.425
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	20.3	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.7	15.2	16.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	44.09%	41.91%	38.94%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	W-5	W-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.303	28.69
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	24.8	27
AGUA	gr.	1.503	1.69
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20	21.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.8	5.3
LIMITE PLASTICO	%	31.31%	31.89%

LIMITE LIQUIDO	41.54
LIMITE PLASTICO	31.6
INDICE DE PLASTICIDAD	9.94



Bach. Ing. Gabr. M. Páza Velásquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 03

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.60 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

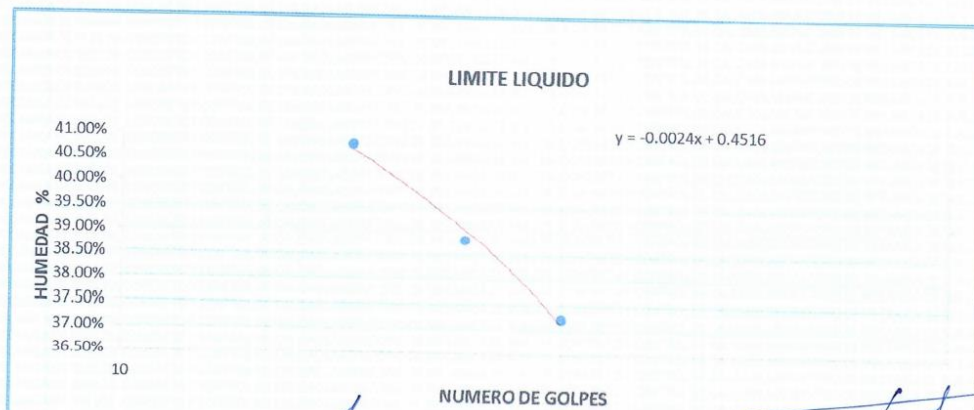
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	D-1	D-2	D-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.76	37.14	36.52
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.34	32.6	32.2
AGUA	gr.	4.422	4.54	4.32
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	20.9	20.6
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.84	11.7	11.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	40.79%	38.80%	37.24%
NUMERO DE GOLPES	N	19	26	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D-5	D-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.769	28.81
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.8	26.7
AGUA	gr.	1.969	2.11
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.6	20.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.2	6.4
LIMITE PLASTICO	%	31.76%	32.97%

LIMITE LIQUIDO	39.26
LIMITE PLASTICO	32.36
INDICE DE PLASTICIDAD	6.90



Bach. Ing. Gabr. M. Abad Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuancá 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 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**CALICATA** : CALICATA 03

**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR

**PROFUNDIDAD** : 1.60 metros

**FECHA** : miércoles, 7 de Setiembre de 2022

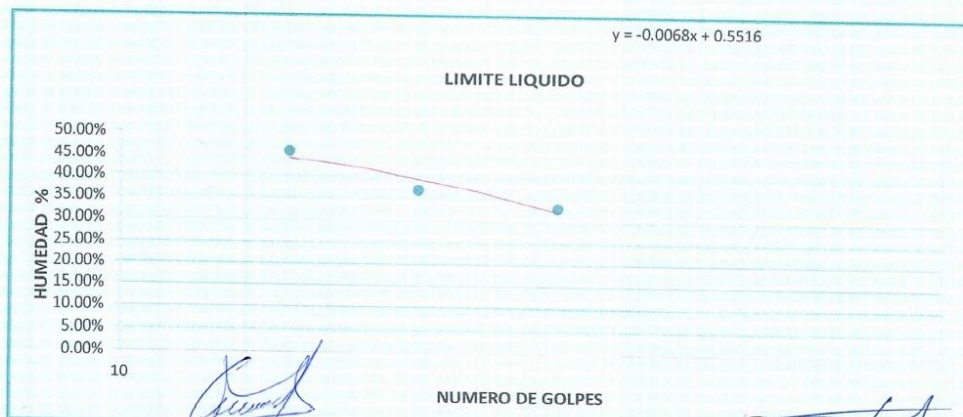
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	D-1	D-2	D-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	49.04	49.02	51.4
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	40.1	41.7	43.8
AGUA	gr.	8.94	7.32	7.6
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.6	21.9	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	19.5	19.8	23
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	45.85%	36.97%	33.04%
NUMERO DE GOLPES	N	16	23	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D-5	D-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.85	35.45
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.08	31.73
AGUA	gr.	3.77	3.72
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.27	20.91
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.81	10.82
LIMITE PLASTICO	%	34.88%	34.38%

LIMITE LIQUIDO	38.17
LIMITE PLASTICO	34.63
INDICE DE PLASTICIDAD	3.54



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
Ego. 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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL

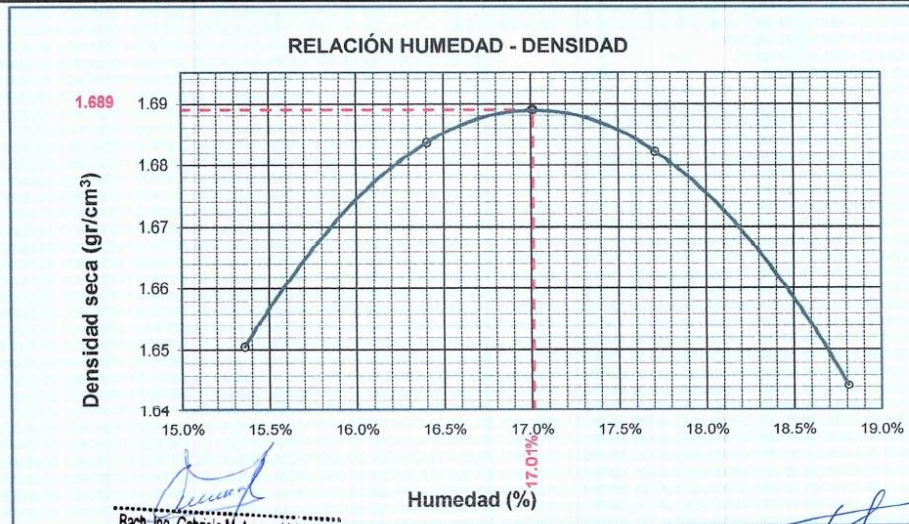
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No de CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10418	10536	10579	10523
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4025	4143	4186	4130
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.904	1.960	1.980	1.954

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	108.65	112.85	109.63	111.24	111.40	112.72	126.77	132.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	97.29	100.74	97.23	98.37	98.21	99.14	110.82	115.78
Peso del Agua	gr.	11.36	12.11	12.40	12.87	13.19	13.58	15.95	17.12
Peso de la Capsula	gr.	22.12	23.14	20.47	21.09	22.65	23.54	24.88	25.97
Peso del Suelo Seco	gr.	75.2	77.6	76.8	77.3	75.6	75.6	85.9	89.8
% de Humedad	%	15.11%	15.61%	16.15%	16.65%	17.46%	17.96%	18.56%	19.06%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	15.36%		16.40%		17.71%		18.81%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.650		1.684		1.682		1.644	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.689 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	17.01%



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO  
: 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

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

	gr.	12245	11795	12173	11794	12264	12004
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8011	8011	7964	7964	7970	7970
Peso del Molde	gr.	4234	3784	4209	3830	4294	4034
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2128.51	2128.51	2125.02	2125.02	2121.25	2121.25
Volumen del Suelo	gr/cm3.	1.989	1.778	1.981	1.802	2.024	1.902
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	15	16	17	20	21	22	2	1	3
Suelo Humedo + Capsula	gr.	113.67	108.29	114.43	114.41	107.05	112.39	99.32	103.69	111.97
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	95.49	91.21	100.58	97.74	91.06	98.97	86.63	89.75	98.63
Peso del Agua	gr.	18.18	17.08	13.85	16.67	15.99	13.42	12.69	13.94	13.34
Peso de la Capsula	gr.	20.83	20.70	19.41	19.45	19.63	20.04	19.98	20.25	20.32
Peso del Suelo Seco	gr.	74.66	70.51	81.17	78.29	71.43	78.93	66.65	69.50	78.31
% de Humedad	%	24.35%	24.22%	17.06%	21.29%	22.38%	17.00%	19.04%	20.06%	17.03%
Promedio de Humedad	%	24.29%		17.06%	21.84%		17.00%	19.55%		17.03%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.600		1.519	1.626		1.540	1.693		1.625

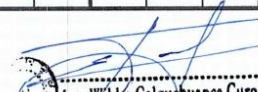
### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.						231.7	0		0	
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00					232.5	0.02		0.02	
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00					233.7	0.05		0.04	
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00					234.8	0.08		0.07	
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00					235.9	0.11		0.09	

### 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		
0.63	00:30			8.7	0.4		11.7	0.6			18.4	0.9		
1.27	01:00			24.9	1.3		26.7	1.3			32.8	1.7		
1.91	01:30			36.4	1.8		39.9	2.0			50.2	2.5		
2.54	02:00	70.31		46.8	2.4		52.7	2.7			67.2	3.4		
3.81	03:00			64.2	3.2		74.2	3.8			89.4	4.5		
5.09	04:00	105.00		79.3	4.0		93.6	4.7			104.7	5.3		
6.36	05:00			89.7	4.5		108.7	5.5			118.7	6.0		
7.62	06:00			99.7	5.0		122.1	6.2			130.7	6.6		
8.84	07:00			109.7	5.5		134.8	6.8			142.2	7.2		
10.16	08:00			116.7	5.9		141.7	7.2			149.3	7.5		

  
Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DEL LABORATORIO GEOTECNICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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



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

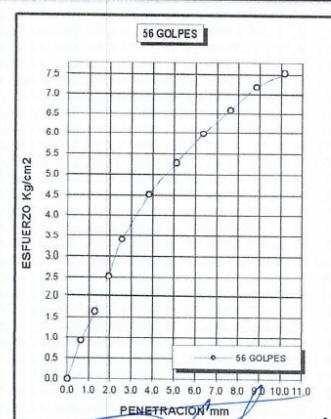
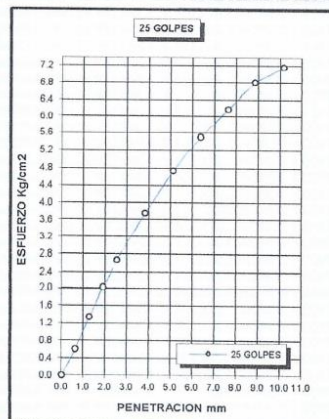
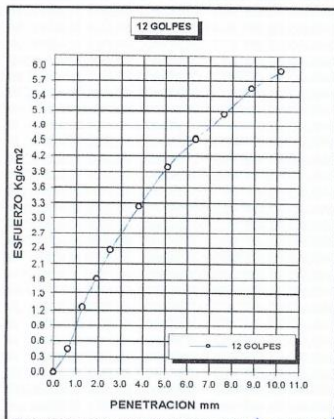
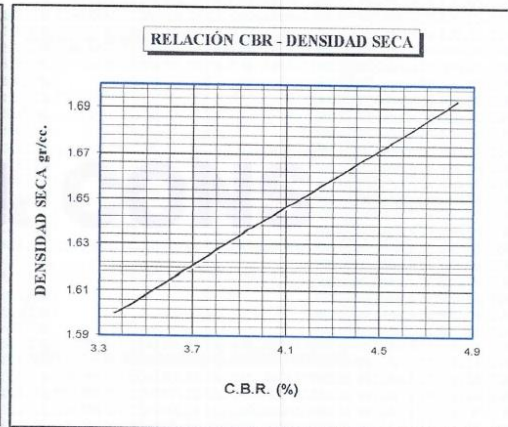
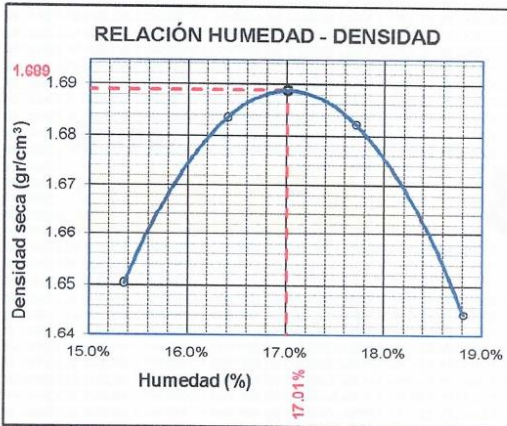
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b> "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b> 1.69 <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 17.0% <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 4.77 <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 3.44
<b>MUESTRA</b> : C-1 SUELO NATURAL	<b>CLASIFICACIÓN</b> : CL <b>AASHTO</b> : A-6
<b>UBICACIÓN</b> : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b> : 19L381311.98282842.3	
<b>FECHA</b> : miércoles, 21 de Setiembre de 2022	



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

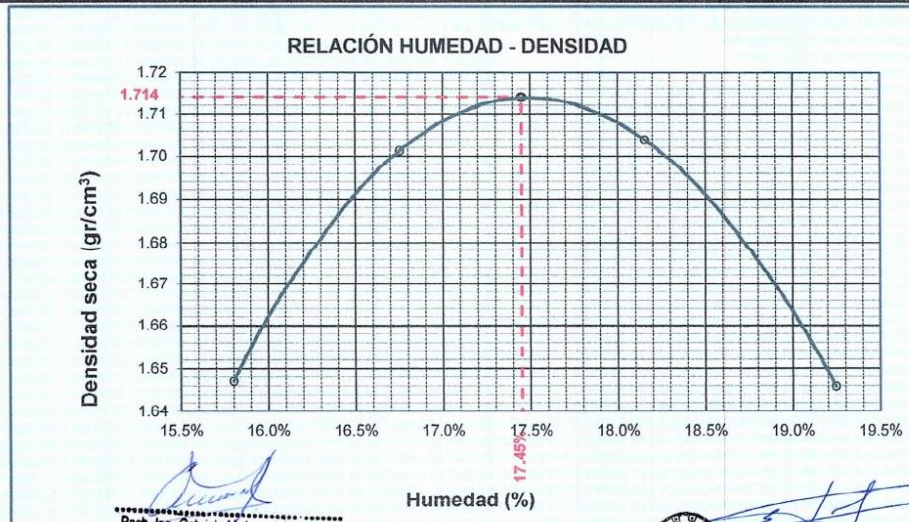
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR  
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10425	10592	10649	10542
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4032	4199	4256	4149
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.907	1.986	2.013	1.963

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	116.14	109.75	130.89	111.04	115.25	113.23	127.33	115.59
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	103.39	97.78	115.54	98.48	101.39	99.65	110.87	100.99
Peso del Agua	gr.	12.75	11.97	15.35	12.56	13.86	13.58	16.46	14.60
Peso de la Capsula	gr.	21.38	23.22	22.62	24.54	23.97	25.86	24.22	26.10
Peso del Suelo Seco	gr.	82.0	74.6	92.9	73.9	77.4	73.8	86.7	74.9
% de Humedad	%	15.55%	16.05%	16.52%	16.99%	17.90%	18.40%	19.00%	19.50%
Promedio de Humedad	%	15.80%		16.75%		18.15%		19.25%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.647		1.701		1.704		1.646	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.714 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	17.45%



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esq. 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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	III		II		I	
		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso del Molde	8226	8226	8226	8111	8111	8144	8144
Peso del Suelo Humedo	4265	3855	4278	3916	4328	4088	4088
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2115.67	2115.67	2119.43	2119.43	2113.86	2113.86
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.016	1.822	2.018	1.848	2.047	1.934

Capsula No	No	III			II			I		
		15	16	17	20	21	22	2	1	3
Suelo Humedo + Capsula	gr.	112.91	110.89	112.45	111.41	108.85	110.47	101.45	105.69	113.87
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	94.89	93.45	98.63	95.29	93.14	96.99	87.95	91.77	99.82
Peso del Agua	gr.	18.02	17.44	13.82	16.12	15.71	13.48	13.50	13.92	14.05
Peso de la Capsula	gr.	20.73	20.70	19.41	19.45	19.63	19.74	19.95	19.25	19.45
Peso del Suelo Seco	gr.	74.16	72.75	79.22	75.84	73.51	77.25	68.00	72.52	80.37
% de Humedad	%	24.30%	23.97%	17.45%	21.26%	21.37%	17.45%	19.85%	19.19%	17.48%
Promedio de Humedad	%	24.14%	17.45%		21.31%	17.45%		19.52%	17.48%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.624	1.551		1.664	1.573		1.743	1.646	

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								489.2	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							489.8	0.02	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							490.8	0.04	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							491.5	0.08	0.05
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							492.6	0.09	0.07

### 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			14.9	0.8		18.4	0.9		23.6	1.2	
1.27	01:00			38.7	2.0		41.9	2.1		56.8	2.9	
1.91	01:30			57.8	2.9		65.8	3.3		79.4	4.0	
2.54	02:00	70.31		72.5	3.7		86.4	4.4		103.2	5.2	
3.81	03:00			104.2	5.3		119.7	6.1		138.4	7.0	
5.09	04:00	105.00		128.7	6.5		142.3	7.2		164.2	8.3	
6.35	05:00			144.6	7.3		157.8	8.0		186.4	9.4	
7.62	06:00			152.9	7.7		169.7	8.6		198.9	10.1	
8.84	07:00			160.7	8.1		179.5	9.1		206.8	10.5	
10.16	08:00			163.7	8.3		183.4	9.3		215.2	10.9	

Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

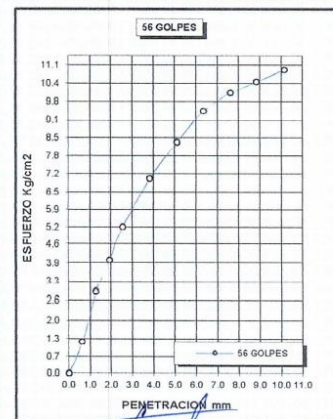
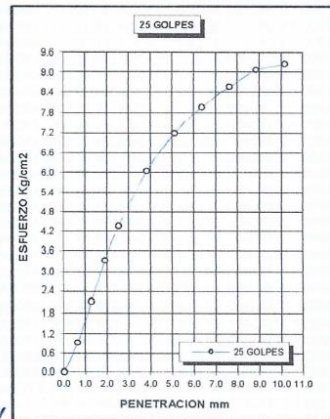
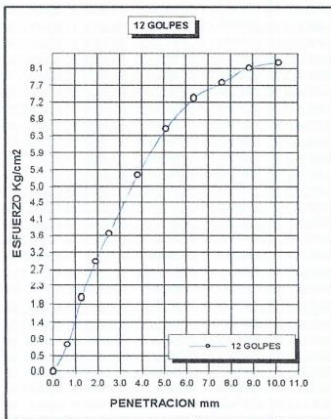
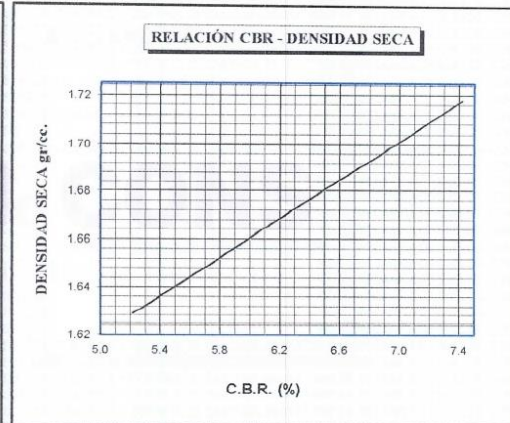
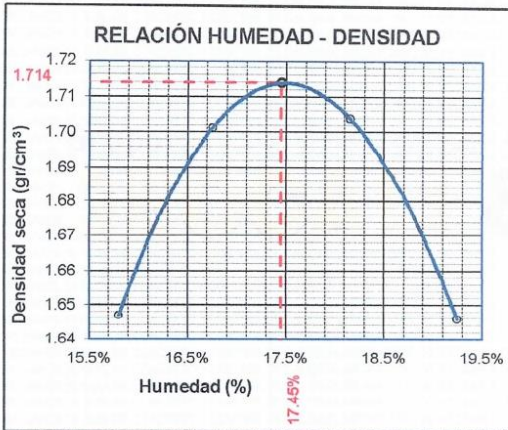
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

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

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b>
<b>MUESTRA</b>	: C-1 SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACIÓN</b>	: Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 381311.9 8282842.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO 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

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

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

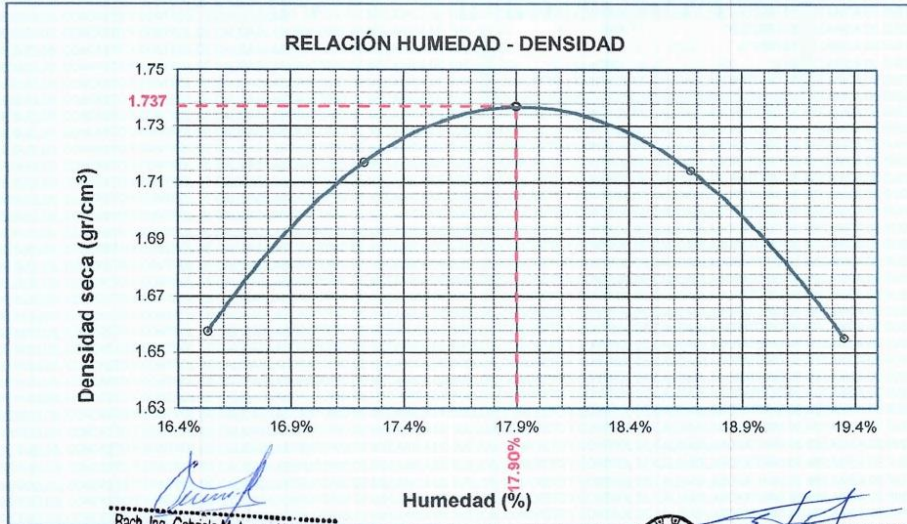
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR  
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10476	10648	10693	10569
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4083	4255	4300	4176
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.931	2.013	2.034	1.975

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	111.65	114.79	109.12	114.86	107.24	112.42	114.87	155.42
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.55	101.46	96.35	100.92	94.12	98.45	100.54	134.28
Peso del Agua	gr.	12.10	13.33	12.77	13.94	13.12	13.97	14.33	21.14
Peso de la Capsula	gr.	24.73	22.53	21.41	20.86	23.18	24.35	25.23	26.83
Peso del Suelo Seco	gr.	74.8	78.9	74.9	80.1	70.9	74.1	75.3	107.5
% de Humedad	%	16.17%	16.89%	17.04%	17.41%	18.49%	18.85%	19.03%	19.67%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.53%		17.23%		18.67%		19.35%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.657		1.717		1.714		1.655	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.737 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	17.90%



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

## BELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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	

	gr.	12672	12264	12617	12360	12509	12278
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8343	8343	8306	8306	8113	8113
Peso del Molde	gr.	4329	3921	4311	4054	4396	4165
Peso del Suelo Humedo	cm3	2121.25	2121.25	2121.25	2121.25	2113.86	2121.25
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.041	1.848	2.032	1.911	2.080	1.963

Capsula No	No	15			16			17			20			21			22			2			1			3		
		gr.	gr.	gr.	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	gr.	113.81	111.25	114.85				111.41	109.95	114.88									105.85	103.79	108.38							
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	96.19	93.41	100.51				95.74	93.77	100.58									91.95	90.28	94.87							
Peso del Agua	gr.	17.62	17.84	14.34				15.67	16.18	14.30									13.90	13.51	13.51							
Peso de la Capsula	gr.	19.98	20.45	20.41				19.45	19.92	20.74									20.95	19.50	19.53							
Peso del Suelo Seco	gr.	76.21	72.96	80.10				76.29	73.85	79.84									71.00	70.78	75.34							
% de Humedad	%	23.12%	24.45%	17.90%				20.54%	21.91%	17.91%									19.58%	19.09%	17.93%							
Promedio de Humedad	%	23.79%			17.90%			21.22%			17.91%			19.33%			17.93%											
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.649			1.568			1.676			1.621			1.743			1.665											

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								358.8	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							359.7	0.02	0.02
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							360.8	0.05	0.04
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							361.4	0.07	0.06
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							361.8	0.08	0.07

### 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
0.63	00:30			21.8	1.1			23.1	1.2					27.4	1.4
1.27	01:00			49.3	2.5			46.9	2.4					59.7	3.0
1.91	01:30			72.4	3.7			71.4	3.6					86.7	4.4
2.54	02:00	70.31		89.7	4.5			97.4	4.9					117.3	5.9
3.81	03:00			123.9	6.3			138.9	7.0					162.4	8.2
5.09	04:00	105.00		148.2	7.5			169.3	8.6					198.4	10.0
6.35	05:00			168.4	8.5			193.4	9.8					223.4	11.3
7.62	06:00			186.9	9.4			219.5	11.1					246.7	12.5
8.84	07:00			199.7	10.1			236.7	12.0					264.1	13.3
10.16	08:00			209.4	10.6			246.9	12.5					273.4	13.8

Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

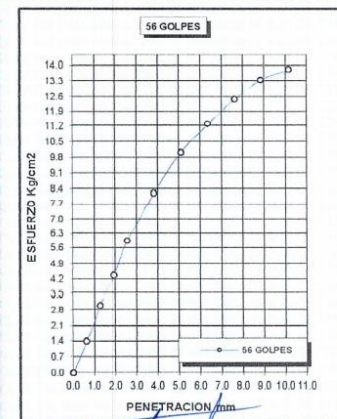
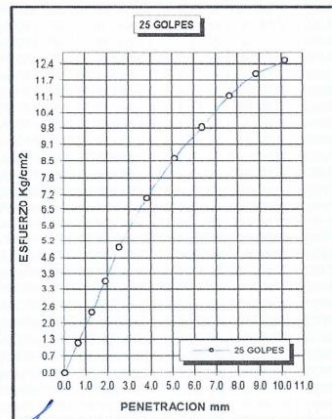
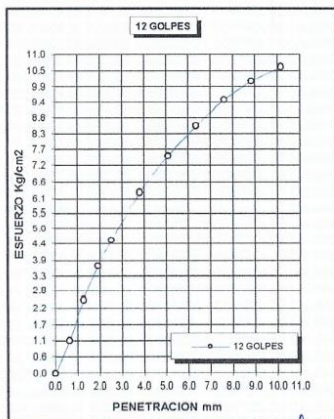
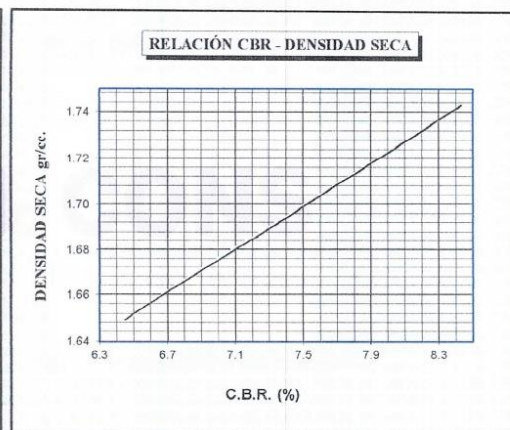
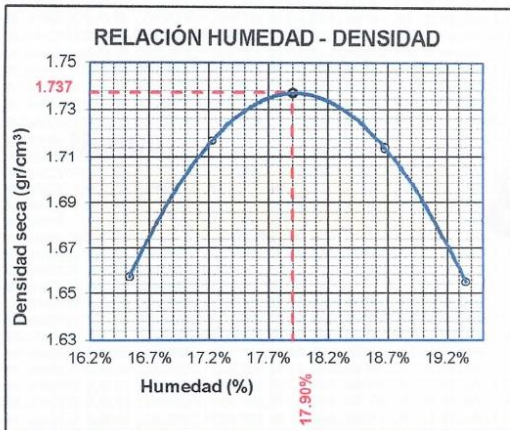
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b> 1.74
<b>MUESTRA</b>	C-1 SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 17.9%
<b>UBICACIÓN</b>	Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 8.31
<b>COORDENADA</b>	19L 381311.9 8282842.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 6.47
<b>FECHA</b>	miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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 PROCTOR MODIFICADO

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

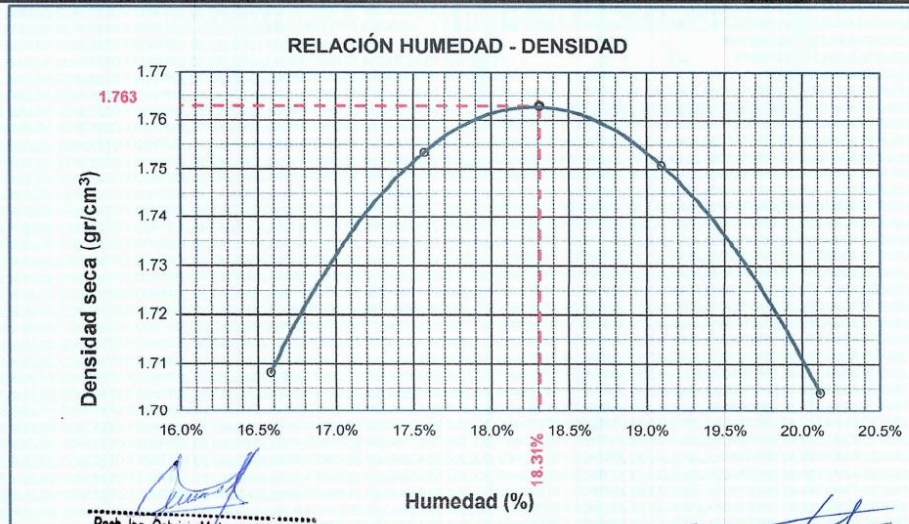
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR  
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10603	10751	10801	10720
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4210	4358	4408	4327
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.991	2.062	2.085	2.047

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	86.22	100.99	112.33	114.39	89.96	91.48	101.87	113.75
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	77.00	89.45	99.14	100.02	78.95	79.84	88.64	98.41
Peso del Agua	gr.	9.22	11.54	13.19	14.37	11.01	11.64	13.23	15.34
Peso de la Capsula	gr.	20.01	21.50	22.21	20.15	20.19	20.00	22.05	23.07
Peso del Suelo Seco	gr.	57.0	68.0	76.0	79.9	58.8	59.8	66.6	75.3
% de Humedad	%	16.18%	16.98%	17.15%	17.99%	18.74%	19.45%	19.87%	20.36%
Promedio de Humedad	%	16.58%		17.57%		19.09%		20.11%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.708		1.753		1.751		1.704	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.763	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	18.31%	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12767	12369	12747	12499	12597	12373
Peso del Molde	gr.	8343	8343	8306	8306	8113	8113
Peso del Suelo Humedo	gr.	4424	4026	4441	4193	4484	4260
Volumen del Suelo	cm3.	2121.25	2121.25	2121.25	2121.25	2113.86	2113.86
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.086	1.898	2.094	1.977	2.121	2.015

Capsula No	No	S	16	A	V	21	R	O	1	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	114.91	112.75	101.71	99.47	110.95	106.51	105.85	109.79	103.75
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	96.39	94.37	89.03	84.59	94.38	93.05	91.32	94.71	90.67
Peso del Agua	gr.	18.52	18.38	12.68	14.88	16.57	13.46	14.53	15.08	13.08
Peso de la Capsula	gr.	20.75	20.63	19.78	19.35	19.63	19.54	20.74	19.61	19.31
Peso del Suelo Seco	gr.	75.64	73.74	69.25	65.24	74.75	73.51	70.58	75.10	71.36
% de Humedad	%	24.48%	24.93%	18.31%	22.81%	22.17%	18.31%	20.59%	20.08%	18.33%
Promedio de Humedad	%	24.70%	18.31%	22.49%	18.31%	20.33%	18.33%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.672	1.604	1.709	1.671	1.763	1.703			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								156.3	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							156.8	0.01	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							156.9	0.02	0.01
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							157.9	0.04	0.03
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							159.2	0.07	0.06

### 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
0.00	0:00			0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30			28.7	1.5		31.2	1.6		38.9	2.0	
1.27	01:00			65.7	3.3		71.3	3.6		86.7	4.4	
1.91	01:30			96.7	4.9		109.4	5.5		119.6	6.0	
2.54	02:00	70.31		126.8	6.4		139.1	7.0		157.3	8.0	
3.81	03:00			171.9	8.7		196.2	9.9		216.3	10.9	
5.09	04:00	105.00		204.8	10.4		236.8	12.0		258.7	13.1	
6.35	05:00			229.4	11.6		269.7	13.6		299.1	15.1	
7.62	06:00			251.6	12.7		289.6	14.6		337.4	17.1	
8.84	07:00			267.2	13.5		309.3	15.6		365.4	18.5	
10.16	08:00			276.4	14.0		319.7	16.2		378.4	19.1	

Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS + CONTROL DE CALIDAD



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

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

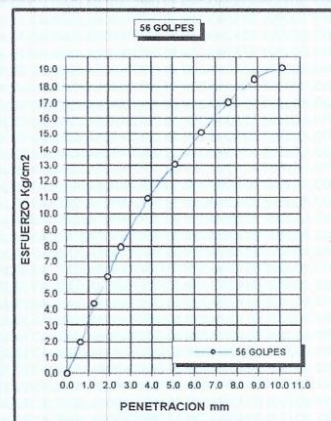
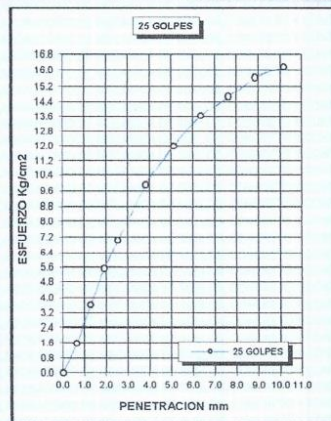
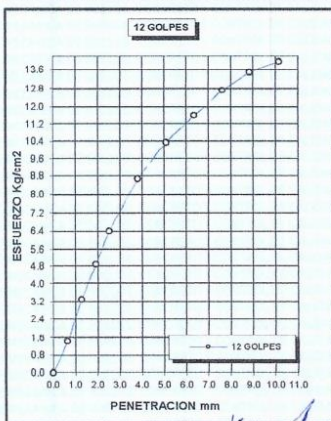
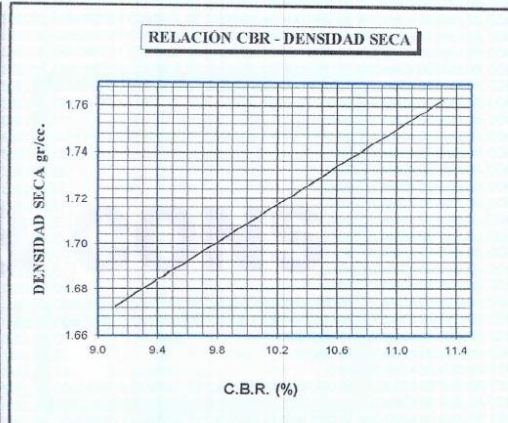
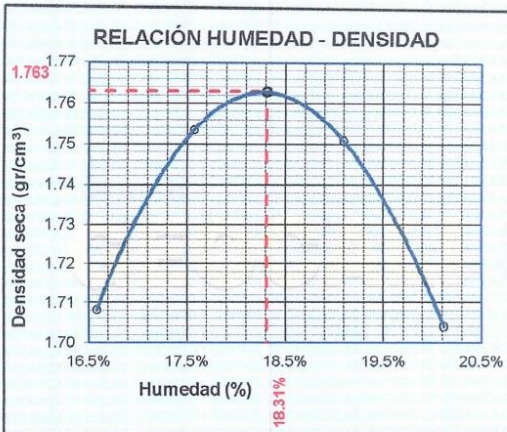
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

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

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b>
<b>MUESTRA</b>	: C-1 SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACIÓN</b>	: Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 381311.9 8282842.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. Gabrín M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECHIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

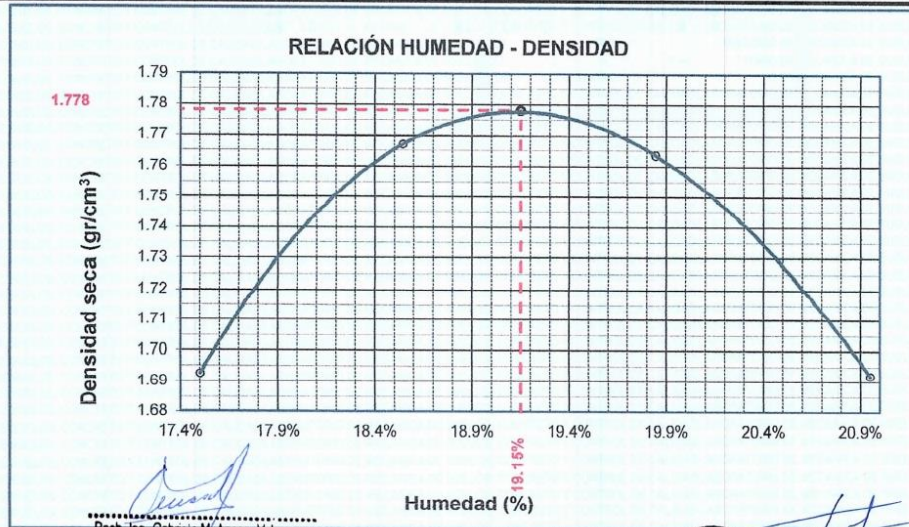
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR  
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10597	10821	10861	10719
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4204	4428	4468	4326
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.989	2.095	2.114	2.046

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	113.09	109.06	111.34	136.59	112.22	113.40	116.95	146.79
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	100.13	96.56	97.34	118.44	97.77	98.64	100.85	125.12
Peso del Agua	gr.	12.96	12.50	14.00	18.15	14.45	14.76	16.10	21.67
Peso de la Capsula	gr.	25.02	26.12	20.81	21.87	24.03	25.19	23.09	22.88
Peso del Suelo Seco	gr.	75.1	70.4	76.5	96.6	73.7	73.5	77.8	102.2
% de Humedad	%	17.25%	17.75%	18.29%	18.79%	19.60%	20.10%	20.70%	21.20%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	17.50%		18.54%		19.85%		20.95%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.692		1.767		1.764		1.692	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.778	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	19.15%	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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.	12639	12371	12637	12413	12804	12604
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8144	8144	8111	8111	8226	8226
Peso del Molde	gr.	4495	4227	4526	4302	4578	4378
Peso del Suelo Humedo	cm3	2113.86	2113.86	2119.43	2119.43	2115.67	2115.67
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.126	2.000	2.135	2.030	2.164	2.069
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	O	D	S	T	Y	L	N	M	Q
Suelo Humedo + Capsula	gr.	110.71	113.90	109.77	109.31	111.95	114.88	112.85	105.79	105.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	92.23	94.21	95.18	92.19	94.17	99.58	96.75	90.58	91.67
Peso del Agua	gr.	18.48	19.69	14.59	17.12	17.78	15.30	16.10	15.21	13.58
Peso de la Capsula	gr.	20.98	19.33	19.00	19.45	19.82	19.64	20.95	19.65	20.82
Peso del Suelo Seco	gr.	71.25	74.88	76.18	72.74	74.35	79.94	75.80	70.93	70.85
% de Humedad	%	25.94%	26.30%	19.15%	23.54%	23.91%	19.14%	21.24%	21.44%	19.17%
Promedio de Humedad	%	26.12%	19.15%	23.72%	19.14%	21.34%	19.17%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.686	1.678	1.726	1.704	1.783	1.736			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								456.2	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							456.8	0.02	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							457.0	0.02	0.02
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							457.6	0.04	0.03
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							458.2	0.05	0.04

### 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		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		32.7	1.7		34.2	1.7		39.1	2.0		39.1	2.0	
1.27	01:00		72.4	3.7		79.6	4.0		89.4	4.5		89.4	4.5	
1.91	01:30		110.7	5.6		121.9	6.2		135.9	6.9		135.9	6.9	
2.54	02:00	70.31	149.5	7.6		160.3	8.1		174.9	8.8		174.9	8.8	
3.81	03:00		205.7	10.4		222.1	11.2		241.3	12.2		241.3	12.2	
5.09	04:00	105.00	246.3	12.5		267.4	13.5		292.3	14.8		292.3	14.8	
6.35	05:00		279.6	14.1		302.2	15.3		336.7	17.0		336.7	17.0	
7.62	06:00		304.5	15.4		329.6	16.7		374.9	19.0		374.9	19.0	
8.84	07:00		321.4	16.2		345.2	17.4		389.4	20.2		389.4	20.2	
10.16	08:00		331.7	16.8		356.7	18.0		419.1	21.2		419.1	21.2	

  
Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

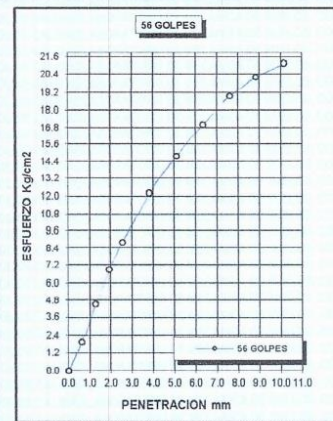
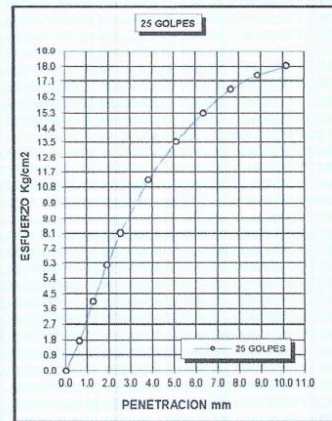
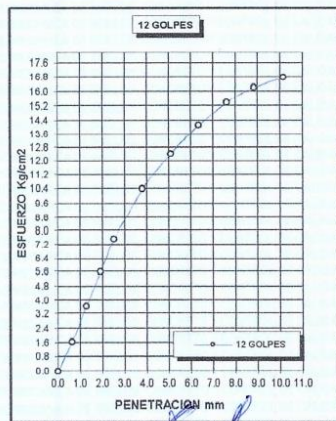
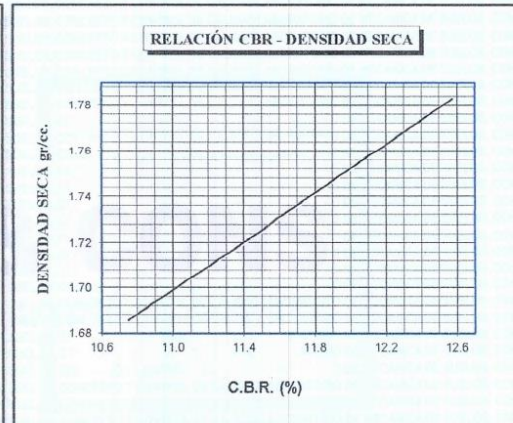
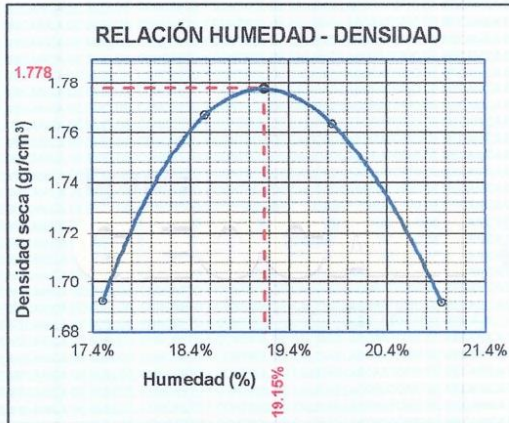
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

TESIS	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON : CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>	
	SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1.78
MUESTRA : C-1 SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR	UBICACION : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	HUMEDAD OPTIMA (%)	19.2%
COORDENADA : 19L 381311.9 8282842.3	FECHA : miércoles, 21 de Setiembre de 2022	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.48
		CBR AL 95 DE M.D.S. (%)	10.81
		CLASIFICACION : ML	
		AASHTO : A-4	
		EMBEBIDO : 4 DIAS	



Bach. Ing. Gabriela M Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana 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

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

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR

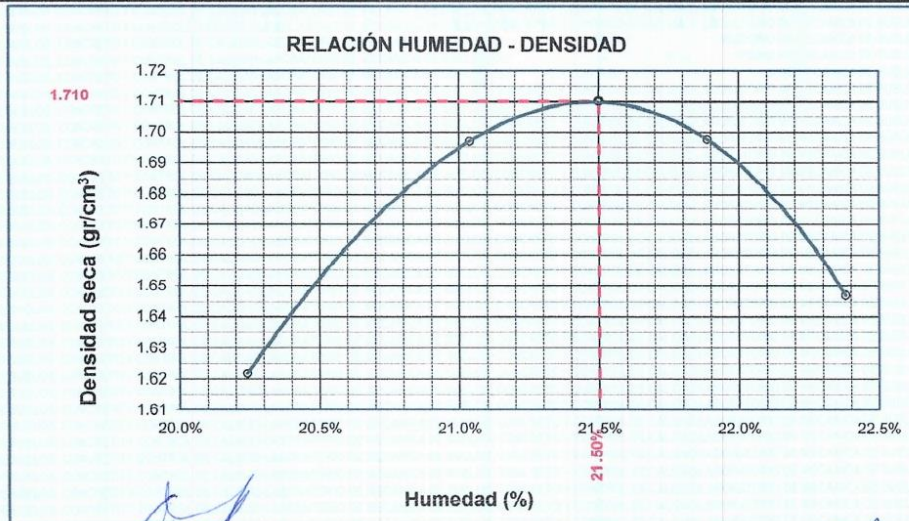
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10515	10735	10767	10654
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4122	4342	4374	4261
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.950	2.054	2.069	2.016

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	115.38	110.97	102.27	91.00	109.68	106.04	104.65	111.53
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.61	95.64	88.54	78.62	94.12	90.68	89.64	94.78
Peso del Agua	gr.	15.77	15.33	13.73	12.38	15.56	15.36	15.21	16.75
Peso de la Capsula	gr.	21.03	20.54	22.32	20.61	22.65	20.87	21.04	20.63
Peso del Suelo Seco	gr.	78.6	75.1	66.2	58.0	71.5	69.8	68.6	74.2
% de Humedad	%	20.07%	20.41%	20.73%	21.34%	21.77%	22.00%	22.17%	22.59%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.24%		21.04%		21.89%		22.38%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.622		1.697		1.698		1.647	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.712	gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	21.50%	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-1 SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	III		II		I	
		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso del Molde	gr.	12758	12434	12757	12523	12602	12387
Peso del Suelo Humedo	gr.	8343	8343	8306	8306	8113	8113
Volumen del Suelo	cm3.	2121.25	2121.25	2121.25	2121.25	2113.86	2113.86
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.081	1.929	2.098	1.988	2.124	2.022

Capsula No	No	K			B			Y		
		K	G	D	B	C	M	Y	U	S
Suelo Humedo + Capsula	gr.	76.80	77.60	84.30	81.20	83.40	79.50	71.00	87.40	85.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	64.12	65.37	73.12	68.64	70.97	69.09	61.54	74.37	73.61
Peso del Agua	gr.	12.68	12.23	11.18	12.56	12.43	10.41	9.46	13.03	11.39
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	21.20	20.40	20.10	21.00	20.60	20.80	20.30
Peso del Suelo Seco	gr.	43.77	44.87	51.92	48.24	50.87	48.09	40.94	53.57	53.31
% de Humedad	%	28.97%	27.26%	21.53%	26.04%	24.43%	21.65%	23.11%	24.32%	21.37%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	<b>28.11%</b>			<b>25.24%</b>			<b>23.72%</b>		
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cm3.	<b>1.625</b>			<b>1.587</b>			<b>1.675</b>		

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								623.4	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							624.3	0.02	0.02
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							624.9	0.04	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							625.4	0.05	0.04
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							625.9	0.06	0.05

### 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			0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30			33.5	1.7		37.8	1.9		41	2.1	
1.27	01:00			72.4	3.7		91.0	4.6		101	5.1	
1.91	01:30			116.4	5.9		125.0	6.3		145	7.3	
2.54	02:00	70.31		149.0	7.5		166.2	8.4		179	9.0	
3.81	03:00			189.6	9.6		219.7	11.1		257	13.0	
5.09	04:00	105.00		223.6	11.3		269.0	13.6		320	16.2	
6.35	05:00			249.2	12.6		303.4	15.3		369	18.7	
7.62	06:00			269.7	13.6		329.8	16.7		410	20.7	
8.84	07:00			287.4	14.5		348.2	17.6		438	22.1	
10.16	08:00			304.2	15.4		364.6	18.4		458	23.2	

Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

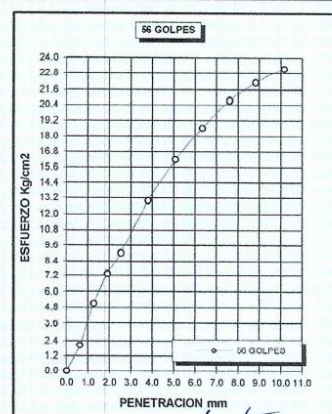
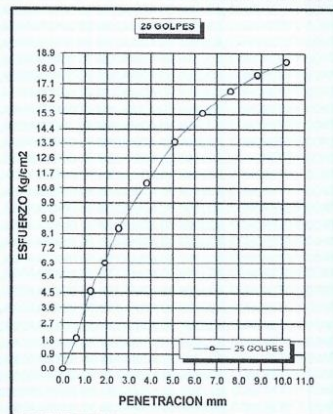
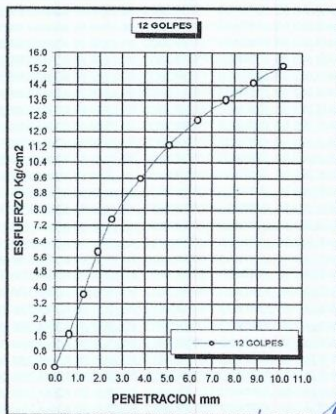
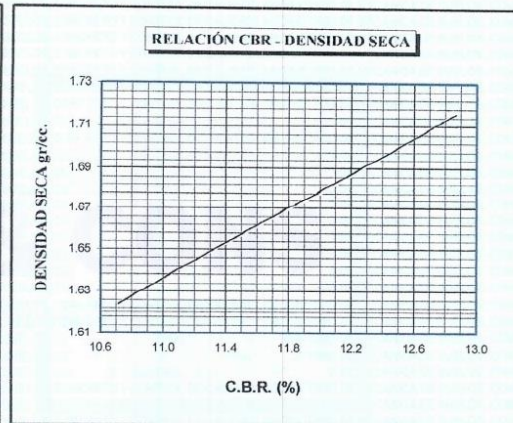
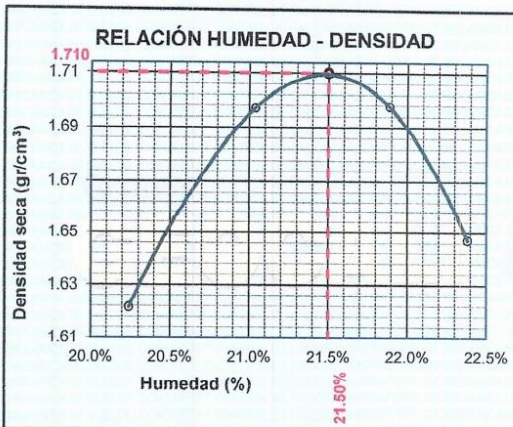
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

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

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b> "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b> 1.71 <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 21.5% <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 12.78 <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 10.77
<b>MUESTRA</b> : C-1 SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML <b>AASHTO</b> : A-4
<b>UBICACIÓN</b> : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b> : 19L 381311.9 8282842.3	
<b>FECHA</b> : miércoles, 21 de Setiembre de 2022	



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : C-2 SUELO NATURAL

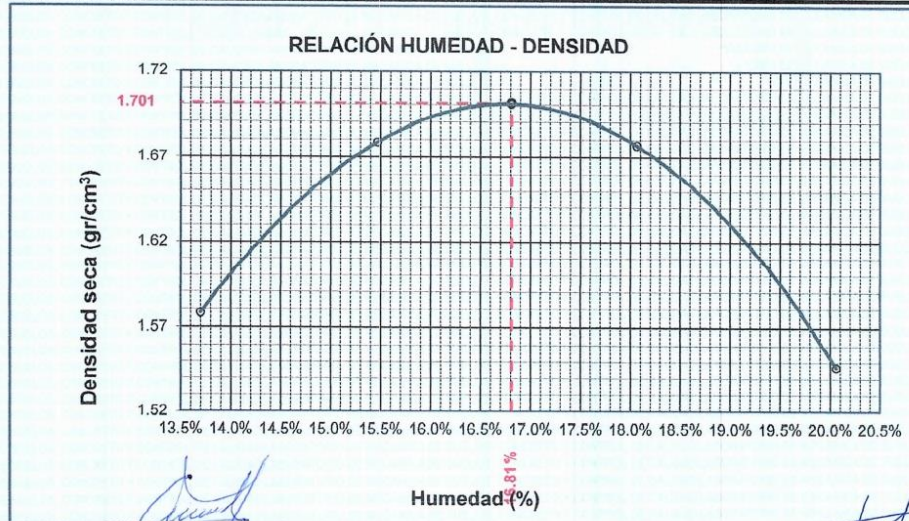
FECHA : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10185	10490	10578	10319
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3792	4097	4185	3926
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.794	1.938	1.980	1.857

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	112.97	108.24	109.70	112.20	114.22	124.01	117.70	133.74
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	102.23	97.45	98.03	99.89	100.20	108.52	102.24	115.44
Peso del Agua	gr.	10.74	10.79	11.67	12.31	14.02	15.49	15.46	18.30
Peso de la Capsula	gr.	22.35	20.10	20.79	22.12	21.65	23.78	24.02	25.56
Peso del Suelo Seco	gr.	79.9	77.4	77.2	77.8	78.6	84.7	78.2	89.9
% de Humedad	%	13.45%	13.95%	15.11%	15.83%	17.85%	18.28%	19.76%	20.36%
Promedio de Humedad	%	13.70%		15.47%		18.06%		20.06%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.578		1.678		1.677		1.547	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.701	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA :	16.81%	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12376	11982	12371	12003	12492	12262
Peso del Molde	gr.	8144	8144	8111	8111	8226	8226
Peso del Suelo Humedo	gr.	4232	3838	4260	3892	4266	4036
Volumen del Suelo	cm3.	2113.86	2113.86	2125.02	2125.02	2115.67	2115.67
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.002	1.816	2.005	1.832	2.016	1.908


Capsula No	No	15	16	17	20	21	22	2	1	3
Suelo Humedo + Capsula	gr.	99.67	103.40	98.45	109.74	108.45	99.45	116.32	109.82	99.78
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	84.21	86.74	87.13	93.87	93.06	91.36	101.32	95.67	88.50
Peso del Agua	gr.	15.46	16.66	11.32	15.87	15.39	8.09	15.00	14.15	11.28
Peso de la Capsula	gr.	20.41	21.36	19.56	19.87	20.45	43.21	19.87	18.45	21.45
Peso del Suelo Seco	gr.	63.80	65.38	67.57	74.00	72.61	48.15	81.45	77.22	67.05
% de Humedad	%	24.23%	25.48%	16.75%	21.45%	21.20%	16.80%	18.42%	18.32%	16.82%
Promedio de Humedad	%	24.86%	16.75%	21.32%	16.80%	18.37%	16.82%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.603	1.555	1.652	1.568	1.703	1.633			


### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Expansión		Expansión		Expansión	
			Dial	mm	Dial	mm	Dial	mm
16/09/2022	12:00: a.m.						369.8	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00					370.6	0.02
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00					370.9	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00					372.9	0.08
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00					374.6	0.12

### 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		12.3	0.6		16.9	0.9		19.7	1.0				
1.27	01:00		25.7	1.3		29.7	1.5		39.1	2.0				
1.91	01:30		36.8	1.9		47.2	2.4		59.4	3.0				
2.54	02:00	70.31	47.5	2.4		62.0	3.1		76.5	3.9				
3.81	03:00		61.4	3.1		80.3	4.1		104.9	5.3				
5.09	04:00	105.00	76.4	3.9		98.2	5.0		129.4	6.5				
6.35	05:00		85.7	4.3		113.6	5.7		154.6	7.8				
7.62	06:00		92.4	4.7		122.9	6.2		174.5	8.8				
8.84	07:00		96.8	4.9		130.1	6.6		190.3	9.6				
10.16	08:00		99.7	5.0		132.7	6.7		198.4	10.0				

  
 Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

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

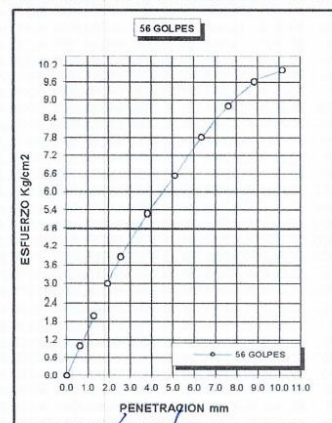
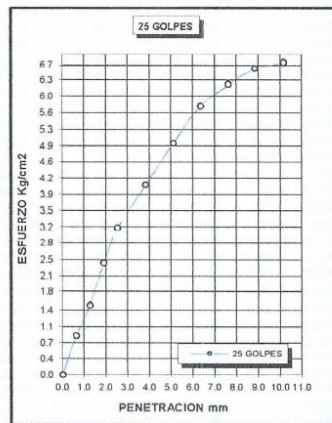
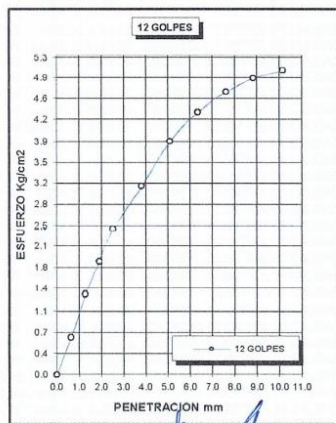
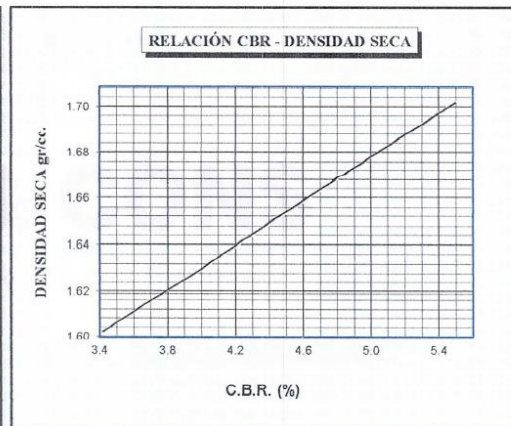
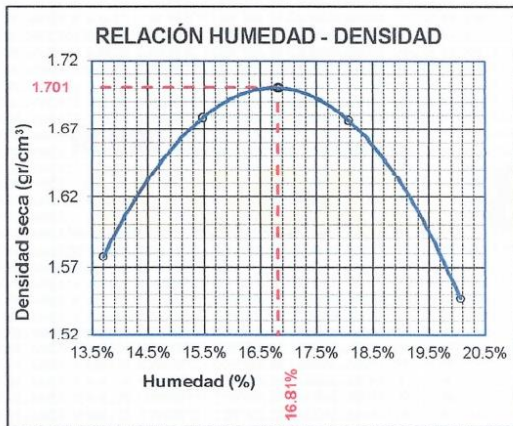
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> 1.701
<b>MUESTRA</b>	C-2 SUELO NATURAL	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 16.8%
<b>UBICACION</b>	Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 5.46
<b>COORDENADA</b>	19L 381495 8282408.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 3.68
<b>FECHA</b>	miércoles, 21 de Setiembre de 2022.	<b>CLASIFICACION</b> : CL
		<b>AASHTO</b> : A-6
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquhuanca 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

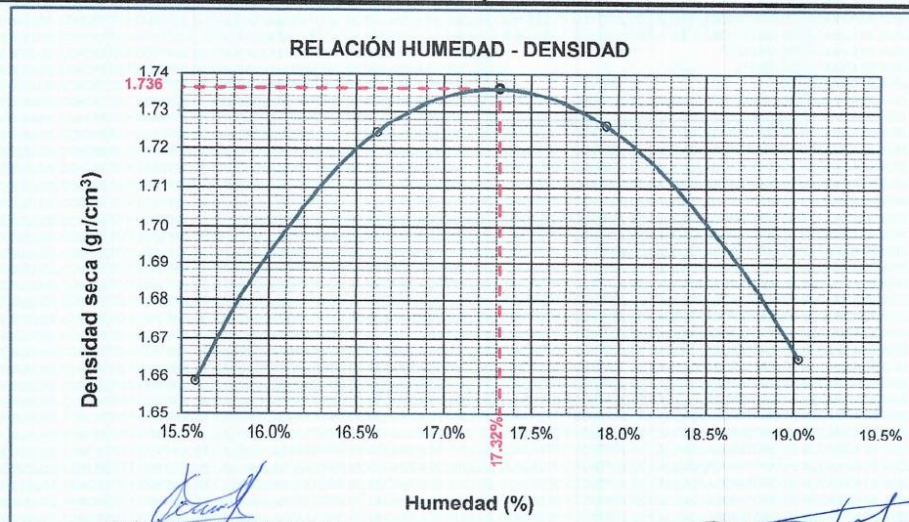
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR  
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10446	10644	10696	10583
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4053	4251	4303	4190
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.917	2.011	2.035	1.982

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	115.20	109.20	113.48	111.08	114.20	114.70	126.00	116.95
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	102.50	97.20	100.19	97.96	99.88	100.38	109.38	101.54
Peso del Agua	gr.	12.70	12.00	13.20	13.12	14.32	14.32	16.62	15.41
Peso de la Capsula	gr.	19.55	21.46	19.02	20.17	19.66	20.87	20.45	21.98
Peso del Suelo Seco	gr.	83.0	75.7	81.2	77.8	80.2	79.5	88.9	79.6
% de Humedad	%	15.31%	15.84%	16.37%	16.87%	17.85%	18.01%	18.69%	19.37%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	15.58%		16.62%		17.93%		19.03%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.659		1.724		1.726		1.665	

<b>METODO:</b> <input type="checkbox"/> ASTM D - 1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b> :	1.736 gr/cm <sup>3</sup>
<input checked="" type="checkbox"/> MODIFICADO "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b> :	17.32%



Bach. Ing. Gabino M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

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

	gr.	12125	11716	12103	11753	12183	11904
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8011	8011	7964	7964	7970	7970
Peso del Molde	gr.	4114	3705	4139	3789	4213	3934
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2128.51	2128.51	2125.02	2125.02	2121.25	2121.25
Volumen del Suelo	gr/cm3.	1.933	1.741	1.948	1.783	1.986	1.855
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	15	16	17	20	21	22	2	1	3
Suelo Humedo + Capsula	gr.	134.15	114.42	109.66	116.36	107.05	104.87	116.62	95.99	108.18
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	116.75	100.49	104.11	102.73	95.06	99.20	104.67	86.75	101.98
Peso del Agua	gr.	17.40	13.93	5.55	13.63	11.99	5.67	11.95	9.24	6.20
Peso de la Capsula	gr.	19.58	18.82	20.25	19.05	19.63	21.04	20.95	19.25	20.32
Peso del Suelo Seco	gr.	97.17	81.67	83.86	83.68	75.43	78.16	83.72	67.50	81.66
% de Humedad	%	17.91%	17.06%	6.62%	16.29%	15.90%	7.25%	14.27%	13.69%	7.59%
Promedio de Humedad	%	17.48%	6.62%	16.09%	7.25%	13.98%	7.59%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.645	1.633	1.678	1.662	1.742	1.724			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								129.8	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							130.6	0.02	0.02
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							130.9	0.03	0.02
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							131.5	0.04	0.04
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							132.9	0.08	0.07

### 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			
0.63	00:30			15.4	0.8		16.9	0.9		19.7	1.0			
1.27	01:00			28.4	1.4		32.8	1.7		46.7	2.4			
1.91	01:30			43.8	2.2		49.7	2.5		67.5	3.4			
2.54	02:00	70.31		62.4	3.2		70.1	3.5		86.7	4.4			
3.81	03:00			87.4	4.4		99.7	5.0		118.4	6.0			
5.09	04:00	105.00		106.0	5.4		124.2	6.3		146.7	7.4			
6.35	05:00			119.4	6.0		142.9	7.2		172.3	8.7			
7.62	06:00			127.4	6.4		157.4	8.0		189.4	9.6			
8.84	07:00			134.7	6.8		164.2	8.3		201.7	10.2			
10.16	08:00			137.4	6.9		167.4	8.5		210.0	10.6			

Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

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

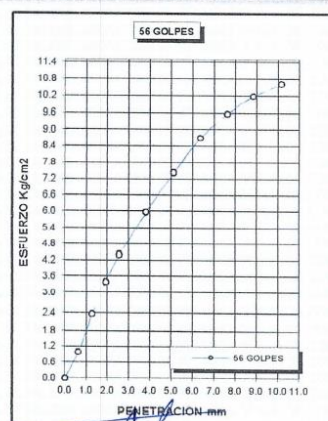
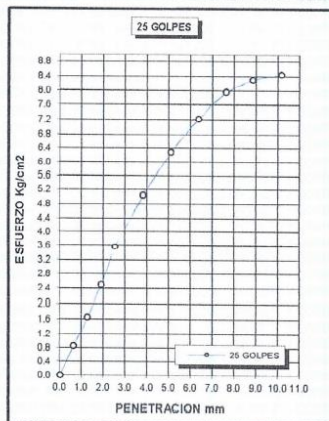
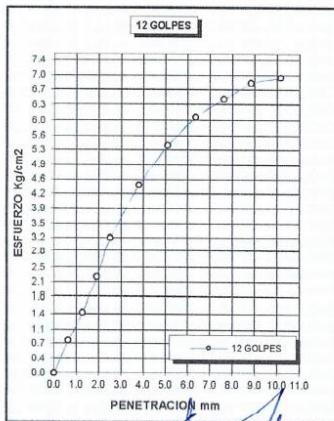
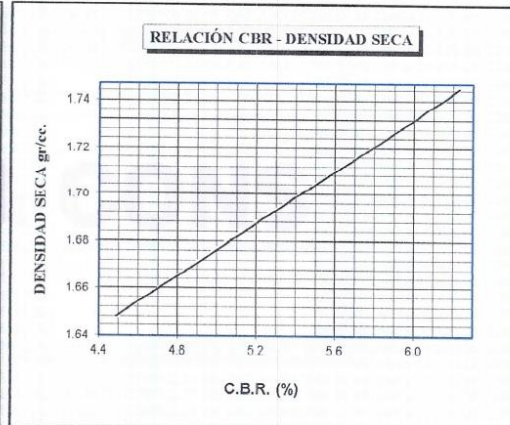
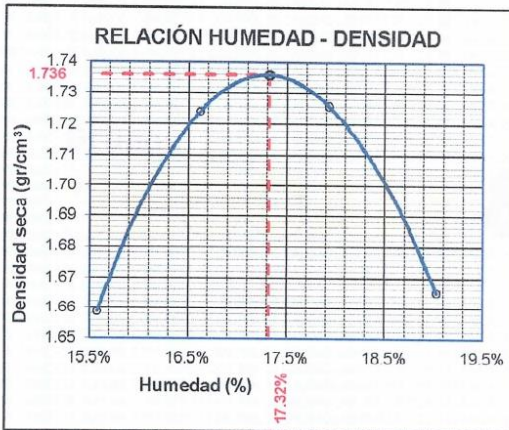
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON : CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b>	1.74
<b>MUESTRA</b>	: C-2 SUELO NATURAL + 6% C + 10% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	17.2%
<b>UBICACION</b>	: Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	6.11
<b>COORDENADA</b>	: 19L 381495 8282408.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	4.54
<b>FECHA</b>	: miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACION</b>	: ML
		<b>AASHTO</b>	: A-4
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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 PROCTOR MODIFICADO

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR

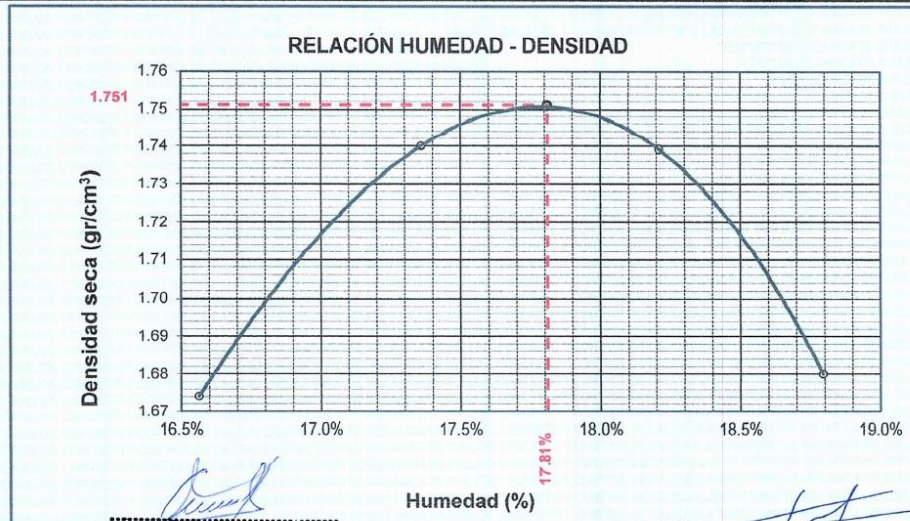
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10518	10710	10739	10612
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6393	6393	6393	6393
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	4125	4317	4346	4219
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.951	2.042	2.056	1.996

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	142.36	137.98	114.14	127.01	113.75	112.88	121.10	126.74
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	125.20	121.20	100.45	111.20	99.45	98.54	105.60	109.85
<b>Peso del Agua</b>	gr.	17.16	16.78	13.69	15.81	14.30	14.34	15.50	16.89
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	20.21	21.20	20.32	21.54	20.05	20.63	22.10	21.08
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	105.0	100.0	80.1	89.7	79.4	77.9	83.5	88.8
<b>% de Humedad</b>	%	16.34%	16.78%	17.08%	17.63%	18.01%	18.41%	18.56%	19.03%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.56%		17.36%		18.21%		18.79%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.674		1.740		1.739		1.680	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.751 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	17.81%



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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	

	gr.	12349	11978	12344	12002	12475	12255
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7970	7970	7964	7964	8011	8011
Peso del Molde	gr.	4379	4008	4380	4038	4464	4244
Peso del Suelo Humedo	cm3	2121.25	2121.25	2125.02	2125.02	2128.51	2128.51
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.064	1.889	2.061	1.900	2.097	1.994

Capsula No	No	15			16			17			20			21			22			2			1			3		
		gr.	gr.	gr.	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	gr.	99.65	108.45	119.54	120.54	126.45	114.52	99.87	89.45	108.52																		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	83.83	91.31	104.70	103.05	108.09	100.23	87.20	77.98	95.13																		
Peso del Agua	gr.	15.82	17.14	14.84	17.49	18.36	14.29	12.67	11.47	13.39																		
Peso de la Capsula	gr.	20.31	19.45	21.34	20.54	21.71	19.87	21.54	20.67	19.91																		
Peso del Suelo Seco	gr.	63.52	71.86	83.36	82.51	86.38	80.36	65.66	57.31	75.22																		
% de Humedad	%	24.91%	23.85%	17.80%	21.20%	21.25%	17.78%	19.30%	20.01%	17.80%																		
Promedio de Humedad	%	24.38%			17.80%			21.23%			17.78%			19.66%			17.80%											
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.660			1.604			1.700			1.613			1.753			1.693											

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								326.4	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							326.8	0.01	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							327.6	0.03	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							328.1	0.04	0.04
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							329.5	0.08	0.07

### 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				
0.63	00:30		18.7	0.9		20.5	1.0		26.9	1.4				
1.27	01:00		35.6	1.8		44.5	2.2		53.7	2.7				
1.91	01:30		59.6	3.0		76.4	3.9		79.6	4.0				
2.54	02:00	70.31	87.3	4.4		98.3	5.0		110.7	5.6				
3.81	03:00		119.2	6.0		135.6	6.9		147.9	7.5				
5.09	04:00	105.00	140.7	7.1		159.6	8.1		179.3	9.1				
6.35	05:00		161.4	8.2		173.9	8.8		203.7	10.3				
7.62	06:00		175.4	8.9		187.3	9.5		226.4	11.4				
8.84	07:00		184.3	9.3		196.1	9.9		241.2	12.2				
10.16	08:00		187.4	9.5		201.3	10.2		246.9	12.5				

Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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



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

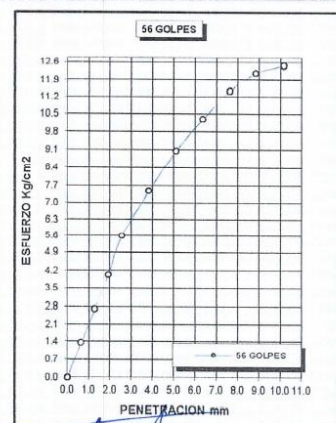
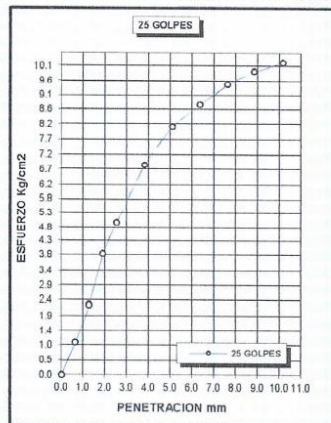
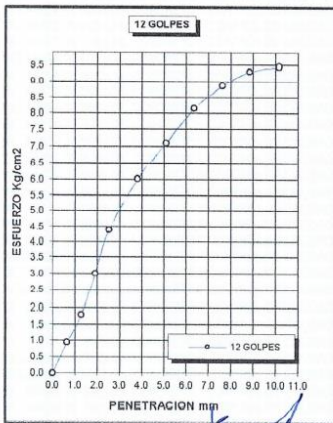
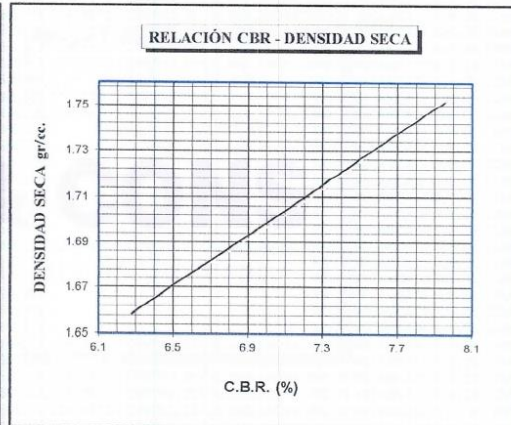
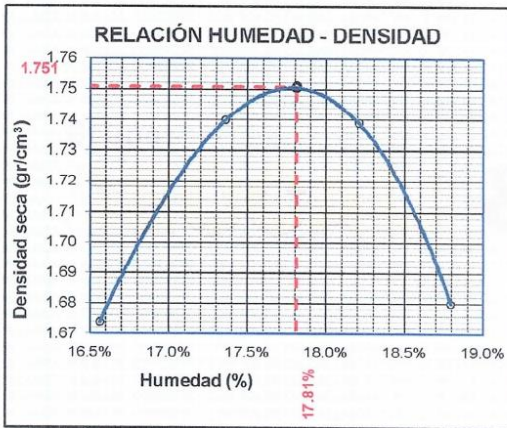
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b> 1.75
<b>MUESTRA</b>	C-2 SUELO NATURAL + 10% C + 10% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 17.8%
<b>UBICACIÓN</b>	Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 7.94
<b>COORDENADA</b>	19L 381495 8282408.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 6.36
<b>FECHA</b>	miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. Gabrie M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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 PROCTOR MODIFICADO

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR

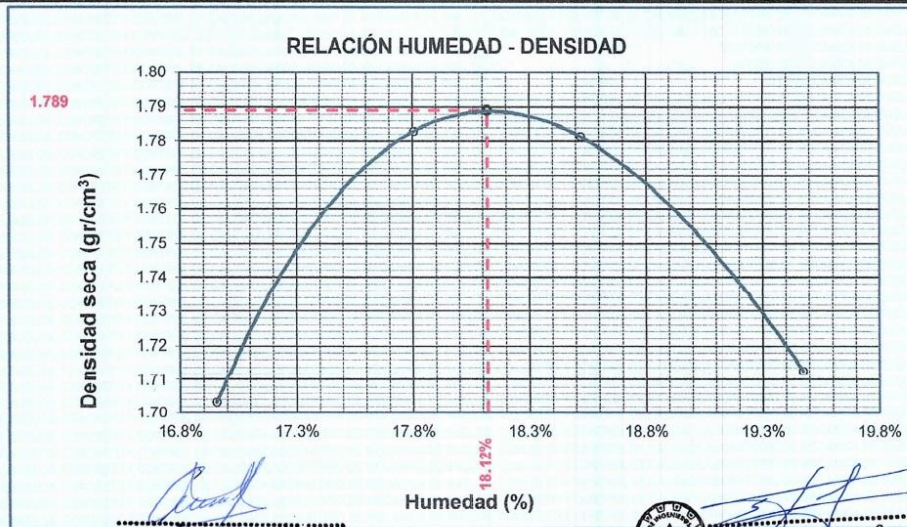
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10604	10833	10856	10719
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4211	4440	4463	4326
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.992	2.100	2.111	2.046

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	115.14	113.21	112.55	112.57	111.65	115.08	117.10	115.41
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	101.52	99.54	98.99	98.54	97.84	100.25	101.52	99.78
Peso del Agua	gr.	13.62	13.67	13.56	14.03	13.81	14.83	15.58	15.63
Peso de la Capsula	gr.	19.85	20.21	21.52	21.05	21.54	21.96	20.25	20.74
Peso del Suelo Seco	gr.	81.7	79.3	77.5	77.5	76.3	78.3	81.3	79.0
% de Humedad	%	16.68%	17.23%	17.50%	18.11%	18.10%	18.94%	19.17%	19.77%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.95%		17.80%		18.52%		19.47%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.703		1.783		1.781		1.713	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.789 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	18.12%



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : C-2 SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR

FECHA : miércoles, 21 de Setiembre 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.	12835	12510	12852	12537	12680	12480
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8343	8343	8306	8306	8113	8113
Peso del Molde	gr.	4492	4167	4546	4231	4567	4367
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2121.25	2121.25	2121.25	2121.25	2113.86	2113.86
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.118	1.964	2.143	1.995	2.161	2.066
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	N	J	K	S	C	R	Y	K	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	120.32	117.34	100.87	116.32	98.74	106.70	117.86	109.21	99.87
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	100.38	97.64	88.49	98.67	84.09	93.56	101.31	93.87	87.65
Peso del Agua	gr.	19.94	19.70	12.38	17.65	14.65	13.14	16.55	15.34	12.22
Peso de la Capsula	gr.	19.48	18.72	20.25	19.25	19.33	21.04	20.95	19.85	20.32
Peso del Suelo Seco	gr.	80.90	78.92	68.24	79.42	64.76	72.52	80.36	74.02	67.33
% de Humedad	%	24.65%	24.96%	18.14%	22.22%	22.62%	18.12%	20.59%	20.72%	18.15%
Promedio de Humedad	%	24.80%	18.14%	22.42%	18.12%	20.66%	18.15%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.697	1.663	1.751	1.689	1.791	1.749			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
16/09/2022	12:00 a.m.								459.5	0	0
17/09/2022	12:00 a.m.	24:00:00							460.3	0.02	0.02
18/09/2022	12:00 a.m.	48:00:00							460.8	0.03	0.03
19/09/2022	12:00 a.m.	72:00:00							462.0	0.06	0.05
20/09/2022	12:00 a.m.	96:00:00							462.4	0.07	0.06

### 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		25.3	1.3		34.2	1.7		39.6	2.0		39.6	2.0	
1.27	01:00		67.2	3.4		79.3	4.0		87.1	4.4		87.1	4.4	
1.91	01:30		106.8	5.4		120.5	6.1		136.4	6.9		136.4	6.9	
2.54	02:00	70.31	138.7	7.0		156.3	7.9		168.4	8.5		168.4	8.5	
3.81	03:00		193.4	9.8		205.8	10.4		231.7	11.7		231.7	11.7	
5.09	04:00	105.00	226.7	11.5		246.7	12.5		279.5	14.1		279.5	14.1	
6.35	05:00		249.8	12.6		279.4	14.1		326.2	16.5		326.2	16.5	
7.62	06:00		269.1	13.6		310.0	15.7		358.1	18.1		358.1	18.1	
8.84	07:00		281.8	14.2		332.7	16.8		384.5	19.4		384.5	19.4	
10.16	08:00		280.4	14.6		344.8	17.4		397.6	20.1		397.6	20.1	

Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

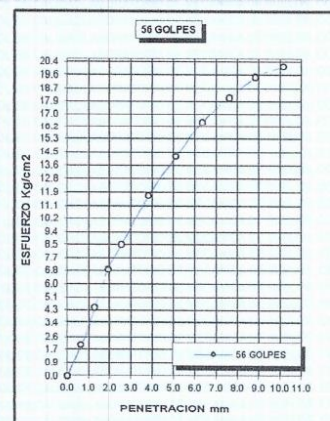
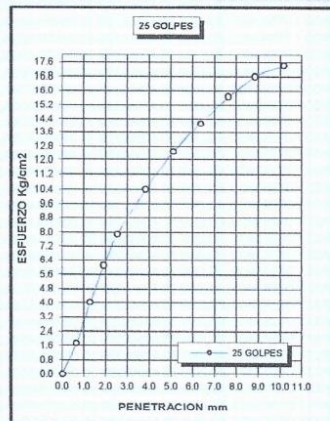
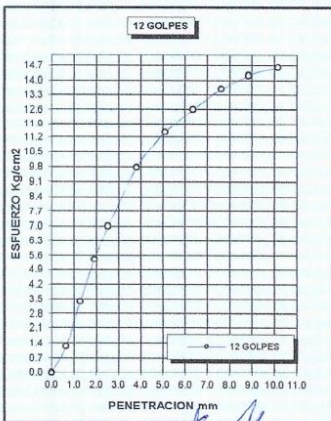
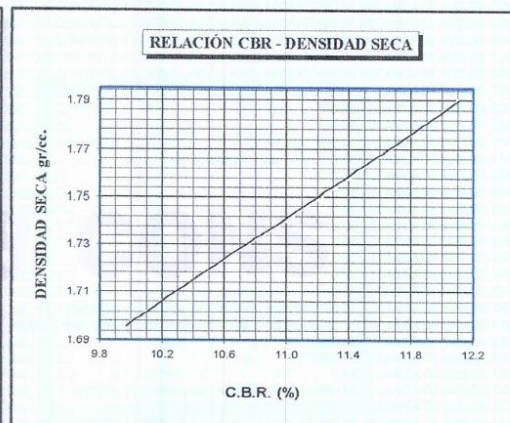
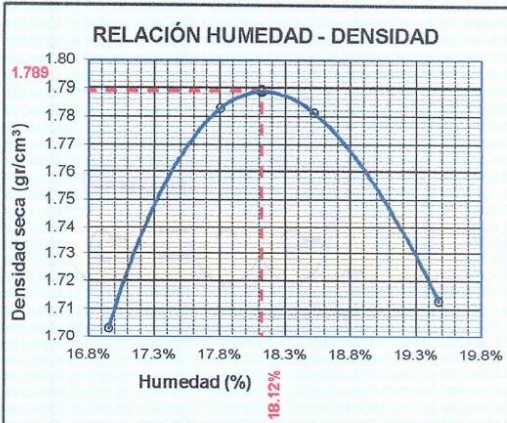
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

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

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON : CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>MUESTRA</b>	: C-2 SUELO NATURAL + 6% C + 20% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACIÓN</b>	: Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 381495 8282408.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR

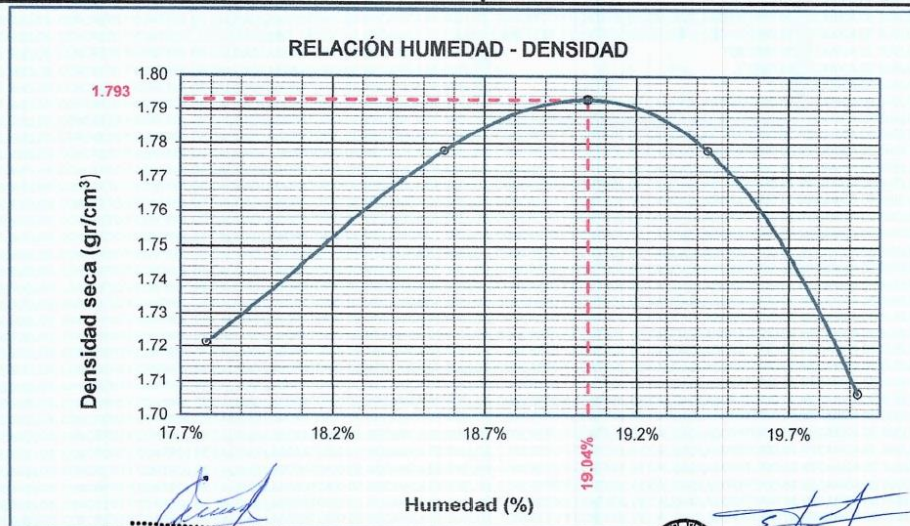
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10679	10849	10882	10719
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4286	4456	4489	4326
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	2.027	2.108	2.123	2.046

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	110.25	113.65	111.22	112.74	114.31	116.03	124.92	130.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	96.88	99.54	97.29	98.46	99.46	100.87	108.21	113.12
Peso del Agua	gr.	13.37	14.11	13.93	14.28	14.85	15.16	16.71	17.77
Peso de la Capsula	gr.	20.76	21.17	21.34	22.48	22.11	23.80	23.45	24.87
Peso del Suelo Seco	gr.	76.1	78.4	76.0	76.0	77.4	77.1	84.8	88.3
% de Humedad	%	17.56%	18.00%	18.34%	18.79%	19.20%	19.67%	19.71%	20.14%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	17.78%		18.57%		19.43%		19.93%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.721		1.778		1.778		1.706	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.793 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA :	19.04%



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO  
2022"

SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : C-2 SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR

FECHA : miércoles, 21 de Setiembre 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.	12656	12342	12673	12379	12826	12632
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8144	8144	8111	8111	8226	8226
Peso del Molde	gr.	4512	4198	4562	4268	4600	4406
Peso del Suelo Humedo	cm3	2121.25	2121.25	2119.43	2119.43	2115.67	2115.67
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.127	1.979	2.152	2.014	2.174	2.083
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	V	Y	U	G	E	R	Z	P	X
Suelo Humedo + Capsula	gr.	102.54	99.87	121.63	121.75	99.87	102.14	101.37	117.28	99.76
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	85.96	84.23	105.36	102.73	84.62	89.11	87.45	100.26	86.99
Peso del Agua	gr.	16.58	15.64	16.27	19.02	15.25	13.03	13.92	17.02	12.77
Peso de la Capsula	gr.	21.05	20.85	19.78	20.63	21.54	20.74	21.65	20.87	19.87
Peso del Suelo Seco	gr.	64.91	63.38	85.58	82.10	63.08	68.37	65.80	79.39	67.12
% de Humedad	%	25.54%	24.68%	19.01%	23.17%	24.18%	19.08%	21.16%	21.44%	19.03%
Promedio de Humedad	%	25.11%	19.01%	23.67%	19.06%	21.30%	19.03%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.700	1.663	1.740	1.691	1.793	1.750			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								234.0	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							234.6	0.02	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							235.7	0.04	0.04
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							236.2	0.06	0.05
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							236.4	0.06	0.05

### 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		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		29.2	1.5		39.2	2.0		47.1	2.4		47.1	2.4	
1.27	01:00		79.6	4.0		89.6	4.5		98.8	5.0		98.8	5.0	
1.91	01:30		124.1	6.3		136.7	6.9		146.6	7.4		146.6	7.4	
2.54	02:00	70.31	159.9	8.1		170.3	8.6		183.8	9.3		183.8	9.3	
3.81	03:00		209.8	10.6		225.8	11.4		249.3	12.6		249.3	12.6	
5.09	04:00	105.00	245.2	12.4		276.3	14.0		299.1	15.1		299.1	15.1	
6.35	05:00		270.5	13.7		317.4	16.0		346.3	17.5		346.3	17.5	
7.62	06:00		293.1	14.8		346.8	17.5		384.8	19.5		384.8	19.5	
8.84	07:00		309.7	15.7		368.4	18.6		410.4	20.7		410.4	20.7	
10.16	08:00		319.9	16.2		380.9	19.3		427.2	21.6		427.2	21.6	

  
Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

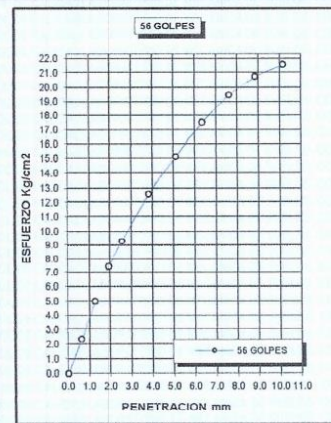
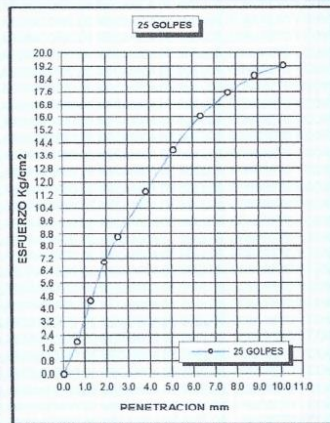
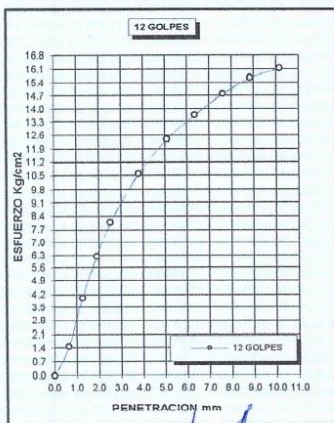
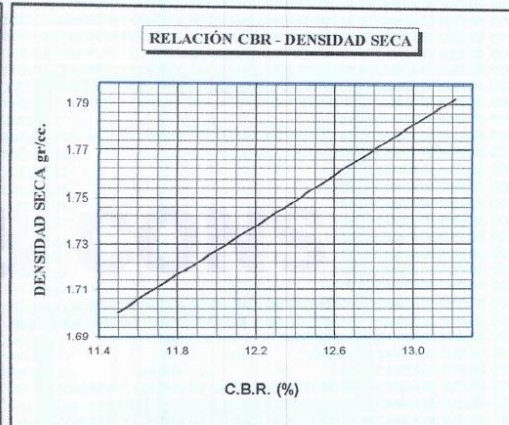
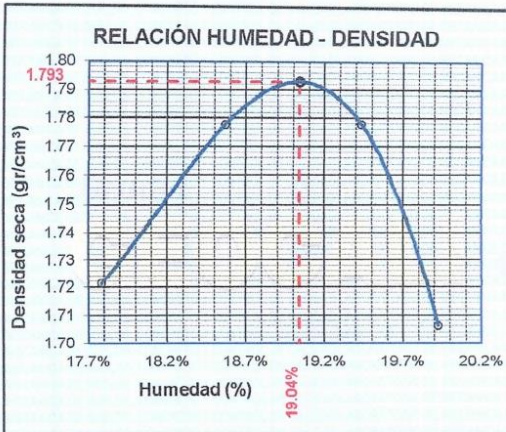
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

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

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>MUESTRA</b>	: C-2 SUELO NATURAL + 10% C + 20% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACION</b>	: Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 381495 8282408.3	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACION</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



*[Signature]*  
Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : C-2 SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR

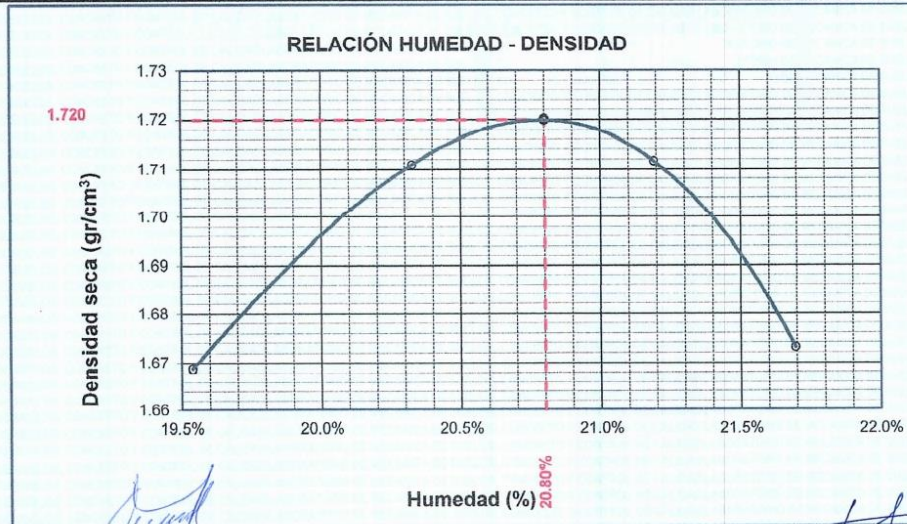
FECHA : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10610	10745	10778	10697
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4217	4352	4385	4304
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.995	2.059	2.074	2.036

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	101.29	110.31	114.23	105.54	119.74	115.50	95.69	114.33
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	88.51	95.67	98.48	91.33	102.54	99.16	82.64	97.42
Peso del Agua	gr.	12.78	14.64	15.75	14.21	17.20	16.34	13.05	16.91
Peso de la Capsula	gr.	22.30	21.65	20.40	21.95	20.74	22.64	21.95	20.16
Peso del Suelo Seco	gr.	66.2	74.0	78.1	69.4	81.8	76.5	60.7	77.3
% de Humedad	%	19.30%	19.78%	20.17%	20.48%	21.03%	21.35%	21.50%	21.89%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	19.54%		20.33%		21.19%		21.69%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.669		1.711		1.712		1.673	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.720	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA :	20.80%	



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

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

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-2 SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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.	12431	12111	12455	12151	12454	12256
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8011	8011	7964	7964	7970	7970
Peso del Molde	gr.	4420	4100	4491	4187	4484	4286
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2128.51	2128.51	2125.02	2125.02	2121.25	2121.25
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.077	1.926	2.113	1.970	2.114	2.021
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	15	16	17	20	21	22	2	1	3
Suelo Humedo + Capsula	gr.	81.02	92.68	81.89	88.32	87.97	84.77	73.64	71.24	95.44
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	68.26	76.05	71.70	75.15	74.21	74.00	63.92	61.07	83.13
Peso del Agua	gr.	12.76	15.83	10.11	13.17	13.76	10.71	9.72	9.37	12.31
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	21.60	20.40	21.00	20.50	20.90	20.60	21.80
Peso del Suelo Seco	gr.	47.91	56.35	50.18	54.75	53.21	53.56	43.02	41.27	61.33
% de Humedad	%	26.03%	26.09%	20.15%	24.05%	25.06%	20.01%	22.59%	22.70%	20.07%
Promedio de Humedad	%	27.36%	20.15%	24.96%	20.01%	22.65%	20.07%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.630	1.603	1.691	1.642	1.723	1.683			


### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								587.2	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							587.9	0.02	0.02
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							588.4	0.03	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							589.7	0.06	0.05
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							589.9	0.07	0.06

### 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		
0.63	00:30			31.2	1.6		36.7	1.9			39.8	2.0		
1.27	01:00			82.3	4.2		92.9	4.7			102.4	5.2		
1.91	01:30			131.8	6.7		138.5	7.0			152.4	7.7		
2.54	02:00	70.31		168.4	8.5		181.2	9.2			189.0	9.6		
3.81	03:00			213.7	10.8		237.3	12.0			254.8	12.9		
5.09	04:00	105.00		247.8	12.5		284.7	14.4			312.4	15.8		
6.35	05:00			278.9	14.1		317.4	16.0			354.7	17.9		
7.62	06:00			302.4	15.3		351.2	17.8			392.3	19.8		
8.84	07:00			322.7	16.3		370.4	18.7			418.4	21.1		
10.16	08:00			333.7	16.9		386.9	19.6			436.4	22.1		

  
Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

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

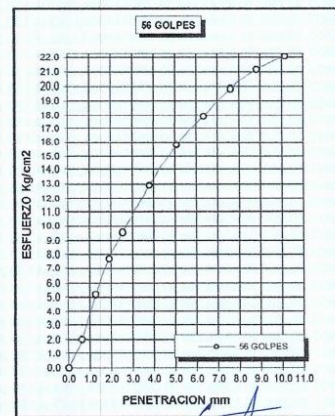
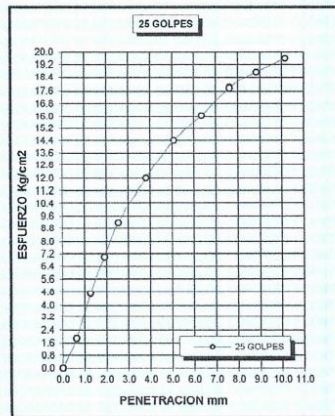
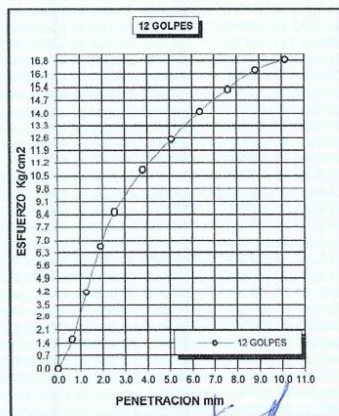
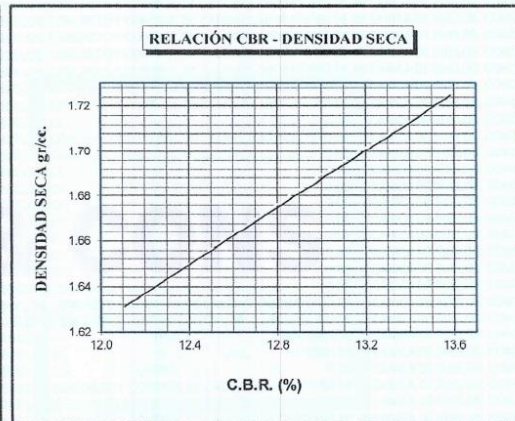
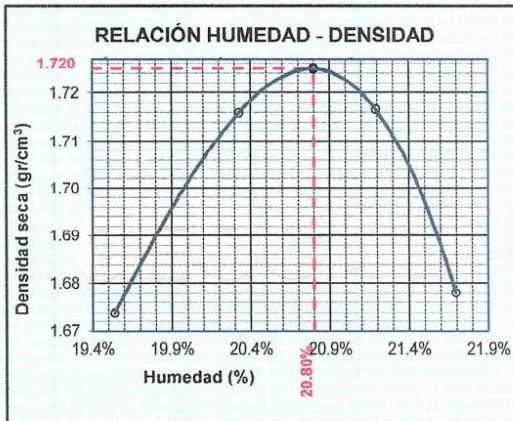
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

TESIS	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON : CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
	SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72
MUESTRA : C-2 SUELO NATURAL + 12% C + 25% CR	UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	HUMEDAD OPTIMA (%)	20.8%
COORDENADA : 19L 381495 8282408.3	CLASIFICACIÓN : ML	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	13.51
FECHA : miércoles, 21 de Setiembre de 2022	AASHTO : A-4	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	12.15
	EMBEBIDO : 4 DIAS		



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL

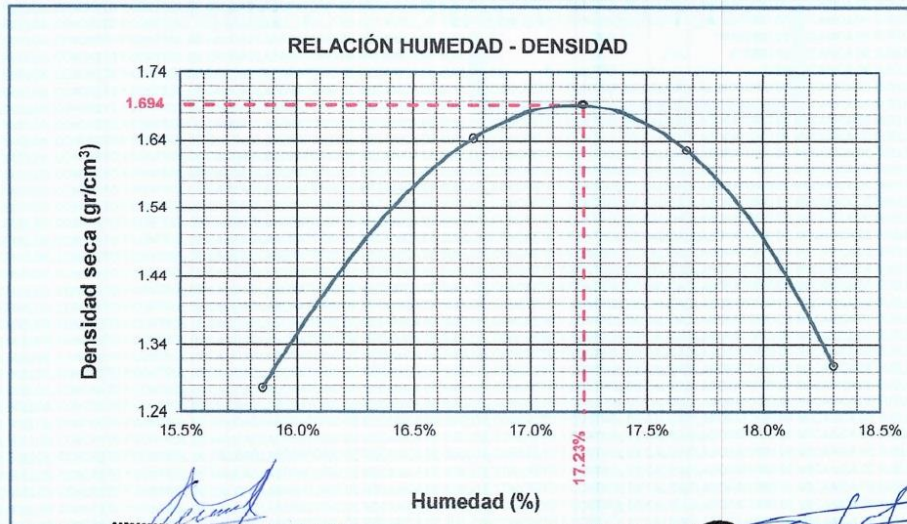
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9520	10450	10437	9664
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3127	4057	4044	3271
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.479	1.919	1.913	1.547

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	111.64	115.25	136.22	117.25	118.48	111.78	118.10	125.73
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.66	102.67	120.18	103.56	104.36	98.45	103.54	110.12
Peso del Agua	gr.	11.98	12.58	16.04	13.69	14.12	13.33	14.56	15.61
Peso de la Capsula	gr.	22.77	24.64	21.99	23.88	22.78	24.55	23.38	25.46
Peso del Suelo Seco	gr.	76.9	78.0	98.2	79.7	81.6	73.9	80.2	84.7
% de Humedad	%	15.58%	16.12%	16.34%	17.18%	17.31%	18.04%	18.16%	18.44%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	15.85%		16.76%		17.67%		18.30%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.277		1.644		1.626		1.308	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.694 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	17.23%



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuanca Cuero  
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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCONVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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	

	gr.	12293	11883	12223	11843	12262	12022
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12293	11883	12223	11843	12262	12022
Peso del Molde	gr.	8011	8011	7964	7964	7970	7970
Peso del Suelo Humedo	gr.	4282	3872	4259	3879	4292	4052
Volumen del Suelo	cm3.	2128.51	2128.51	2125.02	2125.02	2121.25	2121.25
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	2.012	1.819	2.004	1.825	2.023	1.910

Capsula No	No	15	16	17	20	21	22	2	1	3
Suelo Humedo + Capsula	gr.	134.15	114.42	109.66	116.36	107.05	104.87	116.62	95.99	108.18
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	110.75	95.49	96.53	98.83	90.96	92.57	101.27	83.25	95.28
Peso del Agua	gr.	23.40	18.93	13.13	17.53	16.09	12.30	15.35	12.74	12.90
Peso de la Capsula	gr.	19.58	18.82	20.25	19.05	19.63	21.04	20.95	19.25	20.32
Peso del Suelo Seco	gr.	91.17	76.67	76.28	79.78	71.33	71.53	80.32	64.00	74.96
% de Humedad	%	25.67%	24.69%	17.21%	21.97%	22.56%	17.20%	19.11%	19.91%	17.21%
Promedio de Humedad	%	25.18%	17.21%	22.27%	17.20%	19.51%	17.21%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.607	1.552	1.639	1.558	1.693	1.630			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Expansión		Expansión		Expansión		
			Dial	mm %	Dial	mm %	Dial	mm %	
16/09/2022	12:00: a.m.						564.3	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00					564.9	0.02	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00					565.7	0.04	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00					566.8	0.06	0.05
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00					569.9	0.14	0.12

### 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
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.83	00:30		9.6	0.5		11.3	0.6		16.7	0.0	
1.27	01:00		17.2	0.9		21.9	1.1		29.6	1.5	
1.91	01:30		26.8	1.4		33.4	1.7		46.4	2.3	
2.54	02:00	70.31	32.7	1.7		43.6	2.2		61.5	3.1	
3.81	03:00		45.0	2.3		66.1	3.3		84.6	4.3	
5.09	04:00	105.00	56.4	2.9		83.5	4.2		108.7	5.5	
6.35	05:00		64.7	3.3		96.4	4.9		128.5	6.5	
7.82	06:00		72.2	3.6		108.7	5.5		142.9	7.2	
8.84	07:00		80.3	4.1		118.8	6.0		153.7	7.8	
10.16	08:00		86.2	4.4		124.9	6.3		164.8	8.3	

*[Firma]*  
Bach. Ing. Gabr. M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Firma]*  
Ing. Wilder Colquhuanca 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:

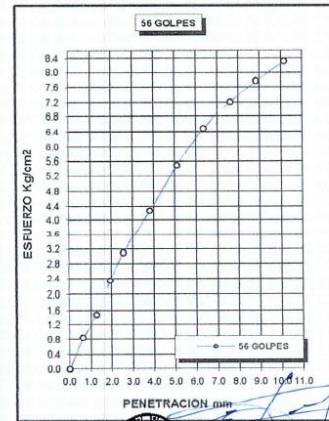
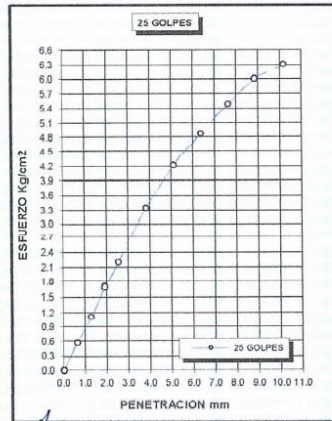
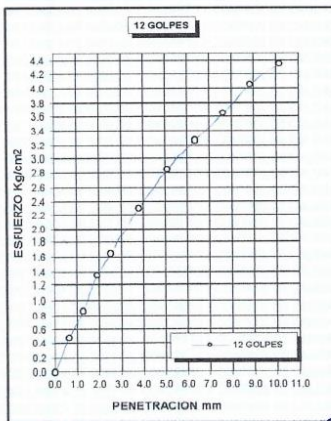
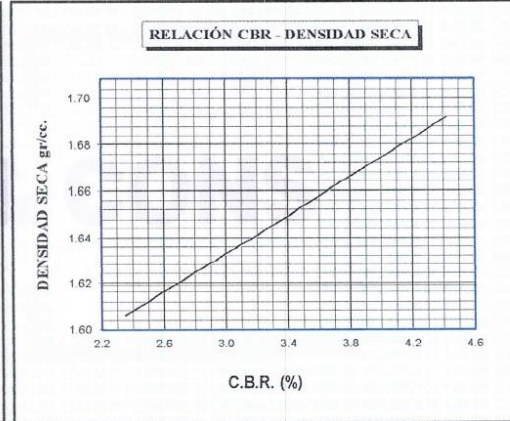
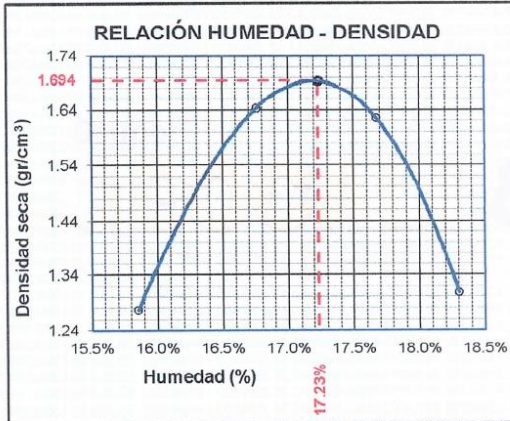
**GEICALI & CONS**

Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Andres Angel Luque Puma	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.69
<b>MUESTRA</b>	: C-3 SUELO NATURAL	HUMEDAD OPTIMA (%) : 17.2%
<b>UBICACIÓN</b>	: Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 4.45
<b>COORDENADA</b>	: 19L 381831.5 8281668.9	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 2.41
<b>FECHA</b>	: miércoles, 21 de Setiembre de 2022	CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-6
		EMBEBIDO : 4 DIAS



Bach. Gabriel M Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuana 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 PROCTOR MODIFICADO

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL +6% C + 10% CR

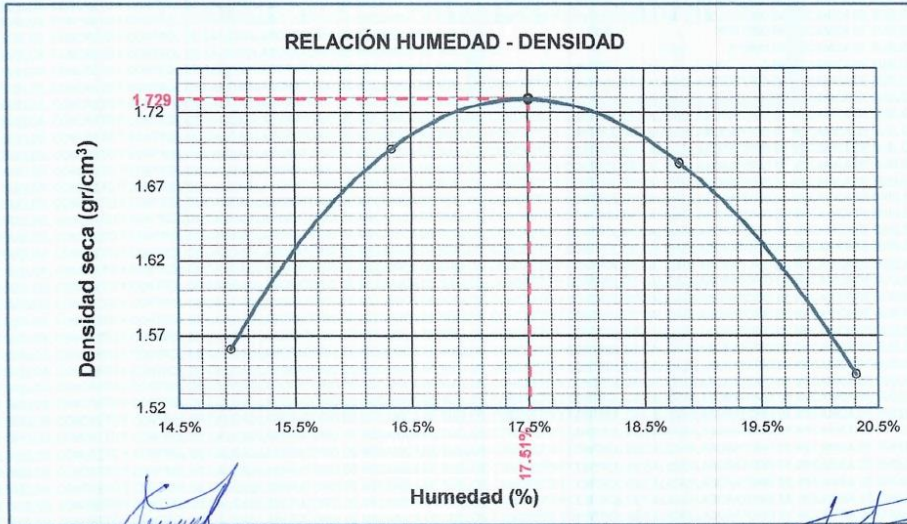
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10185	10563	10628	10319
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3792	4170	4235	3926
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.794	1.973	2.003	1.857

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	109.20	119.20	110.37	113.31	115.52	111.44	133.84	115.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	98.46	106.60	98.52	100.30	101.21	97.68	115.33	99.89
Peso del Agua	gr.	10.74	12.60	11.85	13.01	14.31	13.76	18.51	15.13
Peso de la Capsula	gr.	25.12	23.98	24.77	21.91	24.11	25.44	23.07	26.29
Peso del Suelo Seco	gr.	73.3	82.6	73.8	78.4	77.1	72.2	92.3	73.6
% de Humedad	%	14.64%	15.25%	16.07%	16.60%	18.56%	19.05%	20.06%	20.56%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	14.95%		16.33%		18.80%		20.31%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.561		1.696		1.686		1.544	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.729	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	17.52%	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACION : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : C-3 SUELO NATURAL +6% C + 10% CR

FECHA : miércoles, 21 de Setiembre 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	

	gr.	12494	12124	12483	12153	12601	12401
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8144	8144	8111	8111	8226	8226
Peso del Molde	gr.	4350	3980	4372	4042	4375	4175
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2113.86	2113.86	2119.43	2119.43	2115.67	2115.67
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.058	1.883	2.063	1.907	2.068	1.973
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	1	5	8	20	11	10	21	2	3
Suelo Humedo + Capsula	gr.	96.40	89.50	99.64	101.49	93.82	108.13	85.88	116.71	109.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	81.00	75.50	87.83	86.73	80.67	95.14	75.23	101.33	96.56
Peso del Agua	gr.	15.40	14.00	11.81	14.76	13.15	12.99	10.65	15.38	13.24
Peso de la Capsula	gr.	20.90	20.00	20.90	20.60	21.10	21.00	21.00	20.60	20.90
Peso del Suelo Seco	gr.	60.10	55.50	67.53	66.13	59.57	74.14	54.23	80.73	75.66
% de Humedad	%	25.62%	25.23%	17.49%	22.32%	22.07%	17.52%	19.64%	19.05%	17.50%
Promedio de Humedad	%	25.42%	17.49%	22.20%	17.52%	19.34%	17.50%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.641	1.603	1.688	1.623	1.733	1.679			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								369.7	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							370.3	0.02	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							370.9	0.03	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							371.8	0.05	0.05
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							373.8	0.10	0.09

### 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			13.2	0.7		18.9	1.0		23.5	1.2	
1.27	01:00			31.3	1.6		39.7	2.0		49.8	2.5	
1.91	01:30			55.8	2.8		63.4	3.2		77.4	3.9	
2.54	02:00	70.31		72.6	3.7		87.6	4.4		102.5	5.2	
3.81	03:00			102.7	5.2		121.9	6.2		139.6	7.1	
5.09	04:00	105.00		131.1	6.6		146.3	7.4		169.3	8.6	
6.35	05:00			149.7	7.6		167.4	8.5		191.5	9.7	
7.62	06:00			166.3	8.4		184.6	9.3		209.1	10.6	
8.84	07:00			179.4	9.1		198.3	10.0		224.5	11.3	
10.16	08:00			188.9	9.5		206.7	10.4		235.7	11.9	

Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

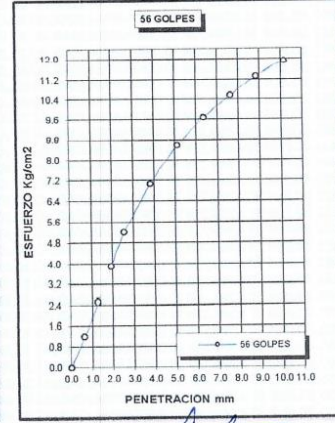
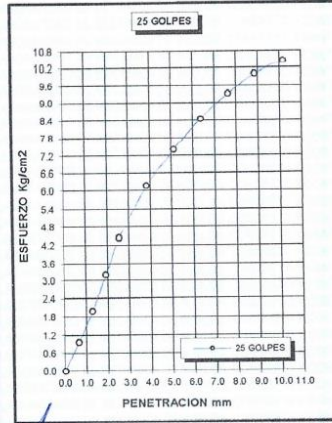
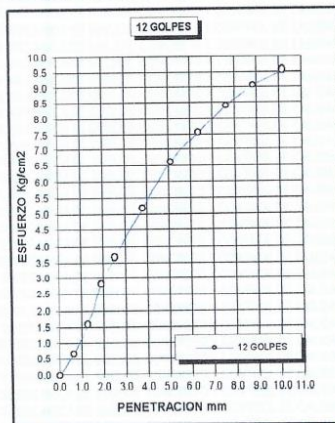
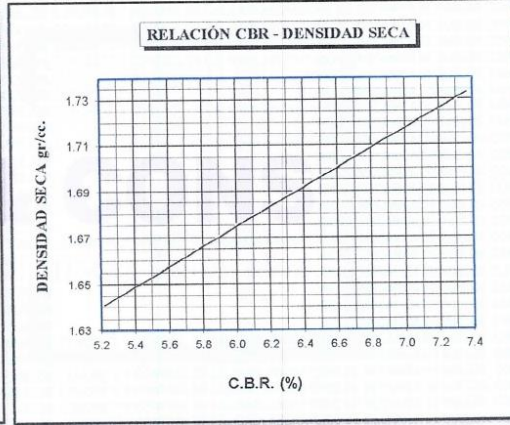
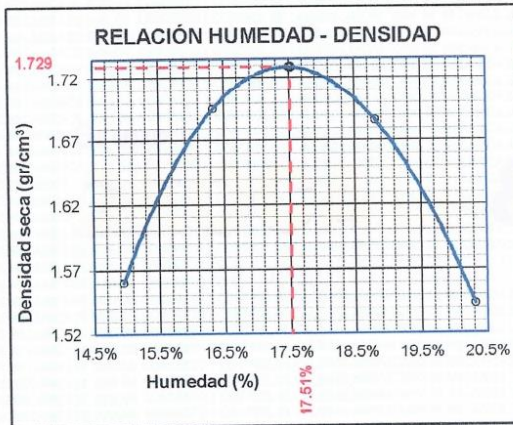
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

TESIS	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
	SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.73
MUESTRA : C-3 SUELO NATURAL +6% C + 10% CR	UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	HUMEDAD OPTIMA (%)	17.5%
COORDENADA : 19L 381831.5 0281668.9	FECHA : miércoles, 21 de Setiembre de 2022	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	7.27
		CBR AL 95 DE M.D.S. (%)	5.25
		CLASIFICACIÓN : ML	
		AASHTO : A-4	
		EMBEBIDO : 4 DIAS	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuana 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

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

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : C-3 SUELO NATURAL +10% C + 10% CR

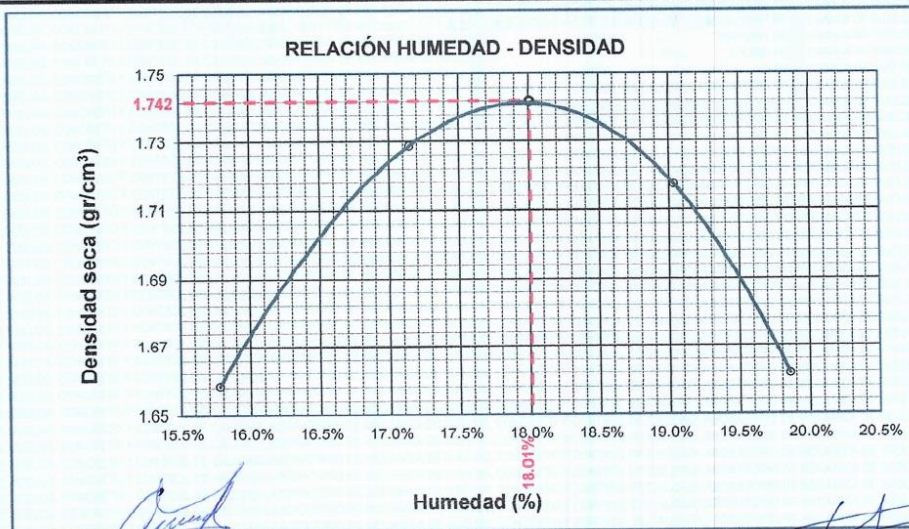
FECHA : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10452	10674	10714	10603
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4059	4281	4321	4210
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.920	2.025	2.044	1.991

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	110.75	114.66	113.75	110.20	112.55	113.52	114.89	133.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.22	101.85	100.44	97.18	96.49	99.19	100.10	115.28
Peso del Agua	gr.	11.53	12.83	13.31	13.02	14.06	14.33	14.79	17.92
Peso del Suelo Seco	gr.	24.80	21.97	21.39	22.58	23.64	24.88	24.97	25.81
Peso del Suelo Seco	gr.	74.4	79.9	79.1	74.6	74.9	74.3	75.1	89.5
% de Humedad	%	15.49%	16.06%	16.84%	17.45%	18.78%	19.03%	19.69%	20.03%
Promedio de Humedad	%	15.78%		17.15%		19.03%		19.86%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.658		1.729		1.717		1.662	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.742 gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	18.01%



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUVALACION ESTE, JULIACA, PUNO  
: 2022"

SOLICITANTE : Bach. Andres Angel Luque Puma

UBICACIÓN : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

MUESTRA : C-3 SUELO NATURAL +10% C + 10% CR

FECHA : miércoles, 21 de Setiembre 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	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12732	12382	12725	12415	12598	12418
Peso del Molde	gr.	8343	8343	8306	8306	8113	8113
Peso del Suelo Humedo	gr.	4389	4039	4419	4109	4485	4305
Volumen del Suelo	cm3.	2121.25	2121.25	2121.25	2121.25	2113.86	2113.86
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.069	1.904	2.083	1.937	2.122	2.037

Capsula No	No	G	R	D	W	E	B	M	Y	S
Suelo Humedo + Capsula	gr.	104.62	101.87	94.43	103.78	119.65	97.84	96.87	106.48	116.32
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	87.81	85.50	82.91	87.93	100.97	86.02	83.46	90.81	101.79
Peso del Agua	gr.	16.81	16.37	11.52	15.85	18.68	11.82	13.41	15.67	14.53
Peso de la Capsula	gr.	21.32	20.96	19.32	21.56	21.74	20.56	20.87	19.68	21.56
Peso del Suelo Seco	gr.	66.49	64.94	63.59	66.37	79.23	65.46	62.59	71.13	80.23
% de Humedad	%	25.26%	25.21%	18.12%	23.88%	23.56%	18.06%	21.43%	22.03%	18.11%
Promedio de Humedad	%	25.24%	18.12%	23.73%	18.06%	21.73%	18.11%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.652	1.612	1.684	1.641	1.743	1.724			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								498.3	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							498.9	0.02	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							499.3	0.03	0.02
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							500.4	0.05	0.05
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							501.4	0.08	0.07

### 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		18.3	0.9		25.5	1.3		26.3	1.3		26.3	1.3	
1.27	01:00		37.9	1.9		48.6	2.5		56.7	2.9		56.7	2.9	
1.91	01:30		62.8	3.2		78.6	4.0		84.6	4.3		84.6	4.3	
2.54	02:00	70.31	89.7	4.5		99.7	5.0		116.7	5.9		116.7	5.9	
3.81	03:00		123.1	6.2		136.7	6.9		156.2	7.9		156.2	7.9	
5.09	04:00	105.00	149.8	7.6		163.5	8.3		191.6	9.7		191.6	9.7	
6.36	05:00		170.6	8.6		189.4	9.6		222.7	11.3		222.7	11.3	
7.62	06:00		186.4	9.4		211.9	10.7		246.5	12.5		246.5	12.5	
8.84	07:00		197.5	10.0		224.5	11.3		266.1	13.5		266.1	13.5	
10.16	08:00		209.3	10.6		233.8	11.8		278.7	14.1		278.7	14.1	

Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velásquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

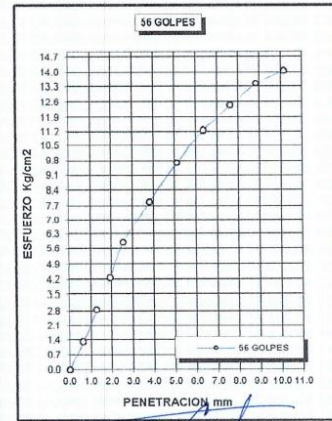
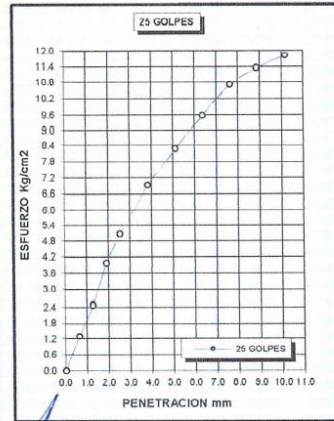
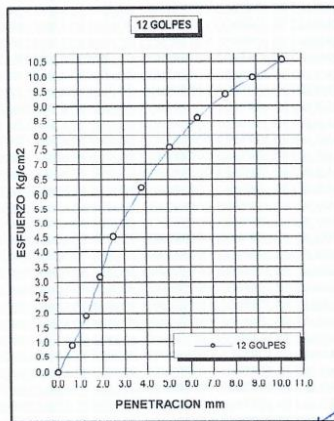
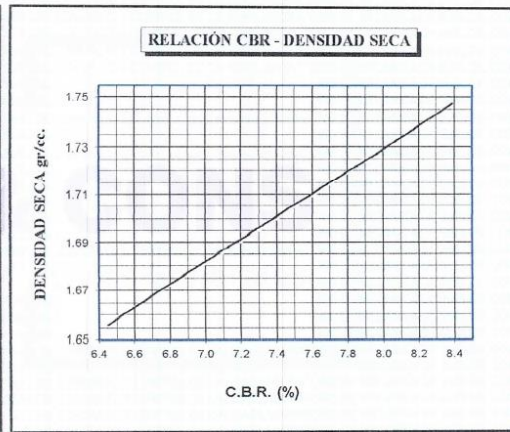
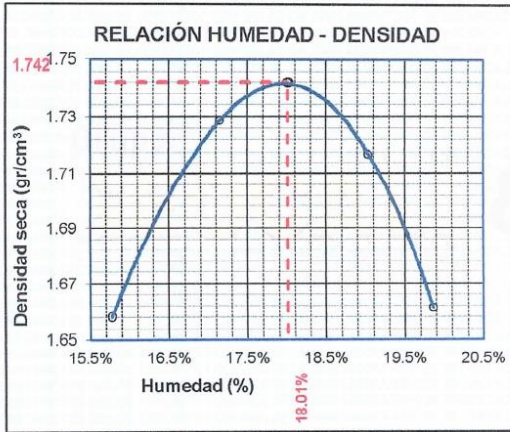
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b> 1.74 <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 18.0%
<b>MUESTRA</b>	C-3 SUELO NATURAL +10% C + 10% CR	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 8.38 <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 6.53
<b>UBICACIÓN</b>	Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML <b>AASHTO</b> : A-4
<b>COORDENADA</b>	19L 381831.5 8281668.9	<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>FECHA</b>	miércoles, 21 de Setiembre de 2022	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuancu 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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL +6% C + 20% CR

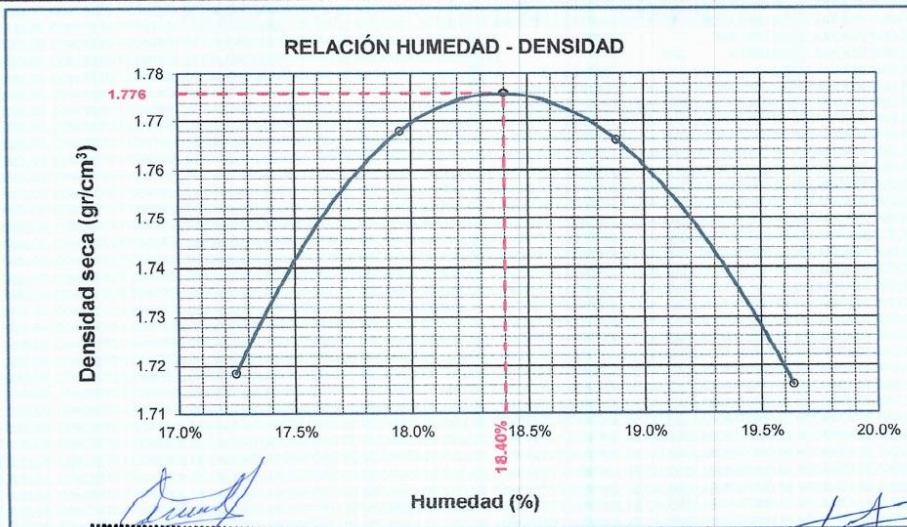
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10652	10801	10831	10733
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4259	4408	4438	4340
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	2.015	2.085	2.099	2.053

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	110.80	113.94	110.10	113.90	114.59	117.71	121.10	139.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	97.88	100.03	97.19	99.88	100.12	102.64	105.18	120.79
Peso del Agua	gr.	12.92	13.91	12.91	14.02	14.47	15.07	15.92	18.31
Peso de la Capsula	gr.	20.97	21.41	22.98	24.13	22.79	23.54	24.87	26.66
Peso del Suelo Seco	gr.	76.9	78.6	74.2	75.8	77.3	79.1	80.3	94.1
% de Humedad	%	16.80%	17.69%	17.40%	18.51%	18.71%	19.05%	19.82%	19.45%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	17.25%		17.95%		18.88%		19.64%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.718		1.768		1.766		1.716	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.776 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	18.40%



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCONVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL +6% C + 20% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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.	12809	12489	12799	12519	12632	12472
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8343	8343	8306	8306	8113	8113
Peso del Molde	gr.	4466	4146	4493	4213	4519	4359
Peso del Suelo Humedo	gr.	2121.25	2121.25	2121.25	2121.25	2113.86	2113.86
Volumen del Suelo	cm3	2.105	1.955	2.118	1.986	2.138	2.062
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3						

Capsula No	No	L	Q	C	T	K	N	B	T	Z
Suelo Humedo + Capsula	gr.	99.56	106.74	100.94	120.43	107.54	119.64	114.56	108.32	109.67
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	84.15	89.38	87.95	102.04	91.65	104.35	98.98	93.61	95.92
Peso del Agua	gr.	15.41	17.36	12.99	18.39	15.89	15.29	15.58	14.71	13.75
Peso de la Capsula	gr.	20.65	21.87	19.28	20.93	19.83	21.19	21.23	20.78	20.98
Peso del Suelo Seco	gr.	63.50	67.51	68.67	81.11	71.82	83.16	77.75	72.83	74.94
% de Humedad	%	24.27%	25.71%	18.33%	22.67%	22.12%	18.39%	20.04%	20.20%	18.35%
Promedio de Humedad	%	24.99%	18.33%	22.40%	18.39%	20.12%	18.35%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.684	1.652	1.730	1.678	1.780	1.742			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.						234.0	0		0	
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00					234.5	0.01		0.01	
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00					235.6	0.04		0.03	
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00					235.9	0.05		0.04	
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00					236.8	0.07		0.06	

### 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		29.8	1.5		37.5	1.9		43.9	2.2		
1.27	01:00		80.1	4.0		74.9	3.8		89.4	4.5		
1.91	01:30		111.6	5.6		120.3	6.1		136.2	6.9		
2.54	02:00	70.31	139.4	7.0		153.5	7.8		168.2	8.5		
3.01	03:00		186.7	9.4		205.8	10.4		231.4	11.7		
5.09	04:00	105.00	226.8	11.5		246.7	12.5		279.4	14.1		
6.35	05:00		267.2	13.5		287.6	14.5		317.4	16.0		
7.62	06:00		294.4	14.9		316.2	16.0		356.2	18.0		
8.84	07:00		312.7	15.8		341.5	17.3		376.7	19.0		
10.16	08:00		320.9	16.2		356.7	18.0		389.4	19.7		

*[Firma]*  
Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



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

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

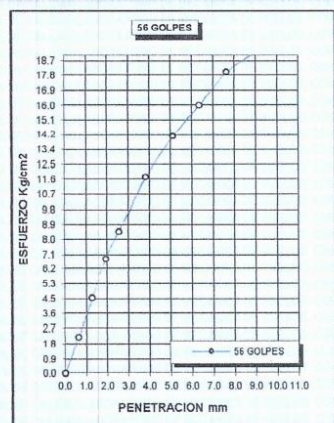
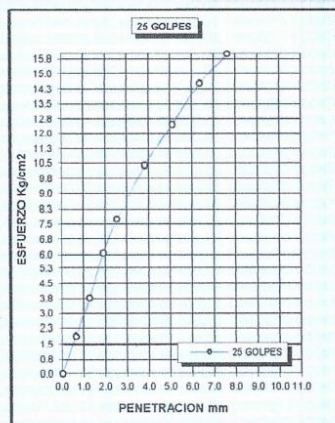
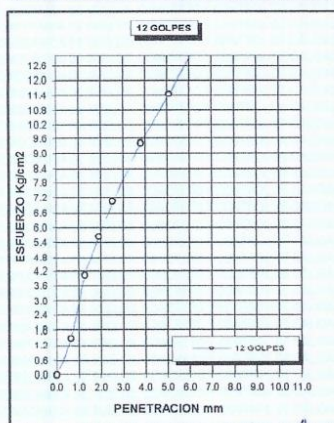
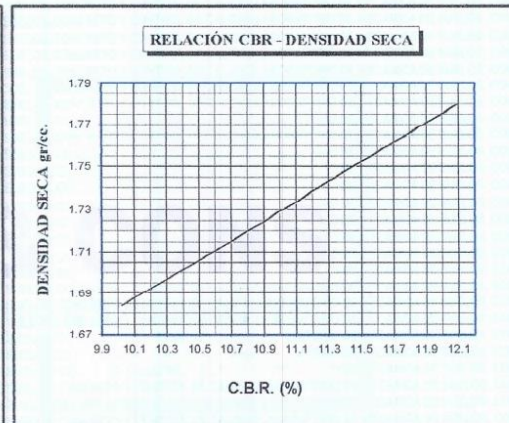
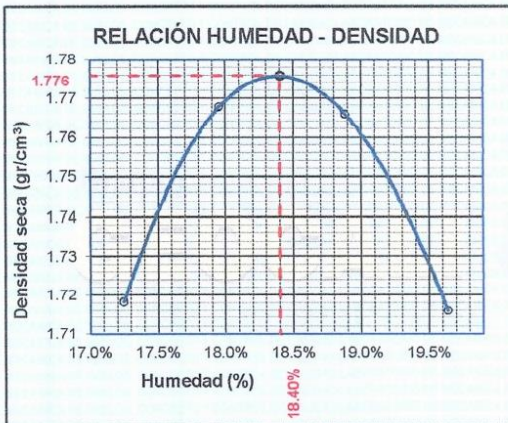
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

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

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON : CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b> 1.78
<b>MUESTRA</b>	: C-3 SUELO NATURAL +6% C + 20% CR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 18.4%
<b>UBICACIÓN</b>	: Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 12.02
<b>COORDENADA</b>	: 19L 381831.5 8281668.9	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 10.09
<b>FECHA</b>	: miércoles, 21 de Setiembre de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



*[Signature]*  
Bach. Ing. Cathie M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL +10% C + 20% CR

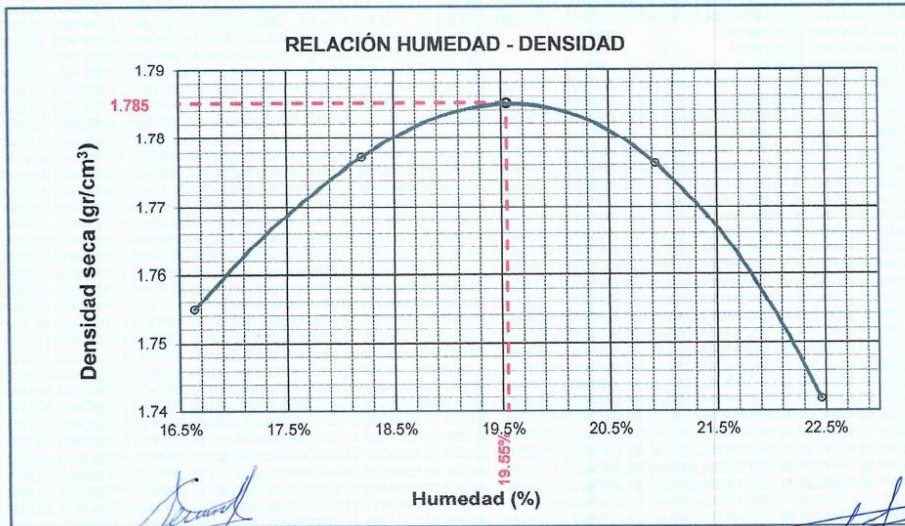
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2114 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10720	10834	10934	10902
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	4327	4441	4541	4509
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.047	2.101	2.148	2.133

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	111.91	113.79	110.59	112.41	114.91	117.31	128.84	141.74
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.14	100.45	97.02	98.64	99.15	100.99	110.12	120.34
Peso del Agua	gr.	12.77	13.34	13.57	13.77	15.76	16.32	18.72	21.40
Peso de la Capsula	gr.	20.68	21.98	21.45	23.98	22.79	24.08	25.12	26.88
Peso del Suelo Seco	gr.	78.5	78.5	75.6	74.7	76.4	76.9	85.0	93.5
% de Humedad	%	16.28%	17.00%	17.96%	18.44%	20.64%	21.22%	22.02%	22.90%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.64%		18.20%		20.93%		22.46%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.755		1.777		1.776		1.742	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.785 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA :	19.55%



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquhuanca 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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL +10% C + 20% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre 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	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12519	12219	12499	12239	12687	12544
Peso del Molde	gr.	8144	8144	8111	8111	8226	8226
Peso del Suelo Humedo	gr.	4375	4075	4388	4128	4461	4318
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2113.86	2113.86	2119.43	2119.43	2115.67	2115.67
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.070	1.928	2.070	1.948	2.109	2.041

Capsula No	No	K	F	V	I	J	P	O	E	Q
Suelo Humedo + Capsula	gr.	102.34	106.87	112.65	99.87	117.45	106.24	109.74	100.32	117.36
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	87.15	90.68	99.45	86.32	100.95	94.15	96.18	88.01	103.27
Peso del Agua	gr.	15.19	16.19	13.20	13.55	16.50	12.09	13.56	12.31	14.09
Peso de la Capsula	gr.	19.86	20.89	21.45	21.54	19.98	20.45	20.89	21.54	19.87
Peso del Suelo Seco	gr.	67.29	69.79	78.00	64.78	80.97	73.70	75.29	66.47	83.40
% de Humedad	%	22.57%	23.20%	16.92%	20.92%	20.38%	16.40%	18.01%	18.52%	16.89%
Promedio de Humedad	%	22.89%	16.92%	20.65%	16.40%	18.26%	16.89%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.684	1.649	1.716	1.673	1.783	1.746			


### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								153.8	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							154.2	0.01	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							154.7	0.02	0.02
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							155.6	0.05	0.04
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							156.2	0.06	0.05

### 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
0.00	0:00			0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30			34.2	1.7		39.9	2.0		46.1	2.3	
1.27	01:00			86.1	4.4		89.4	4.5		94.7	4.8	
1.91	01:30			120.4	6.5		134.4	6.9		147.3	7.4	
2.54	02:00	70.31		158.3	8.0		168.3	8.5		187.2	9.5	
3.81	03:00			213.8	10.8		231.3	11.7		247.6	12.5	
5.09	04:00	105.00		259.3	13.1		284.4	14.4		306.4	15.5	
6.35	05:00			299.7	15.1		329.7	16.7		353.8	17.9	
7.62	06:00			334.4	16.9		361.8	18.3		395.4	20.0	
8.84	07:00			359.2	18.2		385.2	19.5		419.2	21.2	
10.16	08:00			370.1	18.7		398.4	20.1		436.2	22.0	

  
 Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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



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

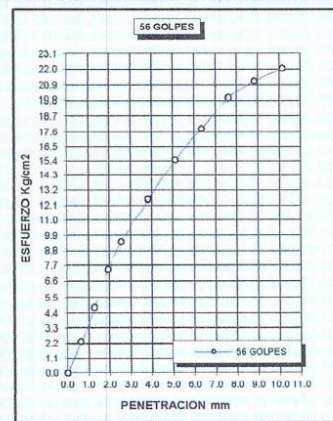
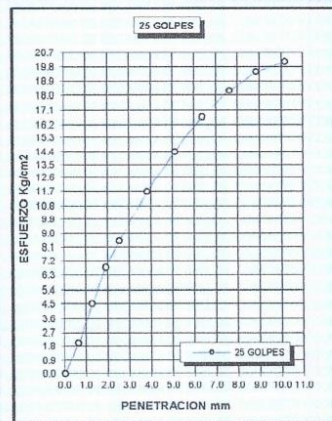
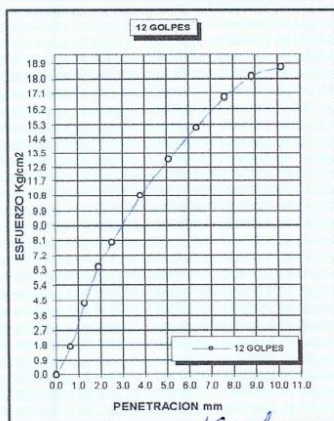
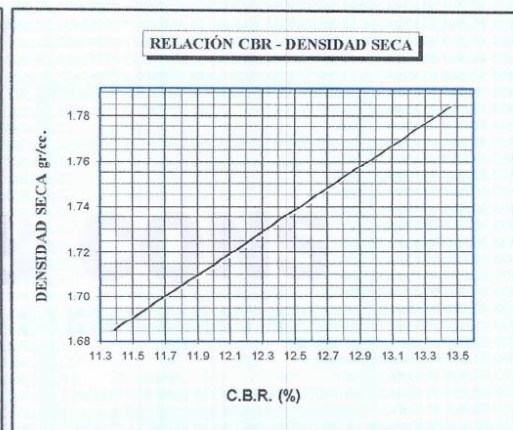
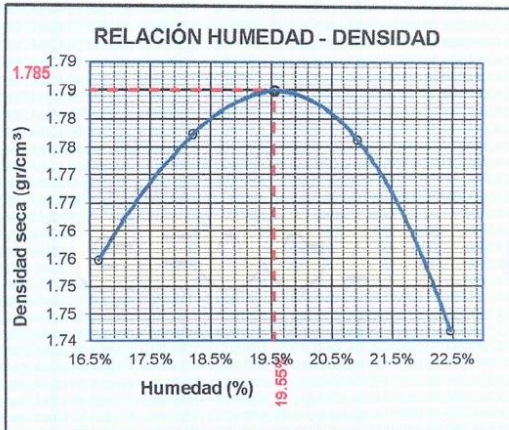
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

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

RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b> "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> : 1.79 <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> : 19.6% <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> : 13.51 <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> : 11.64
<b>MUESTRA</b> : C-3 SUELO NATURAL +10% C + 20% CR	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML <b>AASHTO</b> : A-4
<b>UBICACIÓN</b> : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b> : 19L 381831.5 8281668.9	
<b>FECHA</b> : miércoles, 21 de Setiembre de 2022	



*Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velásquez*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



**Ing. Wilder Colquhuanca Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP N° 709171

# 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

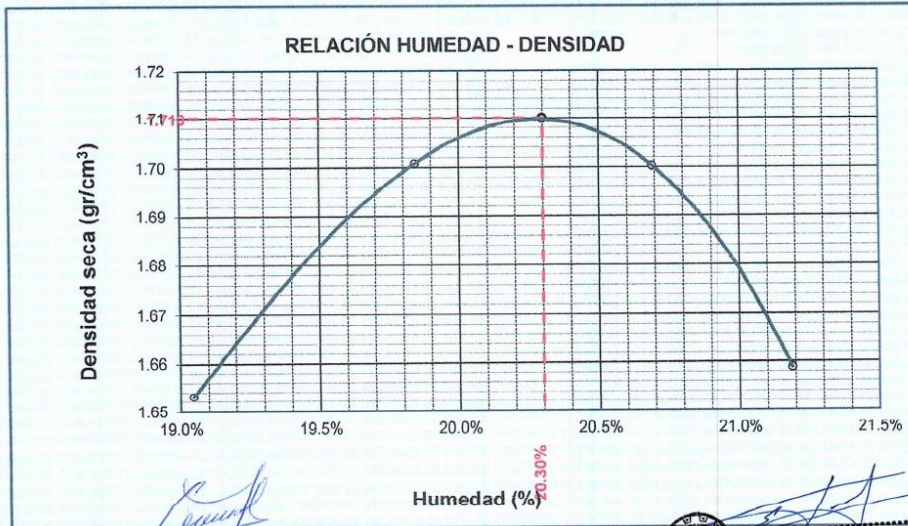
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma  
**UBICACIÓN** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno  
**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL +12% C + 25% CR  
**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2114 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10553	10702	10731	10643
Peso del Molde	gr.	6393	6393	6393	6393
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4160	4309	4338	4250
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.968	2.038	2.052	2.010

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	113.87	113.25	133.72	110.21	106.98	113.35	99.11	110.71
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	99.35	98.45	115.21	95.26	92.50	97.30	85.64	94.76
Peso del Agua	gr.	14.52	14.80	18.51	14.95	14.48	16.05	13.47	15.95
Peso de la Capsula	gr.	22.30	21.56	20.45	21.08	21.65	20.67	21.59	20.04
Peso del Suelo Seco	gr.	77.1	76.9	94.8	74.2	70.9	76.6	64.1	74.7
% de Humedad	%	18.84%	19.25%	19.53%	20.15%	20.44%	20.94%	21.03%	21.35%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	19.05%		19.84%		20.69%		21.19%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.653		1.701		1.700		1.659	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.710 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	20.30%



Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuancu Caro  
 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

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCONVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Andres Angel Luque Puma

**UBICACION** : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno

**MUESTRA** : C-3 SUELO NATURAL +12% C + 25% CR

**FECHA** : miércoles, 21 de Setiembre de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	No DE CAPAS	5	5	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.	12478	12168	12507	12237	12674	12516
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8144	8144	8111	8111	8226	8226
Peso del Molde	gr.	4334	4024	4396	4126	4448	4290
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2113.86	2113.86	2119.43	2119.43	2115.67	2115.67
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.050	1.904	2.074	1.947	2.102	2.028
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	K	F	V	I	J	P	O	E	Q
Suelo Humedo + Capsula	gr.	70.89	84.20	74.55	74.68	84.51	73.49	77.95	71.83	97.73
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	60.18	71.10	65.43	64.07	71.96	64.48	67.37	62.44	84.90
Peso del Agua	gr.	10.71	13.10	9.12	10.61	12.55	9.01	10.58	9.39	12.83
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	20.60	21.40	21.30	20.10	21.00	21.00	21.80
Peso del Suelo Seco	gr.	39.83	50.60	44.83	42.67	50.66	44.38	46.37	41.44	63.10
% de Humedad	%	26.89%	25.89%	20.34%	24.87%	24.77%	20.30%	22.82%	22.66%	20.33%
Promedio de Humedad	%	26.39%	20.34%	24.82%	20.30%	22.74%	20.33%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.622	1.582	1.662	1.618	1.713	1.685			

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/09/2022	12:00: a.m.								463.2	0	0
17/09/2022	12:00: a.m.	24:00:00							463.7	0.01	0.01
18/09/2022	12:00: a.m.	48:00:00							464.5	0.03	0.03
19/09/2022	12:00: a.m.	72:00:00							464.9	0.04	0.04
20/09/2022	12:00: a.m.	96:00:00							465.8	0.07	0.06

### 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		33.5	1.7		37.1	1.9		42.8	2.2		46.8	2.2	
1.27	01:00		87.2	4.4		90.4	4.6		96.8	4.9		103.2	4.9	
1.91	01:30		130.5	6.6		136.7	6.9		150.7	7.6		164.8	7.6	
2.54	02:00	70.31	170.3	8.6		181.5	9.2		196.4	9.9		211.2	9.9	
3.81	03:00		226.8	11.5		254.3	12.9		276.4	14.0		301.2	14.0	
5.09	04:00	105.00	268.4	13.6		308.7	15.6		336.1	17.0		364.8	17.0	
6.35	05:00		308.8	15.6		346.8	17.5		372.9	18.8		400.8	18.8	
7.62	06:00		341.7	17.3		385.2	19.5		409.8	20.7		436.8	20.7	
8.84	07:00		367.8	18.6		408.7	20.7		437.6	22.1		463.8	22.1	
10.16	08:00		384.7	19.4		421.9	21.3		451.8	22.8		490.8	22.8	

Bach. Ing. Gabriela M. Apaza Velasquez  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS + CONTROL DE CALIDAD



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

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

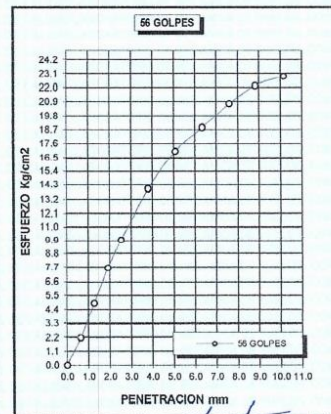
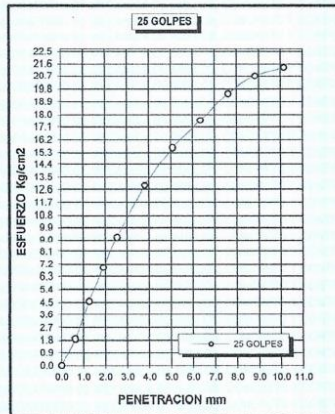
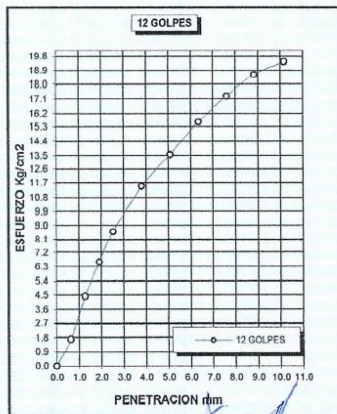
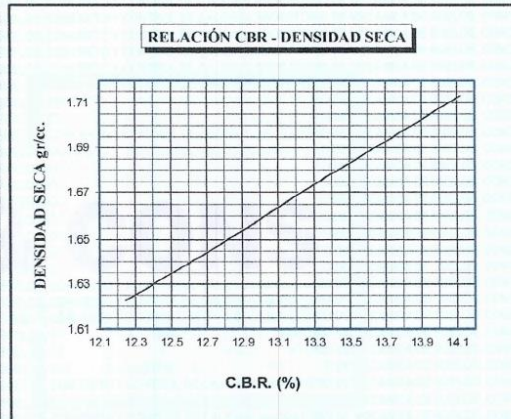
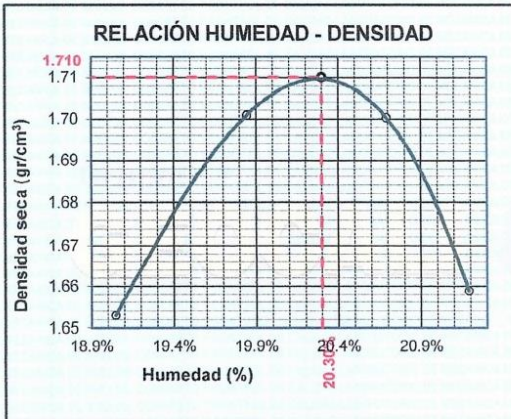
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

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

<b>TESIS</b> "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADAS CON : CONCRETO RECICLADO Y CAL EN VIAS URBANAS, AVENIDA CIRCUNVALACION ESTE, JULIACA, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. Andres Angel Luque Puma	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> : 1.71 <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> : 20.3% <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> : 14.06 <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> : 12.29
<b>MUESTRA</b> : C-3 SUELO NATURAL +12% C + 25% CR	<b>CLASIFICACION</b> : ML <b>AASHTO</b> : A-4 <b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>UBICACION</b> : Dist. Juliaca - Prov. San Roman - Dep. Puno	
<b>COORDENADA</b> : 19L 381831.5 8281668.9	
<b>FECHA</b> : miércoles, 21 de Septiembre de 2022	



Bach. Ing. Gabriel M. Apaza Velasquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

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

Anexo 6. Certificados de equipos de laboratorio

# AG4

INGENIERIA & METROLOGIA

SOLUCIONES EN INGENIERIA & METROLOGIA

**RUC:20604580570**

CARGO CERTIFICADOS

Consecutivo : 001-005

Expediente : S-0038-2022

Solicitante : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.

RUC : 20605082310

ITEM	EQUIPO	CERTIFICADO
1	PRENSA CBR	CF-008-2022
2	HORNO	CT-013-2022
3	COPA CASAGRANDE	CL-168-2022
4	MARTILLO MODIFICADO	CL-164-2022
5	MOLDE MODIFICADO	CL-165-2022
6	MARTILLO ESTÁNDAR	CL-166-2022
7	MOLDE ESTANDAR	CL-167-2022
8	HUMEDOMETRO	CH-011-2022

NOTA:

VA CON STICKER

  
Luigi Asenjo  
Metrologo



AV. BETANCOURT MZA. C LOTE. 31 - LOS OLIVOS DE PRO - LIMA - LOS OLIVOS

Ventas: 997045343 - 955851191

ventasag4ingenieria@gmail.com

LIMA - PERU



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-165-2022**

**Expediente** : 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** : MOLDE PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : M-2  
**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 LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA STANDARD 600 kN-m/m<sup>3</sup> MTC E 116 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 698.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones:**

- 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 Ingeniería & Metrología

  
 Luiggi Asenjo  
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 391

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

Diametro promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
152.46	0.03	151.7 a 153.1

Altura promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
116.45	0.03	115.9 a 116.9

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%.

  
 Luigi Aserio  
 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 validos 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 recalibracion 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.

Luigi Aseño 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





### 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 Internaciones 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%.

  
 Luigi Aserio  
 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 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 unTermometro digital con 10 termopares utilizando el "PC-018 "Procedimiento para la calibracion o caracterizacion de medios isotermos con aire como medio termostatico". INDECOPI-Segunda Edicion - 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.

Luigi Asenjo G  
Jefe de Metrologia



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](mailto:ventasag4ingenieria@gmail.com)  
[ventas@ag4im.com](mailto:ventas@ag4im.com)

🌐 [www.ag4ingenieria.com](http://www.ag4ingenieria.com)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

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		

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**

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Termometro de indicación Digital con sensores	CTM-001-2021
Patron 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.

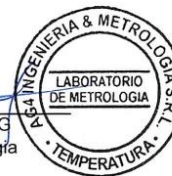
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termometro propio del medio isotermo: **0.6 °C**

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

La estabilidad es considerada igual a ±1/2 máx. DTT.

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

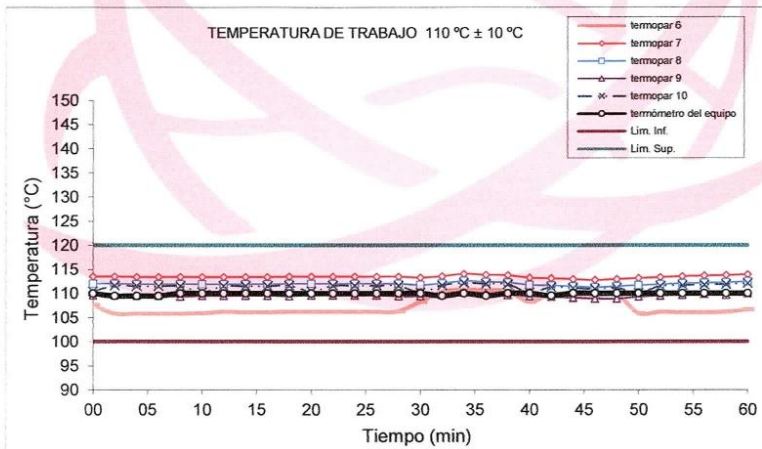
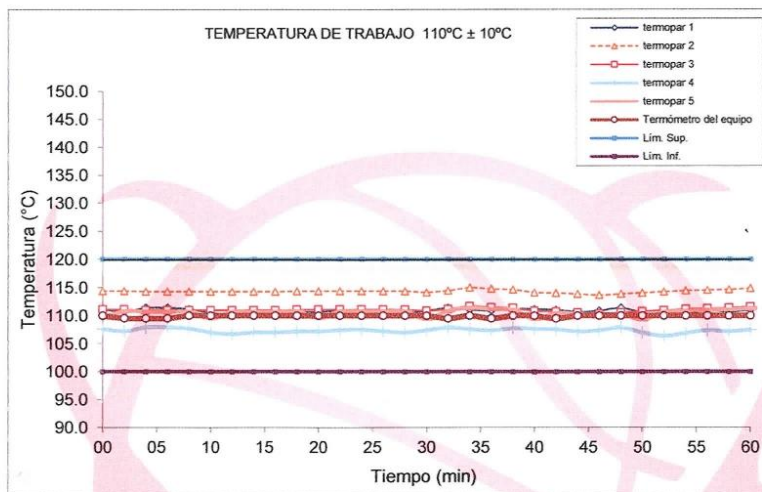
☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022



Luiggi Aserjo  
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

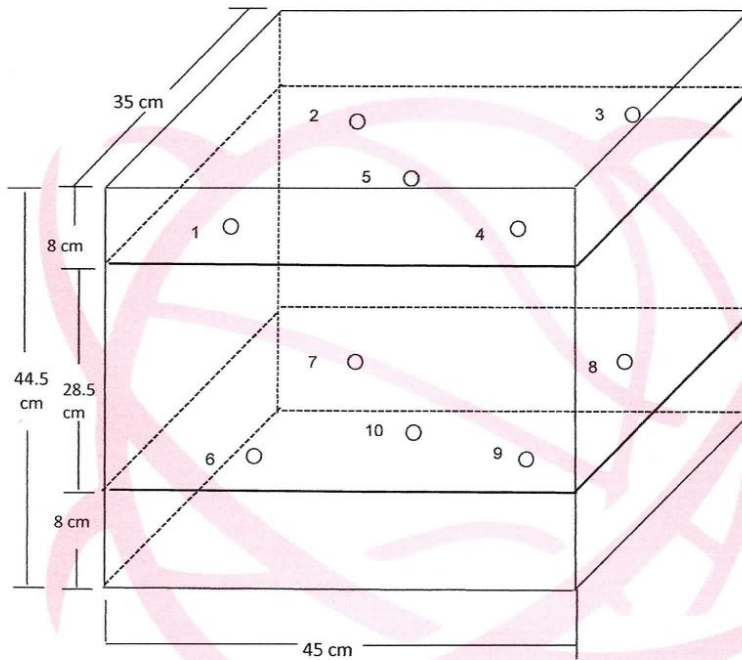
🌐 www.ag4ingenieria.com



**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.

  
Luigi Asenjo  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ [ventasag4ingenieria@gmail.com](mailto:ventasag4ingenieria@gmail.com)  
[ventas@ag4im.com](mailto:ventas@ag4im.com)

🌐 [www.ag4ingenieria.com](http://www.ag4ingenieria.com)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 1 de 3

<b>Expediente:</b>	<b>S-0038-2022</b>		
<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.</b>		
<b>Capacidad</b>	<b>5 000 kgf</b>		
<b>Dirección de carga</b>	<b>Ascendente</b>		
<b>FABRICANTE</b>	<b>KAIZACORP</b>		
<b>Modelo</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Serie</b>	<b>508</b>		
<b>Indicador Digital (modelo // Serie)</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Celda de Carga (modelo // Serie)</b>	<b>ZEMIC//H3-C3//VC146299</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA</b>		
<b>Codigo Identificacion</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Norma utilizada</b>	<b>ASTM E4 // ISO 7500-1</b>		
<b>Temperatura de prueba °C</b>	<b>Inicial</b>	<b>22.9</b>	<b>Final 23.2</b>
<b>Inspección general</b>	<b>La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento</b>		
<b>Intervalo calibrado</b>	<b>De 500 a 5000 kgf</b>	<b>10% al 100%</b>	
<b>Solicitante</b>	<b>GRUPO GEOCALI &amp; CONS E.I.R.L.</b>		
<b>Dirección</b>	<b>JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA</b>		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	<b>Tipo / Modelo</b>	<b>CELDA DE CARGA</b>	
	<b>Certif. de calibr.</b>	<b>INF-LE N° 168-21 PUCP</b>	
<b>Unidades de medida</b>	<b>Sistema Internacional de Unidades (SI)</b>		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	<b>2022/02/04</b>		
<b>FECHA DE EMISION</b>	<b>2022/02/07</b>		
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>			

**Jefe de Metrologia**  
**Luiggi Asenjo G.**



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ [ventasag4ingenieria@gmail.com](mailto:ventasag4ingenieria@gmail.com)  
[ventas@ag4im.com](mailto:ventas@ag4im.com)

🌐 [www.ag4ingenieria.com](http://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	0.00	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**

Jefe de Metrología  
Luiggi Asenjo G.




PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA 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 Peru.

**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**

Jefe de Metrologia  
Luigi 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**  
**CL-161-2022**

**Expediente** : S-0023-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : COPA CASA GRANDE  
**Marca:** : METROTEST  
**Modelo:** : MS-53  
**Serie:** : 132  
**Identificación:** : NO INDICA  
**Procedencia:** : PERU  
**Contador** : NO APLICA  
**División mínima:** : 1 V  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-03  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronómetro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado.  
 Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000) Determinación de Límite Líquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. AG4 INGENIERIA. 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 documento. 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.

- (\*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.



*[Signature]*  
 Luigg 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



# AG4

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CL-161-2022

Página 2 de 2

### Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	25.1 °C	25.2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

### PATRONES DE REFERENCIA:

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 Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

### RESULTADOS

#### APARATO DE LIMITE LIQUIDO

Descripción	Métrico (mm)	Tolerancia (mm)	Dimensiones		
			Ingles (in)	Tolerancia (in)	
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa A	54.324	54 ±0.5	2.14	0.020
	Espesor de la copa B	2.062	2 ±0.1	0.08	0.004
	Profundidad de la copa C	27.43	27 ±0.5	1.08	0.020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base N	48.598	47 ±1	1.91	0.039
	Espesor K	50.37	50 ±2	1.98	0.08
	Largo L	150.87	150 ±2	5.94	0.08
	Ancho M	125.362	125 ±2	4.94	0.08

#### RANURADOR

Espesor a	9.58	0.1	0.38	0.004
Borde Cortante b	3.224	0.1	0.13	0.004
Ancho c	14.822	0.1	0.58	0.004

Luigi Aserio 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 7. Reporte Turnitin



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO DE LA TESIS**

Estabilización de Subrasantes Modificadas con Concreto Reciclado y  
Caj en Vías Urbanas, Avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022

**AUTOR:**  
Luque Puma, Andrés Ángel (<https://orcid.org/0000-0002-4817-5307>)

**ASESOR:**  
Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (<https://orcid.org/0000-0002-1968-9122>)

**Resumen de coincidencias** X

23 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	16 %	>
	Fuente de Internet		
2	Entregado a Universida...	3 %	>
	Trabajo del estudiante		
3	www.slideshare.net	1 %	>
	Fuente de Internet		
4	hdl.handle.net	1 %	>
	Fuente de Internet		
5	Entregado a Universida...	<1 %	>
	Trabajo del estudiante		
6	repositorio.uss.edu.pe	<1 %	>
	Fuente de Internet		
7	pesquisa.bvsalud.org	<1 %	>
	Fuente de Internet		
8	Entregado a Universida...	<1 %	>
	Trabajo del estudiante		
0	repositorio.unsaac.edu...	<1 %	>

Página: 1 de 52    Número de palabras: 13461    Versión solo texto del informe    Alta resolución    Activado



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ABEL ALBERTO MUÑIZ PAUCARMAYTA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de Subrasantes Modificadas con Concreto Reciclado y Cal en Vías Urbanas, Avenida Circunvalación Este, Juliaca, Puno 2022", cuyo autor es LUQUE PUMA ANDRES ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 03 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ABEL ALBERTO MUÑIZ PAUCARMAYTA <b>DNI:</b> 23851049 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1968-9122	Firmado electrónicamente por: AMUNIZP02 el 03-12- 2022 20:02:53

Código documento Trilce: TRI - 0470612