



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de subrasantes blandas modificados con  
concreto reciclado en caminos vecinales, carretera  
Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL

**AUTORA:**

Bach. Zamora Huamani, Julieta (ORCID: 0000-0003-3132-5134)

**ASESOR:**

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

Lima - Perú

2021

## **Dedicatoria**

En primer lugar, dedico mi investigación a Dios por haberme bendecido con salud y trabajo.

A mis padres y a mi novio, quienes con mucho esfuerzo me han apoyado incondicionalmente.

## **Agradecimiento**

A Dios porque nada sería posible sin tenerlo a él presente, a mis padres Rosa y Juan quienes con su esfuerzo diario pudieron formar una profesional con carácter, perseverancia, valores y principios morales, ellos son el motivo por el cual continúo mejorando cada día más.

Agradezco al Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta, por su apoyo en el asesoramiento durante mi investigación.

## Índice de contenidos

|   |     |
|---|-----|
| Carátula .....  | i   |
| Dedicatoria .....   | ii  |
| Agradecimiento .....                                      | iii |
| Índice de contenidos .....                                | iv  |
| Índice de tablas .....                                    | v   |
| Índice de figuras .....                                   | vii |
| Resumen .....   | ix  |
| Abstract .....  | x   |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                     | 1   |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                    | 5   |
| III. METODOLOGÍA.....                                     | 20  |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación .....                  | 20  |
| 3.2 Variables y operacionalización.....                   | 21  |
| 3.3 Población, muestra y muestreo .....                   | 22  |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 23  |
| 3.5 Procedimientos .....                                  | 25  |
| 3.6 Método de análisis de datos.....                      | 30  |
| 3.7 Aspectos éticos.....                                  | 34  |
| IV. RESULTADOS.....                                       | 35  |
| V. DISCUSIONES .....                                      | 45  |
| VI. CONCLUSIONES .....                                    | 60  |
| VII. RECOMENDACIONES.....                                 | 62  |
| REFERENCIAS.....  | 64  |
| ANEXOS.....   |     |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 2.1. Categoría de la subrasante.....                                     | 13 |
| Tabla 2.2. Tipos de suelo según su IP.....                                     | 13 |
| Tabla 2.3. Alternativas de estabilización de suelos .....                      | 14 |
| Tabla 3.1. Ensayos e instrumentos a utilizar en la investigación .....         | 24 |
| Tabla 3.2. Ensayos e instrumentos a utilizar en la investigación .....         | 24 |
| Tabla 3.3. Rangos y magnitud de validez de contenido .....                     | 24 |
| Tabla 3.4. Ubicación geográfica de calicatas en estudio.....                   | 27 |
| Tabla 3.5. Estudio de los ensayos realizados del laboratorio.....              | 29 |
| Tabla 3.6. Análisis granulométrico del concreto reciclado por tamizado.....    | 29 |
| Tabla 3.7. Análisis de abrasión los ángeles del concreto reciclado .....       | 30 |
| Tabla 3.8. Clasificación del suelo límite Atterberg y CH – SN* .....           | 31 |
| Tabla 3.9. Proctor modificado de las 4 calicatas con 10%, 15% y 20% de CR* ... | 31 |
| Tabla 3.10. Determinación de la capacidad de soporte del CR .....              | 32 |
| Tabla 3.11. Determinación de la capacidad de soporte del CR .....              | 33 |
| Tabla 4.1. Resultados de la clasificación SUCS y AASHTO.....                   | 36 |
| Tabla 4.2. Proctor modificado de las calicatas con 10%, 15% y 20% de CR .....  | 38 |
| Tabla 4.3. Resultados del CBR de SN con adición con 10%, 15% y 20% de CR       | 41 |
| Tabla 4.4. Resultados de la variación del índice de plasticidad .....          | 43 |
| Tabla 5.1 Prueba t de Student – Calicata 1 - MDS.....                          | 49 |
| Tabla 5.2 Prueba t de Student – Calicata 2 - MDS.....                          | 50 |
| Tabla 5.3 Prueba t de Student – Calicata 3 - MDS.....                          | 50 |
| Tabla 5.4 Prueba t de Student – Calicata 4 - MDS.....                          | 50 |
| Tabla 5.5 Prueba t de Student – Calicata 1 - CBR .....                         | 52 |
| Tabla 5.6 Prueba t de Student – Calicata 2 - CBR .....                         | 53 |
| Tabla 5.7 Prueba t de Student – Calicata 3 - CBR .....                         | 53 |
| Tabla 5.8 Prueba t de Student – Calicata 4 - CBR .....                         | 53 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 5.9 Prueba t de Student – Calicata 1 - IP .....                     | 55 |
| Tabla 5.10 Prueba t de Student – Calicata 2 - IP .....                    | 56 |
| Tabla 5.11 Prueba t de Student – Calicata 3 - IP .....                    | 56 |
| Tabla 5.12 Prueba t de Student – Calicata 4 - IP .....                    | 56 |
| Tabla 5.13 Prueba t de Student – estabilidad de subrasantes blandas ..... | 58 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1. Comunidad de Osnomocco .....                              | 4  |
| Figura 1.2. Comunidad de Atumpata Alta.....                           | 4  |
| Figura 2.1. Material del concreto reciclado.....                      | 12 |
| Figura 2.2. Densidad seca .....                                       | 15 |
| Figura 2.3. Ensayo del CBR en laboratorio .....                       | 16 |
| Figura 3.1. Ejecución de flujograma.....                              | 25 |
| Figura 3.2. Extracción de muestra natural, calicata 02 Km 00+500..... | 26 |
| Figura 3.3. Extracción de muestra natural, calicata 01 Km 00+000..... | 26 |
| Figura 3.4. Extracción de muestra natural, calicata 03 Km 1+000.....  | 27 |
| Figura 3.5. Extracción de muestra natural, calicata 04 Km 1+500.....  | 27 |
| Figura 3.6. Trituración del concreto reciclado manual.....            | 28 |
| Figura 3.7. Trituración del concreto reciclado en una molienda.....   | 28 |
| Figura 3.8. Ensayo LL, SN, C1 .....                                   | 31 |
| Figura 3.9. Ensayo LL, SN + 10% CR, C1.....                           | 31 |
| Figura 3.10. Ensayo de LL, SN + 20% CR, C1.....                       | 32 |
| Figura 3.11. Ensayo LL, SN + 15% CR, C1.....                          | 32 |
| Figura 3.12. Ensayo CBR suelo natural, calicata 02 .....              | 33 |
| Figura 3.13. Ensayo CBR suelo natural, calicata 02 .....              | 33 |
| Figura 3.14. Ensayo CBR suelo natural, calicata 03 .....              | 33 |
| Figura 3.15. Ensayo LP, SN, C4.....                                   | 34 |
| Figura 3.16. Ensayo LP - SN, C1.....                                  | 34 |
| Figura 3.17. Ensayo LP, SN + 20% CR, C2 .....                         | 34 |
| Figura 3.18. Ensayo LP, SN + 15% CR, C1 .....                         | 34 |
| Figura 4.1. Mapa político del Perú .....                              | 35 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 4.2. Mapa político del departamento de Apurímac .....                 | 35 |
| Figura 4.3. Mapa del distrito de Abancay .....                               | 35 |
| Figura 4.4. Ensayo de PM, C-01, SN + 10% CR .....                            | 38 |
| Figura 4.5. Ensayo de PM, C-01 en su EN.....                                 | 38 |
| Figura 4.6. Gráfico de la densidad seca máxima.....                          | 38 |
| Figura 4.7. Gráfico de variación de contenido óptimo de humedad .....        | 39 |
| Figura 4.8. Ensayo de CBR, C-01 en su EN.....                                | 40 |
| Figura 4.9. Ensayo de CBR, +10% CR.....                                      | 40 |
| Figura 4.10. Gráfico del CBR al 100% adicionado 10%, 15% y 20% CR .....      | 41 |
| Figura 4.11. Gráfico del CBR al 95% adicionado 10%, 15% y 20% CR .....       | 41 |
| Figura 4.12. Gráfico del límite de Atterberg adicionado 10%, 15% y 20% de CR | 43 |

## Resumen

Este estudio se titula: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado (CR) en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021, se fijó por objetivo calcular la variación de la estabilización de las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, se aplicó la metodología, científica, tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental, y nivel explicativo. Los resultados mostraron que al adicionar las proporciones del 10%, 15% y 20% del CR mejora la capacidad de soporte del suelo mejorando su estabilización de la subrasante. Se alcanzó los resultados del suelo tratado con 20% de CR del CBR (100% 0.1”) de 19.55%, con 15% de CR un CBR (100% 0.1”) de 16.83%, el suelo tratado con 10% de CR un CBR (100% 0.1”) de 13.52%. Por lo tanto, los valores obtenidos se consideran mayores al CBR (100% 0.1”) del suelo natural 6.91%. Se concluye que un 95% de confiabilidad dentro de los promedios del CBR (100% 0.1”) del suelo natural y del suelo con adicionamiento de diferentes porcentajes existe una diferencia alta significativa con el CBR (100% 0.1”) confirmando que el suelo tratado con porcentajes de concreto reciclado influye significativamente, y de manera positiva en el CBR (100% 0.1”).

Palabras Claves: Estabilización, subrasantes blandas, concreto reciclado, suelo.

## **Abstract**

This study is entitled: Stabilization of modified soft subgrades with recycled concrete (CR) in neighborhood roads, Osnomocco road – Atumpata Alta, Apurímac 2021, the objective was set to correlate the variation of the stabilization of soft subgrades modified with recycled concrete in neighborhood roads, the methodology, scientific, applied type, quantitative approach, experimental design, and explanatory level were applied. The results showed that by adding the proportions of 10%, 15% and 20% of the CR improves the support capacity of the soil improving its stabilization of the subgrade. The results of treated soil were achieved with 20% CR a CBR (100% 0.1") of 19.55%, with 15% CR a CBR (100% 0.1") of 16.83%, treated soil with 10% CR a CBR (100% 0.1") of 13.52%. Therefore, the values obtained are considered higher than the CBR (100% 0.1") of the natural soil 6.91%. It is concluded that a 95% reliability within the averages of the CBR (100% 0.1") of the natural soil and the soil with addition of different percentages there is a significant high difference with the CBR (100% 0.1") confirming that the soil treated with percentages of recycled concrete influences significantly, and positively in the CBR (100% 0.1").

Keywords: Stabilization, soft subgrades, recycled concrete, soil.

## I. INTRODUCCIÓN

En este estudio se emplearon nuevas técnicas para la estabilización de las subrasantes con la finalidad de incrementar sus propiedades físicas y mecánicas de los caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta.

A nivel internacional, en el mundo el continuo incremento de las construcciones y la infraestructura social ofrecen una perspectiva favorable para este sector, donde la demanda de mayor cantidad de agregados de mejor calidad está teniendo un crecimiento paulatino. Situación que, a la actualidad, ha provocado una importante degradación del ambiente ya que las áreas de explotación son cada vez mayores. Por otro lado, cuando estas estructuras cumplen su vida útil son demolidas, generando billones de toneladas de residuos de agregados y materiales al año, estos desechos son conocidos como “residuos de construcción”. En los miembros de la Unión Europea, se observa que países como Suecia, Dinamarca, Bélgica, Finlandia y otros, han optado por reutilizar cantidades considerables de los residuos generados por la demolición de carreteras. <sup>(1)</sup> Una de las ventajas de las carreteras con concreto reciclado es que mejoran las subrasantes débiles, reduciendo remiendos en roderas y baches. Lamentablemente, en los países de Latinoamérica Perú y México, todavía no se ha aplicado de forma masiva la cultura del reciclaje, incluyendo el reciclaje de materiales de construcción, debido quizás a que existen estudios limitados referentes a este tema en la realidad nacional. <sup>(2)</sup>

A nivel nacional, en el Perú algunos de los casos donde se ha procedido al mejoramiento de subrasantes blandas y pobres aplicando una alternativa de refuerzo más eficaz y económica, fueron la reconstrucción de las carreteras Nauta – Iquitos, Tarma – Jauja y Hualgayoc - Cajamarca; donde a través de proceso constructivo rápido se logró compactar materiales sobre subrasantes deficientes lo que además de ir contra de la ley ambiental también provocaba en acción conjunta con las lluvias la continua erosión de los suelos. Pese a ser una técnica atractiva, las entidades estatales no autorizan el uso de residuos de construcción y técnicas menos costosas, optando por proyectos con importante inversión pública donde se encarecen los costos directos e indirectos, y que disminuyen la posibilidad de abarcar la construcción de más kilómetros de carreteras vialidad y transporte. <sup>(3)</sup>

Realidad problemática, la vía que une la comunidad Osnomocco y Atumpata Alta se encuentran los caminos vecinales sin pavimentar, la superficie de rodadura presenta fallas y fisuras longitudinales en numerosas zonas que en su mayoría se dan por las constantes lluvias y la falta de mantenimiento preventivo.

Formulación del problema, surgió la necesidad de evitar el acelerado deterioro de las vías vecinales a través del mejoramiento de las características de la subrasante utilizando concreto reciclado proveniente de la demolición y sobrantes de las obras de construcción.

Viabilidad y solución, en esta investigación conforme a los resultados obtenidos dio viabilidad en la sustitución del agregado natural convencional (ANC) con un agregado de concreto reciclado que se encuentran en los residuos de construcción para ser posteriormente demolido en la fábrica de concreto o molindas artesanales. Asimismo, se solucionó el acelerado deterioro de los caminos de la comunidad Osnomocco y Atumpata Alta, incorporando porcentajes adicionales a la subrasante y con esto se logró que se incremente sus propiedades físicas y mecánicas para aumentar su estabilización del suelo.

De manera que se planteó el **problema general**: ¿Cuánto se estabiliza las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021?

Teniéndose como definición de los **problemas específicos**; el **primero**: ¿Cuánto varía la densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021?, el **segundo**: ¿Cuánto varía la capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021? y el **tercero**: ¿Cuánto varía el índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021?

Justificación teórica, a las futuras investigaciones se les brindó una base más sólida en el estudio de subrasantes blandas y concretos reciclados. Además, buscó

estudiar un terreno natural donde se apoyó la totalidad de la estructura de los caminos vecinales, para que pueda soportar con éxito las cargas que generen los vehículos al transitar por esta zona lo cual mejoró su resistencia en la vía.

Justificación social, esta investigación contribuyó a los pobladores donde se use el concreto reciclado para la estabilización de la subrasante de los caminos vecinales, de esta forma evidentemente se logró mejores significativas en la habitabilidad de la zona al lograr disminuir la contaminación generada del deterioro del camino vecinal y corregir el aspecto de la carretera.

Justifica metodológica, se consiguió soluciones eficientes de acuerdo a los objetivos planteados, donde la fuente de apoyo principal fueron los instrumentos de medición que se emplearon para cada variable: Independiente y dependiente, ambas variables presentadas en los caminos vecinales de la carretera de la comunidad de Osnomocco y Atumpata Alta de la Provincia Abancay- Apurímac; al mismo tiempo se alcanzó los objetivos que fueron favorables al utilizar concreto reciclado (CR) para el mejoramiento de la calidad de la subrasante.

En este sentido permitió establecer el **objetivo general**: Estabilizar las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021, y como **objetivos específicos**: el **primero**: Estimar la variación de la densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021, el **segundo**: Determinar la variación de la capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales de la carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021 y el **tercero**: Cuantificar la variación del índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

Contexto que permitió formular en este estudio la **hipótesis general**: Las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales se estabilizan significativamente en la carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021 y como **hipótesis específicas**: la **primera**: La densidad

seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales varía significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021, la **segunda**: La capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021 y el **tercero**: El índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay Apurímac 2021.



**Figura 1.1.** Comunidad de Osnomocco

Fuente: Autoría propia.



**Figura 1.2.** Comunidad de Atumpata Alta

Fuente: Autoría propia.

## II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación tomó en cuenta las investigaciones internacionales y nacionales para alcanzar el conocimiento de la experiencia como se muestran en los objetivos, metodología, resultados y conclusiones.

Como **antecedentes nacionales**: Según Torres (2021), <sup>(4)</sup> en su tesis **titulada**: “Adición de concreto reciclado (CR) para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización los Laureles, Callao 2021” Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Tuvo como **objetivo** analizar la influencia de la adición de CR en el mejoramiento de la subrasante, utilizó la **metodología** de tipo aplicada, diseño cuasiexperimental, la muestra estuvo compuesta por tres calicatas, y los ensayos para caracterizar el suelo se realizó mediante el límite de Atterberg, proctor modificado y CBR. Obtuvo **resultados** que adicionando el 20% de CR el IP se redujo a 7%, donde la muestra pasó de tener plasticidad media a una plasticidad baja, logrando una mayor densidad máxima seca de 2.127 gr/cm<sup>3</sup> y la menor humedad óptima de 9.10%; asimismo, obtuvo un C.B.R. al 100% de la M.D.S. de 40.90% y un C.B.R. al 95% de la M.D.S. de 28.50%. **Concluye** que la estabilización de la subrasante con (CR) influye positivamente en las propiedades del terreno.

Seguidamente, Goñas & Saldaña (2020) <sup>(5)</sup> en su artículo de investigación **titulado** “Estabilización de suelos utilizando cenizas de carbón como subrasante mejorada” Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas en Chachapoyas, Perú. Tuvieron como **objetivo** evaluar un subproducto obtenido de cenizas de carbón y su influencia para mejorar las propiedades mecánicas. Aplicaron la **metodología** de diseño experimental completamente al azar. Logrando **resultados** con adición de cenizas de carbón para ensayo del (C.B.R.) del suelo natural en las muestras de la C1 y C2 en la subrasante 2.1% y 2.2%. Con la adición del 15%, 20% y 25% el (C.B.R.) obtenido fueron: 2.3%, 2.9% y 3.5% para suelos de tipo CH de la C1, para la C2 de tipo de suelo OH el (C.B.R.) fueron 2.6%, 3.0% y 3.7%. **Concluyeron** que, estadísticamente se estableció que con la adición del 25% de cenizas de carbón mejora proporcionalmente el comportamiento de la subrasante tanto en la C1 y C2.

Finalmente, Elías et al. (2020),<sup>(6)</sup> en su artículo científico **titulado** “Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado (ACR) sobre el ambiente y la construcción de viviendas en la ciudad de Huamachuco”, en Huamachuco, Universidad Nacional Autónoma de Huanta, Ayacucho, Perú. Tuvieron como **objetivo** estudiar la viabilidad de la incorporación de una fracción fina de los agregados reciclados (AR) procedentes de los residuos de construcción y demolición en la fabricación de mortero para mampostería a base de cemento. Utilizaron la **metodología** experimental de los materiales reciclado de las construcciones. Obtuvieron **resultados** para la resistencia a la compresión ( $f'c=kg/cm^2$ ) sin adicionar (ACR) fueron de (217,11), con adición de CR del 50% (200,18), con el 75% (194,28) y con el 100% (185,77). **Concluyeron** que empleando (ACR) en proporciones de 50%, mostró mejor resistencia a la compresión a los 28 días el 50-R, las proporciones del 75% y 100% logran tendencias casi lineales a los 14 días.

Se tiene como **antecedentes internacionales**: Según Datta y Mofiz (2021),<sup>(7)</sup> en su artículo de investigación **titulada** “Estabilización del suelo de la subrasante de la carretera utilizando áridos reciclados (AR)”, Universidad de Ingeniería y Tecnología de Rajshahi, Bangladesh. Tuvieron como **objetivo** evaluar el material de desecho con una construcción sobre la modificación del suelo arcilloso utilizando agregados de concreto triturado (ACT). Aplicaron la **metodología** experimental cuantitativa. Obtuvieron resultados del ensayo de (C.B.R.) con adición de (AR) del 30% dio el valor de (7.16%) y con el 70% (13.81%). **Concluyeron** que el progreso de las muestras de suelo estabilizadas con los porcentajes 30% y 70% de (AR) el suelo aumenta su resistencia.

Seguidamente, Ospina et al. (2020),<sup>(8)</sup> en su artículo de investigación **titulado**: “Subrasantes de tipo arcillosa mejoradas con la adición de escoria de acero” de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Aplicaron como **objetivo** evaluar cómo se comportan las mezclas de suelo arcilloso al adicionar escoria de acero y comparar los resultados obtenidos con los lineamientos de calidad para considerarlo como subrasante para vías. La **metodología** fue de tipo experimental cuantitativo. Obtuvieron los **resultados** del LL 40.7%, LP 25.1% y un IP de 15.5% con adición de escoria y arcilla caolinita en los porcentajes 0%, 25%, 50% y 75%

que fueron retenidas entre los tamices N° 10 y N° 100 considerándose material fino. **Concluyeron** que con la escoria de acero mejora las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante de arcilla caolinita, reduciendo la plasticidad hasta un 0% y aumentando el valor del (C.B.R.) en un 378.92% logrando obtener una buena adherencia entre los dos materiales.

Finalmente, Gómez et al. (2016),<sup>(9)</sup> en su estudio artículo de investigación **titulado**: “Cambios en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos que se estabilizaron con material cementante” Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, Plantearon como **objetivo** de modificar las propiedades físicas y mecánicas de suelos que se estabilizaron con cal y cemento. Aplicó la **metodología** de tipo experimental científica. Obtuvieron los **resultados** con el incremento de porcentajes de cementantes para el porcentaje del 6% el IP de la cal sin adición bajó hasta en 20%, el IP con la mezcla suelo-cemento fue de hasta 24% y con la adición del 16% de cemento el IP llegó hasta 5%. Para el ensayo (C.B.R.) en estado natural presentó el valor bajo de 7% y para la adición del 6% de la mezcla suelo-cementante su valor fue hasta 45.3% de cal, para adición de 16%, de suelo-cemento 99.4% y para adición de 6% de suelo-cemento su valor fue 23.6%. **Concluyeron** que, un buen método para mejorar suelos arcillosos es incorporar cal y cemento, dado que la subrasante permite reducir los índices de plasticidad generando incremento en la capacidad portante del suelo al adicional los cementantes.

**Artículos internacionales y científicos:** Citado a Masoumeh et al. (2019),<sup>(10)</sup> en su artículo de investigación **titulado**: “Estabilización del suelo con agregado de concreto reciclado de baja calidad”, aplicaron el **objetivo** de determinar los cambios que se producen a nivel físico y químico en la subrasante, tras utilizar concreto reciclado (ACR). La **metodología** utilizada fue de la compactación Proctor estándar y los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión no confinada, Los **resultados** fueron que se estabilizó un suelo de subrasante arcilloso utilizando (ACR) y tres materiales cementantes diferentes (cal, cenizas volantes de clase C, y una combinación de cemento Portland y cenizas volantes). Las mezclas de suelo arcilloso-cemento que contenían 0%, 50% y 100% de (ACR), procedentes de dos pavimentos de concreto agrietado D, se diseñaron siguiendo el método del Cuerpo

de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. **Concluyeron** que los áridos de concreto reciclado (ACR) son el resultado del reciclaje de pavimentos de concreto de cemento Portland. El uso de (ACR) como agregados en proyectos de pavimentación, donde los agregados de calidad virgen son escasos, ofrece beneficios económicos y ambientales. El (ACR) se utiliza habitualmente en la capa de base o subbase no ligada de los pavimentos. Los (ACR) de menor calidad (es decir, procedentes de pavimentos con grietas) pueden utilizarse en la estabilización del suelo de la subrasante.

Luego, Pacheco et al. (2017),<sup>(11)</sup> en su artículo de investigación **titulado**: “Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión” Revista Científica Ingeniería y Desarrollo - Universidad del Norte, Colombia, aplicaron el **objetivo** de comprobar la viabilidad de la reutilización de la madera, el plástico y el concreto en obras de construcción. Utilizaron la **metodología** de tipo aplicada, transversal con diseño cuasi experimental. Obtuvieron **resultados** de una investigación realizada en 75 obras de construcción situadas en varios distritos de la ciudad de Barranquilla, en las que se realizaron encuestas sobre problemas como la gestión, el tratamiento y la eliminación final, al tiempo que se indagaba sobre el conocimiento de la normativa local para la gestión de los RCD. Arribaron a la **conclusión** que se descubrió que los procedimientos de gestión de los (RCD) que se utilizan actualmente en el sector de la construcción eran ineficaces. sugiriendo una solución de un plan para mejorar el modelo de gestión (que incluye el uso y la transformación) con el objetivo de implantarlo en toda la ciudad en los próximos años.

Seguidamente, Ochoa & Bizarreta (2020),<sup>(12)</sup> en su artículo de investigación **titulado**: “evaluar el uso de residuos de concreto de fracción fina (RC-fino), con partículas menores a 2mm, para mejorar un suelo de subrasante blando de origen residual” Universidad Federal de la Integración Latinoamericana, Instituto Latino-Americano de Tecnología, Infraestructura y Territorio, Foz de Iguazú, Brasil. Tuvieron el **objetivo** de evaluar la utilización de residuos de concreto fino, para el mejoramiento de un suelo con subrasante residual. Aplicaron la **metodología** de tipo aplicada incluyó el análisis de los parámetros de compactación y características

físicas del suelo. Obtuvieron **resultados** con el método Atterberg en la densidad específica de los sólidos (DES) y límites el valor de 2.80 g/cm<sup>3</sup> y del (RC-fino) 2.62 g/cm<sup>3</sup>, el incremento del porcentaje (RC-fino) en las mezclas disminuye la (DES) y los límites de Atterberg. Tornando la mezcla no plástica en su adición de 60% de residuo. **Concluyeron** que, el suelo residual que se analizó resultó tener propiedades inadecuadas para su uso como subrasante, lo que se confirmó mediante pruebas. El aumento de las propiedades de expansión, del (C.B.R.) y de otras características del suelo indicado se consigue incorporando al mismo residuo de concreto de fracción fina (RC-fine). De acuerdo con los requisitos brasileños, esto hace que su uso como material de subrasante sea una opción viable para el país (DNIT).

También, Bedoya & Dzuil (2015), <sup>(13)</sup> en su artículo de investigación **titulado**: “El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana”, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, plantearon el **objetivo** la confección de un concreto usando agregados reciclados obtenidos de la valorización de escombros de concreto y mampostería. La **metodología** propuesta fue la caracterización de las materias primas, ensayos de resistencia y durabilidad, y normatividad. Los **resultados** obtenidos para homologar los áridos reciclados, tanto gruesos como finos, a la distribución producida por los áridos naturales de referencia, hay que seguir los siguientes pasos: Agregado: grueso natural; Agregado: fino natural; Agregado: grueso 25-R; 75%, natural-25% reciclado; Agregado: fino 25-R; 75%, natural-25% reciclado; Agregado: grueso 50-R; 50%, natural-50% reciclado; Agregado: fino 50-R; 50%, natural-50% reciclado y agregado: grueso 100-R; 100%, reciclado. **Concluyeron** que se ha establecido que los agregados de escombros reciclados, a pesar de que difieren en algunas de sus características, pueden utilizarse como materia prima en la producción de nuevos materiales de construcción como el concreto, ya que no todas las mezclas son necesarias para fines estructurales.

Finalmente, Mejía et al. (2015), <sup>(14)</sup> en su estudio **titulado**: “Residuos de la construcción: Una opción para recuperación de suelos”, tuvieron o como **objetivo** realizar una caracterización mineral y química de los restos de construcción que se producen en Medellín y determinar su uso potencial. La **metodología** propuesta

fue desarrollar características de los RCDs. Obtuvieron **resultados** que La muestra tenía un porcentaje de humedad del 1,42% y una capacidad máxima de retención de agua del 53%. **Concluyeron** que la caracterización química y mineralógica de los RDC (residuos de construcción y demolición) permite identificar componentes que pueden ser útiles en la biorremediación de suelos dañados por la minería urbana.

Según el Ing. Hugo,<sup>(15)</sup> respecto a las bases teóricas que sustentan las variables se destaca lo siguiente: Se denomina subrasante al suelo en el que se funda toda la capa compactada de un camino vecinal. Alrededor de los años 40, el diseño de camino vecinales era un concepto que se basaba en las propiedades físicas, mineralógicas y químicas de la subrasante, siendo las principales: la clasificación de suelos, la resistencia al corte, la plasticidad, susceptibilidad al drenaje y resistencia a las temperaturas extremas. En la década de los cincuenta, las postrimerías se enfocaron en las propiedades esenciales de la subrasante y con el propósito de lograr una mejor caracterización de los suelos se crearon diferentes ensayos como el que requería de baja velocidad de deformación o de cargas estáticas como el CBR, se reemplazó la compresión simple por ensayos repetición de cargas y por ensayos dinámicos como el módulo resiliente, ya que estos ofrecían un mejor panorama de las tensiones y deformaciones presentadas bajo un camino vecinales.

De acuerdo con Chi,<sup>(16)</sup> la diferencia entre este tipo de agregado de concreto reciclado (ACR) y el natural es que el primero incluye mortero de cemento solidificado, mientras que el segundo no. Este tipo de mortero de cemento se adhiere a los (ACR) que tienen una mayor porosidad y absorción de agua que los agregados naturales porque tienen una menor resistencia que éstos. El concreto, tanto fresco como endurecido se resiente, por ello, las cualidades mecánicas y la durabilidad del concreto se ven comprometidas. Los (ACR) se utilizan para mejorar la resistencia y la durabilidad del concreto fresco y endurecido. En consecuencia, si se puede mejorar el mortero de cemento aglomerado empleando las proporciones más adecuadas, se facilitará el uso de los (ACR) en los proyectos de construcción.

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos que son relevantes para las variables: Según Acosta,<sup>(17)</sup> los agregados de residuos de concreto (CR) son agregados producidos por el reciclaje de residuos de concreto en los que la presencia de otros residuos debe ser mínima. El triturado de concreto procedente de la demolición de estructuras puede utilizarse como componente de la subrasante en la construcción de nuevas infraestructuras o en la rehabilitación de las existentes; es el resultado del triturado de concreto procedente de la destrucción de estructuras. Una opción práctica para la construcción de diferentes estructuras es el empleo del concreto reciclado, ya que el suministro de estos es elevado dado el constante cumplimiento de la vida útil de carreteras, aceras y edificios. El no reciclar este concreto implica que estos terminen en un vertedero donde tendrán un importante impacto ambiental negativo. La reutilización del concreto es cada vez más viable, ya que los lugares de disposición están desapareciendo o disminuyendo, además que se observa un agotamiento de las fuentes de agregados de buena calidad.<sup>(18)</sup>

Según López et al. (2000)<sup>(2)</sup> manifiestan que, de manera que su uso como subrasante es quizás la mejor alternativa ambiental y económico y ambiental, dado que al ser combinado con una delgada capa superficial creará una base de adherencia, que además de ser más económica y requerir de un bajo mantenimiento, incrementará los años de servicio del camino vecinales. Al combinar materiales pulverizados con cemento portland en las carreteras, se logrará un amarre firme entre los nuevos materiales y la vieja superficie, de esta manera se tendrá una capa estabilizada con alta resistencia a la degradación y a los cambios de humedad, sin la necesidad de costosas inversiones a futuro para reemplazar cantidades considerables.

Según Paul (2017),<sup>(19)</sup> se reconoce al concreto reciclado como el concreto fabricado con material de origen artificial que reemplaza a un agregado de origen natural y que va ser reutilizado como agregado en diferentes porcentajes, que van desde el 1% hasta el 100%. Para Silva (2015),<sup>(20)</sup> los materiales aptos para ser reutilizados son los que gozan de resistencia mecánica para soportar una trituración mecánica; en el sector de la construcción se utiliza como material reciclado desde

residuos de plástico. Ospina et al. (2017),<sup>(21)</sup> señala que hasta residuos de concreto reforzado provienen de concreto demolido

Para Bedoya (2019),<sup>(22)</sup> el CR es el resultado de actividades de demolición, construcción o de las fábricas productoras. Se obtiene luego de tres etapas: en primer lugar, debe separarse las impurezas presentes en el concreto; seguidamente se procederá con la rotura y el traslado, ya que generalmente el concreto debe ser fragmentado en pequeños trozos para facilitar su traslado hasta el área de molienda; finalmente, se proceda con el triturado del concreto, la elección del tamaño dependerá del tipo de maquinaria que se emplee en dicho proceso. Esta última etapa requiere del uso de maquinaria especializada para que se generen condiciones equivalentes a la producción de agregados naturales. El uso de este tipo de maquinaria representa una garantía para una posterior clasificación granulométrica, que permitirá una óptima integración y sustitución en porcentajes del agregado durante la fase del diseño de mezclas, incluso se ha llegado a sustituir el 100% de los agregados.



**Figura 2.1.** Material del concreto reciclado

Fuente: Dreamstime.com & Arkiplus.com <sup>(23)</sup> <sup>(24)</sup>

Según Sorsa (2021),<sup>(25)</sup> el concreto, destaca que la subrasante es una sustancia natural que soporta el peso de las construcciones de ingeniería civil. El suelo de la región se mejora o se sustituye para cumplir los parámetros de ingeniería necesarios. Para Usman (2021),<sup>(26)</sup> la deformación continua del suelo sirve de base para el diseño y la evaluación de la estructura de la subrasante. La capacidad de carga del suelo es un factor crucial que tiene un impacto directo en la decisión sobre

el espesor de la capa de pavimento,<sup>(27)</sup> y se encarga de sostener las cargas que se transfieren a la estructura por el flujo de tráfico.<sup>(28)</sup> En pocas palabras, sirve de cimiento para un edificio o para una carretera.<sup>(29)</sup>

**Tabla 2.1. Categoría de la subrasante**

| Categorías                | % de CBR de Subrasante |
|---------------------------|------------------------|
| S0: Subrasante inadecuada | CBR < 3%               |
| S1: Subrasante pobre      | CBR = 3%-5%            |
| S2: Subrasante regular    | CBR = 6%-10%           |
| S3: Subrasante buena      | CBR = 11%-19%          |
| S4: Subrasante muy buena  | CBR = 20%-29%          |
| S5: Subrasante excelente  | CBR > 30%              |

Fuente: Manual de carreteras R.D. N° 2014-MTC/14 (2014)<sup>(30)</sup>

La plasticidad del suelo se define como la capacidad del suelo de alterar su forma cuando se expone a tensiones de compresión sin producir ningún volumen o rotura. La cantidad de humedad presente en los suelos finos tiene un impacto considerable en el módulo de resiliencia del suelo. Un suelo con un alto grado de plasticidad es uno de los tipos de suelo más utilizados para la construcción de carreteras. El índice de plasticidad de un suelo es una función de sus componentes finos, y se calcula utilizando los límites de Atterberg, que describen lo sensible que es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad, fijando los límites de los tres estados de consistencia según su contenido de humedad; un índice de plasticidad bajo indica un suelo que no es demasiado arcilloso, y un índice de plasticidad alto indica un suelo excesivamente arcilloso.<sup>(30)</sup>

**Tabla 2.2. Tipos de suelo según su IP**

| índice de plasticidad | Plasticidad      | Características           |
|-----------------------|------------------|---------------------------|
| IP > 20               | Alta             | Suelos muy arcillosos     |
| IP ≤ 20               | Media            | Suelos arcillosos         |
| IP > 7                |                  |                           |
| IP > 7                | Baja             | Suelos poco arcillosos    |
| IP = 0                | No plástico (NP) | Suelos exentos de arcilla |

Fuente: Manual de carreteras – Sección de suelos y pavimentos (2014)<sup>(30)</sup>

Para Osorio (2010),<sup>(31)</sup> se mencionan algunas propiedades importantes a considerar: La plasticidad, propiedad que refleja el contenido de partículas

escamosas que son responsables de la baja permeabilidad y alta compresibilidad de los suelos. Se le considera una característica relevante dado que permiten conocer si se puede moldear y deformar el suelo sin que llegado a un punto éste proceda a romperse; en otras palabras, se refiere a la capacidad de resistencia a deformaciones del suelo sin que se agriete o desagregue.

Esta magnitud de deformación soportable por un suelo con un grado de humedad, se debe a la distancia de movimiento entre las partículas en la que no pierden su cohesión. La presión necesaria para generar una deformación se obtiene calculando el índice de la magnitud de las fuerzas de cohesión mantenido por las partículas, la magnitud de las fuerzas varía dependiendo del grosor de las películas de agua entre partículas. <sup>(31)</sup>

La deformación total depende además de la forma y tamaño de las partículas; siendo indudable que la cantidad de películas que contribuyen a la cohesión está determinada por la superficie total. <sup>(31)</sup>

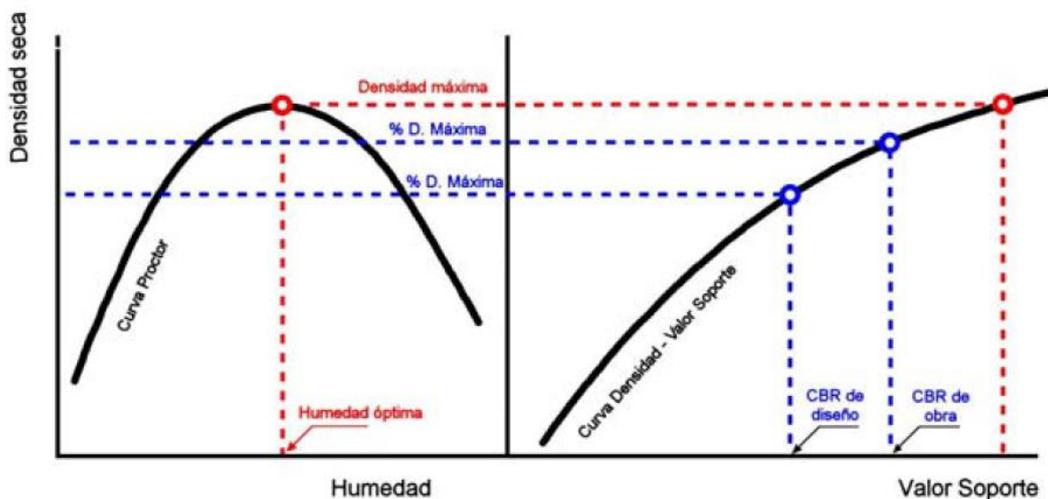
**Tabla 2.3. Alternativas de estabilización de suelos**

| Material        | Tipos de estabilización  |  |  |   |
|-----------------|--|--|--|---|
|                 | Mecánica   | Con cemento  | Con cal  | Con emulsión  |
| Grava           | Adición de finos para prevenir desprendimiento   | Usada cuando hay plásticos finos cantidad de 2 a 4%  | Usada cuando hay plásticos finos cantidad de 2 a 4%  | Adecuada en deficiencia de finos aproximadamente 3% de asfalto residual |
| Arena limpia    | Se adiciona agregados gruesos para dar la estabilidad y finos para evitar desprendimientos | Inadecuada: Genera material quebrado   | Inadecuada: No hay reacción                          | Muy adecuada: De 3 a 5% de asfalto residual                             |
| Arena arcillosa | Adición de gruesos para mejorar resistencia  | Recomendable 4 - 8%  | Es factible dependiendo del contenido de arcilla     | Se puede emplear de 3 a 4 % de asfalto residual                         |
| Arena arcillosa | Usualmente no es aconsejable   | Recomendable 4 - 12%   | 4 a 8% dependiendo del contenido de arcilla          | Se puede emplear, pero es muy aconsejable                               |
| Arcilla         | No adecuada  | No se aconseja. La mezcla puede favorecer si se mezcla con 2% de cal y luego con 8 y 15% de cemento. | Muy adecuada. Entre 4 y 8% dependiendo de la arcilla | No adecuada   |

Fuente: Norma 017-2012-CE020, Estabilización de suelos y taludes (2012) <sup>(32)</sup>

El contenido de humedad no es más que la cantidad de agua que está presente en una cierta porción de suelo con relación al número de partículas sólidas. Asimismo, se le define como la cantidad de agua que se concentra en un material determinado (suelo, madera, cerámica, rocas), y se calcula con un análisis volumétrico. Además, en cuestión de horas o minutos se puede cambiar la humedad de un suelo, mientras que el secado de este puede llegar a ocurrir en meses. Las carreteras presentan una máxima capacidad de retención de humedad de hasta un 50%.<sup>(33)</sup>

La capacidad de alcanzar niveles aceptables de compactación depende de la cantidad de humedad del suelo que se coloca junto con el esfuerzo de compactación. Para monitorear la compactación de los suelos colocados, con frecuencia se realizan pruebas de densidad in situ. Los resultados de esta prueba in situ se comparan con los máximos teóricos obtenidos en el laboratorio en muestras del material que se coloca. Las sub muestras de un material se compactan en un molde utilizando un esfuerzo de compactación específico proporcionado por un apisonador de 2,5 kg (ligero), un apisonador de 4,5 kg (pesado) o un martillo vibratorio.<sup>(34)</sup>



**Figura 2.2.** Densidad seca

Fuente: Páramo (2012)<sup>(35)</sup>

Capacidad de soporte del suelo, se mide mediante el ensayo (CBR) Esta característica se mide mediante el ensayo (CBR), que es una propiedad que evalúa la resistencia del suelo. Para cumplir con las cualidades mecánicas de la subrasante, se debe utilizar una capacidad portante baja.<sup>(36)</sup> El resultado de este

ensayo es el producto de la relación entre el esfuerzo necesario para hacer penetrar un pistón hasta una determinada profundidad en la muestra ensayada y el esfuerzo necesario para hacer penetrar un pistón equivalente hasta la misma profundidad en un suelo de piedra estándar multiplicado por cien.<sup>(37) (38)</sup> El CBR de un suelo debe ser de al menos el 6%, y si es inferior, deben utilizarse técnicas de estabilización de la subrasante para compensarlo.<sup>(39)</sup>

El CBR es una técnica que se utiliza para evaluar la calidad relativa del suelo para la subrasante, la subbase y la base de los pavimentos. Fue sugerido en 1929 por los ingenieros Stanton y Porter del Departamento de Carreteras de California, quienes le dieron el nombre de California Bearing Ratio (Relación de Soporte de California en inglés). En algunos lugares, se denomina Valor Relativo de Apoyo (RSV). Desde entonces, la aproximación (CBR) ha ganado aceptación general tanto en Europa como en América, y es un medio para clasificar los suelos que se utilizarán como subrasante o material de base en proyectos de construcción de carreteras. Cuando el cuerpo de Ingenieros del ejército de los Estados Unidos utilizó este ensayo en la construcción de aeropuertos durante la Segunda Guerra Mundial, se consideró innovador. Cuando se propuso por primera vez el CBR en 1933, era con el propósito de diseñar pavimentos flexibles basados en la resistencia al corte. La norma ASTM D 1883 se publicó en 1964 e incluía la versión de laboratorio.<sup>(39)</sup>



**Figura 2.3.** Ensayo del CBR en laboratorio

Fuente: Soils and Land Survey Lab. Bin, N (2000)<sup>(35)</sup>

El CBR<sup>(39)</sup> es el ensayo que se realiza para estimar la resistencia de la subrasante, subbase y material de base para utilizarlo en pavimentos, por lo general se lleva a cabo sobre suelo preparado en el laboratorio en determinadas condiciones de humedad y densidad; no obstante, también puede realizarse en muestras inalteradas tomadas del terreno, en el caso de aplicaciones en donde el agua de compactación respecto al CBR es mínima, como por ejemplo materiales no cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permitido para el efecto de distinguir las cantidades de agua de compactación en el cálculo de diseño, el CBR puede hallarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación específico, donde el peso unitario seco es generalmente el porcentaje mínimo de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.

Límites de Atterberg: Esta prueba se utiliza para caracterizar las fracciones de grano fino de la subrasante; los límites líquidos, plástico y de contracción se conocen como límites de Atterberg o de consistencia, y sus respectivos contenidos de humedad definen los límites entre los distintos estados de consistencia de los suelos cohesivos. El líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad del suelo se emplean a menudo, tanto individualmente como en conjunto, junto con otras características de la subrasante para relacionarlas con su comportamiento ingenieril, como la compactabilidad, la compresibilidad, la retracción, la expansión, la resistencia al corte y la permeabilidad. El límite plástico es el contenido mínimo de humedad en el que se pueden producir pequeños tubos de suelo de unos 3,2 mm de diámetro haciéndolos girar entre una superficie plana y la palma de la mano sin que se desprendan.<sup>(40)</sup>

Proctor modificado: Es la prueba que determina la relación entre el peso unitario seco y el contenido de humedad de un suelo compactado. La compactación debe regularse porque permite aumentar la densidad del suelo, lo que tiene varios efectos positivos.<sup>(40)</sup>

La N.T.P. 400.011 (2008) define el agregado reciclado como "el agregado procedente del tratamiento de materiales inorgánicos utilizados en la construcción". En concreto, la Norma describe el agregado reciclado procedente de la trituración del concreto.

Concreto de origen reciclado (CR): Según López (2008), es un concreto construido con grava reciclada o una mezcla de agregados reciclados y arena natural. Numerosas investigaciones han examinado el impacto de la arena gruesa y el agregado fino reciclado en el concreto.

La Norma Técnica Peruana define las propiedades de los agregados, el cual se procede a detallar:

Granulometría: La granulometría es definida por la N.T.P. 400.11 (2018), como la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados. La N.T.P. 400.012 describe el proceso para su distribución por tamizado, determinando la masa de las fracciones de agregados que conserva cada tamiz.

Tamaño máximo: "Corresponde al filtro más bajo por el que pasa la muestra completa de agregados gruesos". N.T.P. 400.011 (2018).

Tamaño nominal máximo: "Es el tamaño equivalente al tamiz más bajo de la serie utilizada que genera el primer retenedor" N.T.P. 400.011 (2018).

Módulo de finura: "Factor que se obtiene sumando los porcentajes de material que se acumulan en cada tamiz de la serie dada y dividiendo por 100" N.T.P. 400.011 (2018).

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (1 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Peso unitario suelto: "Es el peso de un agregado con sus vacíos en un volumen unitario. El procedimiento de ensayo está normado por la N.T.P. 400.017 (2018).

$$PUC = \frac{\text{Peso varillado del agregado}}{\text{Volumen unitario}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Peso específico de la masa: Según la N.T.P. 400.022 (2018), es la relación que se obtiene al dividir la masa de un árido por su volumen sin tener en cuenta los huecos.

Porcentaje de absorción: N.T.P. 400.022 y 400.021 (2018), es la capacidad de los agregados para llenar de agua los espacios dentro de las partículas.

$$\% \text{ de absorción} = \frac{P_{ss} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100 \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Donde:

$P_{ss}$ : = Peso de la muestra saturado superficialmente seco.

Peso seco: = Peso de la muestra secado al horno.

El contenido de humedad se define en la N.T.P. 400.018 (2018), como la cantidad de agua retenida en un momento dado por las partículas del agregado.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100 \quad (\text{Ec. 2.4})$$

La N.T.P. 400.018 (2018), indica que el porcentaje identifica el material más fino de la muestra en relación con la malla N.º 200.

$$\begin{aligned} & \% \text{ que pasa malla N}^\circ 200 \\ & = \frac{\text{Peso seco} - \text{Peso después del lavado}}{\text{Peso seco}} \times 100 \quad (\text{Ec. 2.5}) \end{aligned}$$

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1 Tipo de Investigación: Aplicada**

El tipo de investigación, se caracteriza por la obtención de un nuevo conocimiento a partir de fines prácticos [...].<sup>(41)</sup> El presente estudio es de tipo aplicada, ya que se utilizaron toda la información disponible sobre la estabilización de subrasantes blandas modificadas con concreto reciclado.

##### **3.1.2 Enfoque de la investigación: Científico-cuantitativo**

El enfoque científico, [...] permite a los individuos relevar soluciones funcionales a los problemas encontrados con el contexto en el que operan o trabajan [...],<sup>(42)</sup> y [...] el enfoque cuantitativo es la información que se analiza basado en cantidades o dimensiones [...].<sup>(42)</sup> Con estas definiciones se adoptó el enfoque científico-cuantitativo, donde el recojo de datos en campo se utilizó con diferentes herramientas, datos que fueron procesados con la finalidad de obtener los resultados de los objetivos propuestos.

##### **3.1.3 El diseño de la investigación: Experimental**

El diseño de investigación, es el [...] plan o estrategia que se desarrolla con la intención de obtener información que se requiere en una investigación [...].<sup>(43)</sup> Este tipo de estudio se basó netamente en el reconocimiento en los distintos factores que pueden interferir en la validez externa e interna. Por todo lo expuesto en la investigación en curso el diseño es experimental.

##### **3.1.4 El nivel de la investigación: Descriptivo-explicativo**

El nivel descriptivo, [...] especifica propiedades y características de conceptos, variables o hechos en un contexto determinado;<sup>(43)</sup> y el nivel explicativo son las investigaciones en que se tiene como propósito formar las causas de los sucesos [...].<sup>(43)</sup> El presente estudio es de nivel descriptivo-explicativo dado que explicó que tan estable fue la subrasante blanda cuando se le adiciona concreto reciclado en los caminos vecinales de la carretera Osnomocco – Atumpata Alta.

## **3.2 Variables y operacionalización**

### **3.2.1 Variable 1: Concreto reciclado**

#### **3.2.1.1 Definición conceptual**

Material proveniente de un concreto utilizado en una obra demolida. Es el producto de un proceso de molienda de concreto procedente de estructuras destruidas o concreto sobrante de procesos de construcción donde ha sido considerado como residuo. <sup>(44)</sup>

#### **3.2.1.2 Definición operacional**

La muestra fue adicionada con un 10%, 15% y 20% de concreto reciclado considerando el volumen de la muestra. Se aplicaron diversos ensayos de laboratorio, a fin de que se incremente la capacidad portante, así como disminuir la plasticidad y humedad de la subrasante. Seguidamente se procedió a analizar los datos y los resultados obtenidos, para continuar con la corroboración de las hipótesis planteadas. Clasificándose con sus tres dimensiones: Peso específico, granulometría y dosificación que a su vez se subdividen en 1, 2 y 3 indicadores.

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

#### **3.2.2.1 Definición conceptual**

Conformada por los suelos que presentan características aceptables y que han sido compactados por capas, con el propósito de que se forme una estructura duradera, resistente a las cargas generadas por el tránsito vehicular y de cargas según el Ministerio de transporte y comunicaciones. <sup>(45)</sup>

#### **3.2.2.1 Definición operacional**

Incluye los ensayos ideados para representar las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante blanda. En la presente investigación se llevó a cabo para las 3 dosificaciones los siguientes porcentajes (10%, 15% y 20%):

- a. Análisis granulométrico métrico
- b. Ensayo proctor modificado, el resultado obtenido será comparado con el contenido natural de la muestra.

- c. Ensayo límites de Atterberg, para la identificación del índice de plasticidad, donde determinará si se encuentra en estado líquido, plástico y sólido.
- d. Ensayo CBR para calcular la variación de la capacidad portante.

Asimismo, se clasifican en sus tres dimensiones: Plasticidad, compactación y resistencia que a su vez se subdividen en 1, 2 y 3 indicadores.

En este estudio el desarrollo de las variables y sus dimensiones se refuerzan en función a soporte teórico y técnico, (ver matriz de operacionalización en anexo 1).

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

#### **3.3.1 Población**

La población de la muestra, es un grupo especificado, restringido y accesible de instancias que servirán de base para la selección de la muestra y que cumplen una serie de criterios preestablecidos [...].<sup>(46)</sup> En la presente investigación la población estuvo comprendida por los caminos vecinales de la carretera Osnomocco-Atumpata Alta ubicadas en el distrito de Abancay.

#### **3.3.2 Muestra**

Se considera la muestra de instancias seleccionadas por la población [...].<sup>(47)</sup> Para el presente estudio la muestra la conformaron los caminos vecinales en el tramo de la carretera Osnomocco- Atumpata Alta. Es una vía de acceso de un solo carril, un IMDA inferior a 50 vehículos al día; donde se realizó cuatro calicatas de 1.5 m de profundidad a cada 500 mts.

#### **3.3.3 Muestreo**

Aborda el desarrollo que permite seleccionar las unidades de estudio que componen la muestra para adquirir los datos necesarios para la investigación.<sup>(48)</sup> Para efectos de esta investigación se aplicó el muestreo no probabilístico, dado que los elementos participantes fueron seleccionados de acuerdo al criterio del investigador, utilizando el manual de carreteras durante la identificación del tipo de carretera para la investigación.

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

#### **3.4.1 Técnicas: Observación directa**

La técnica, [...] se utiliza para que el investigador pueda recoger los datos de la muestra; <sup>(49)</sup> y la observación directa [...] sirve para observar e identificar los aspectos del objetivo evaluado [...]. <sup>(50)</sup> En esta investigación se utilizó la técnica de observación directa con la finalidad de proponer probables soluciones al planteamiento del problema, así como también comprobar las hipótesis propuestas.

Por otro lado, también se utilizó la técnica de documentación debido a que se realizó la búsqueda bibliográfica para la realización de las bases teóricas. Así mismo se utilizó la reglamentación necesaria establecida por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, como son:

1. CE.10 Pavimentos urbanos
2. E.G 2013
3. Manual de ensayos de laboratorio del MTC del 2016
4. MTC-E-103 Reducción de muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo
5. MTC E 105 Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)
6. MTC-E-107 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
7. MTC-E-110 Determinación del límite líquido de los suelos.
8. MTC-E-111 Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)
9. MTC-E-115 Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor modificado).
10. MTC-E-132 CBR de Suelos (Laboratorio).

#### **3.4.2 Instrumento de recolección de datos**

Abarca los procedimientos y acciones en los que el investigador tiene acceso a la información necesaria para cumplir el propósito del estudio [...]. <sup>(51)</sup> De tal forma que en la investigación en curso se hizo uso de diferentes ensayos de laboratorio para obtener los resultados: (ver anexo 3).

**Tabla 3.1. Ensayos e instrumentos a utilizar en la investigación**

| Ensayo                       | Instrumentos  |
|------------------------------|---|
| Análisis granulométrico      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamices: 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", 4, N°10, N°20, N°40, N°50, N°100, N°200 y cazuela.</li> <li>Balanza con aproximación a la centésima.</li> </ul> |
| Humedad Natural              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Horno eléctrico recipientes para secado</li> </ul>   |
| Ensayo de límite líquido     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Copa de Casagrande</li> <li>Recipientes para muestreo de secado.</li> <li>Balanza con aproximación a la centésima</li> </ul>   |
| Ensayo de límite plástico    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vidrio espiralizado.</li> <li>Balanza con aproximación a la centésima.</li> </ul>  |
| Ensayo de Proctor Modificado | <ul style="list-style-type: none"> <li>Molde cilíndrico 4"</li> <li>Pistón de energía modificado.</li> </ul>  |
| Ensayo de CBR                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Moldes de 6"</li> <li>Prensa Hidráulica.</li> <li>Extensómetro.</li> <li>Deformímetro.</li> </ul>  |

Fuente: Autoría propia

### 3.4.3 Validez

La validez es, [...] la información que se debe explicar y sustentar sobre la base de definiciones teóricas que sean sólidas de manera que determine realmente lo que se está investigando [...].<sup>(51)</sup> La presente investigación fue sometida a una validación de contenido a cargo de jueces expertos con amplia trayectoria en diseño de infraestructura vial, cuyo resumen promedio es 1,00 interpretándose como muy alta validez conforme a la magnitud establecida en la tabla 3.3.

**Tabla 3.2. Ensayos e instrumentos a utilizar en la investigación**

| N° | Grado Académico | Apellidos y Nombres             | CIP    | Validez |
|----|-----------------|---------------------------------|--------|---------|
| 1  | Ing. Civil      | Pinto Yupanqui Ricardo Heinrich | 145098 | 1.00    |
| 2  | Ing. Civil      | Huillcahua Sinte Rony           | 237307 | 1.00    |
| 3  | Ing. Civil      | Cayo Baca Holguer               | 79811  | 1.00    |

Fuente: Autoría propia

**Tabla 3.3. Rangos y magnitud de validez de contenido**

| Rangos      | Magnitud |
|-------------|----------|
| 0.81 a 1.00 | Muy Alta |
| 0.61 a 0.80 | Alta     |
| 0.41 a 0.60 | Moderada |
| 0.21 a 0.40 | Baja     |
| 0.01 a 0.20 | Muy Baja |

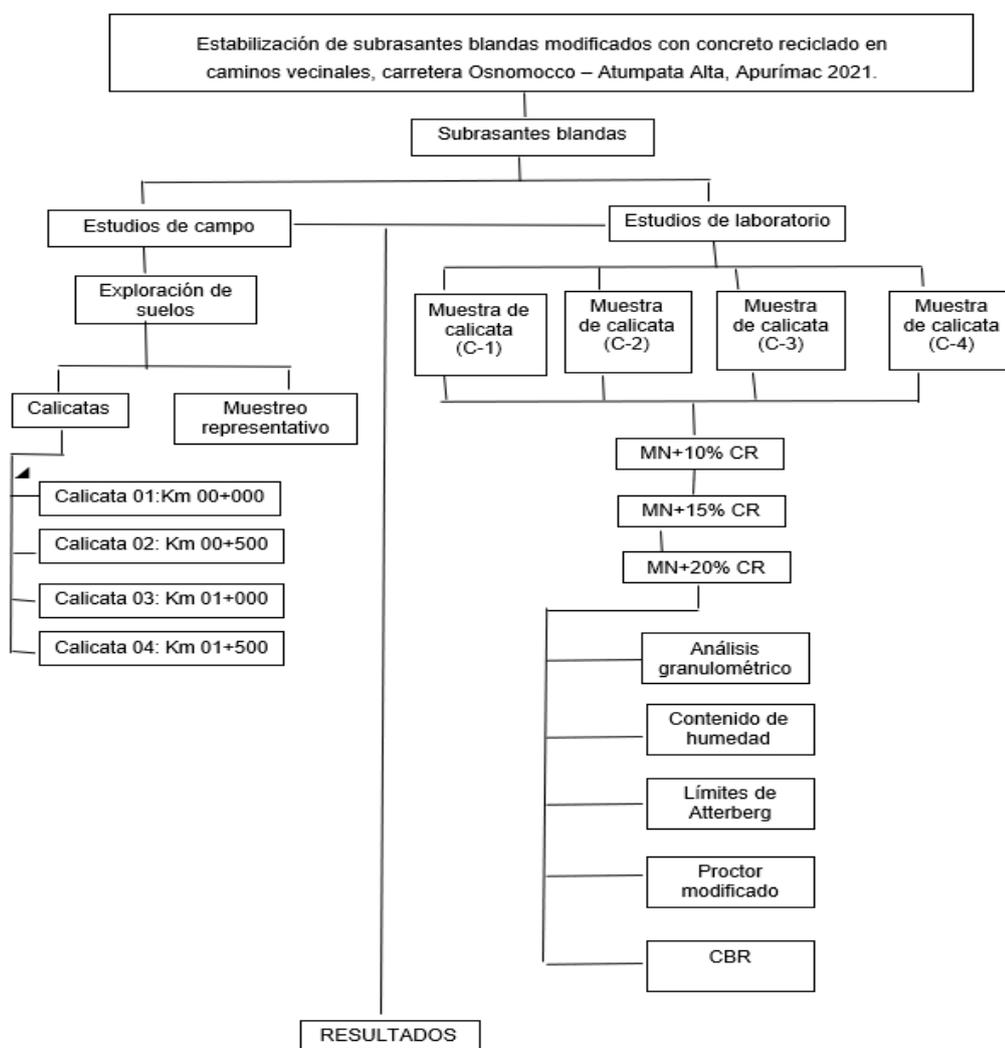
Fuente: Ruiz, (2005)

### 3.4.4 Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad, se refiere a la consistencia en los resultados arrojados en los ítems que componen la prueba, todo ello en función de la homogeneidad [...].<sup>(52)</sup> En este estudio, los instrumentos utilizados para cada ensayo contaron con certificados de calibración garantizando los resultados más precisos y confiables.

### 3.5 Procedimientos

Realizado el análisis de confiabilidad y validez se procedió a ordenar los procedimientos, para mayor detalle la figura 3.1 muestra la representación de la ejecución del procedimiento de este estudio.



**Figura 3.1.** Ejecución de flujograma

Fuente: Autoría Propia

### 3.5.1 Estudios previos

#### 3.5.1.1 Estudios de campo

El estudio de las muestras que constituyen el terreno natural del proyecto, permitió determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Las muestras obtenidas de las calicatas se trasladaron en costales para su conservación de la humedad natural. Luego, se analizó los diferentes ensayos de laboratorio que son necesarios conocer tanto para la muestra natural como para la muestra con adición del concreto reciclado.

#### 3.5.1.2 Estudios de exploración de suelos (calicatas)

Se excavaron cuatro calicatas exploratorias de 1,50 m x 0,80 m x 1,50 m a una distancia de 500 m a lo largo de las secciones de muestra previstas. El manual del MTC 2016 sobre suelos, carreteras, geología, geotecnia y pavimentos establece las determinaciones de las características de la subrasante para obtener el perfil del suelo investigado.



**Figura 3.2.** Extracción de muestra natural, calicata 01 Km 00+000  
Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.3.** Extracción de muestra natural, calicata 02 Km 00+500  
Fuente Autoría Propia



**Figura 3.4.** Extracción de muestra natural, calicata 03 Km 1+000  
Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.5.** Extracción de muestra natural, calicata 04 Km 1+500  
Fuente: Autoría Propia

**Tabla 3.4.** Ubicación geográfica de calicatas en estudio

| Km    | Coordenadas |           | Calicata | Profundidad | Lado      |
|-------|-------------|-----------|----------|-------------|-----------|
|       | Este        | Norte     |          |             |           |
| 0+000 | 725141.02   | 133834    | C-1      | 1.50 m      | Izquierdo |
| 0+500 | 723840.1    | 133840.02 | C-2      | 1.50 m      | Derecho   |
| 1+000 | 725110.01   | 133847.03 | C-3      | 1.50 m      | Izquierdo |
| 1+500 | 725055.03   | 133854.06 | C-4      | 1.50 m      | Derecho   |

Fuente: Autoría Propia

### 3.5.1.3. Muestreo representativo

La norma recomienda que para realizar los diferentes ensayos en laboratorio se requiere una cantidad de 200 kg de muestra de suelo de las cuatro calicatas.

### 3.5.1.4. Concreto reciclado

#### 3.5.1.4.1 Zonas de reciclaje de concreto reciclado

La presente investigación obtiene el concreto reciclado de la obra en demolición de la avenida Núñez donde se está realizando el mejoramiento de la transitividad vehicular y peatonal del pavimento rígido de la ciudad de Abancay. El total extraído de concreto reciclado fue de 80 kg, trabajos realizados durante 24 horas.



**Figura 3.6.** Trituración del concreto reciclado manual

Fuente: Autoría Propia

#### **3.5.1.4.2. Procedimiento de concreto reciclado y aplicación**

El triturado del concreto reciclado se realizó en una molienda de agregados ubicada en la Panamericana Sur km 4. Luego se realizó el respectivo tamizado con la malla n° 3/4 “para separar las partículas de tamaño mayor a la malla indicada.



**Figura 3.7.** Trituración del concreto reciclado en una molienda

Fuente: Autoría Propia

#### **3.5.2. Estudios de laboratorio**

Se realizaron ensayos de laboratorio con los suelos naturales adicionando 10%, 15% y 20% de concreto reciclado. De esta manera permitió obtener los resultados de acuerdo a parámetros establecidos por el MTC y las normas ASTM, AASHTO ensayos y normativas que determinan las propiedades físicas y mecánicas del suelo considerando las normas estandarizadas por la ASTM, NTP y MTC-2016.

**Tabla 3.5. Estudio de los ensayos realizados del laboratorio**

| Descripción                               | Norma  | Ubicación |
|---|--|-----------|
| Análisis granulométrico por tamizado.     | ASTM D 422, MTC E-107, pag.44.               | Anexo 8   |
| Determinación del límite líquido          | NTP 339.129, MTC E-110, pág. 67              | Anexo 8   |
| Determinación del límite plástico         | NTP 339.129, MTC E-111, pag.72               | Anexo 8   |
| Contenido de humedad                      | ASTM D 2216, MTC E-108, pág. 49.             | Anexo 8   |
| Ensayo de compactación Proctor modificado | ASTM D1557, NTP 339.141, MTC E-115.pag. 105. | Anexo 8   |
| CBR (California Bearing Ratio)            | ASTM D 1883-73, MTC E-132, pag.248           | Anexo 8   |

Fuente: Autoría Propia

### 3.5.2.1. Estudios de laboratorio del concreto reciclado

#### 3.5.2.1.1. Análisis granulométrico ASTM D 422 MTC E 107

El ensayo de análisis granulométrico validó las dimensiones de las partículas de concreto reciclado que pasan a través de cada tamiz. Según la norma ASTM D422, caracterizándose la muestra recogida en cada calicata de ensayo e indicando la cantidad de muestra retenida por cada malla.

**Tabla 3.6. Análisis granulométrico del concreto reciclado por tamizado**

| Muestra inicial - 1302.0 |            |                |
|--------------------------|------------|----------------|
| Tamiz (Pulg.)            | Tamiz (mm) | Peso ret. (gr) |
| 2"                       | 50.8       | 0              |
| 1 1/2"                   | 38.1       | 0              |
| 1"                       | 25.4       | 0              |
| 3/4"                     | 19.05      | 0              |
| 1/2"                     | 12.7       | 198.5          |
| 3/8"                     | 9.525      | 243.2          |
| 1/4"                     | 6.35       | 213.5          |
| N°4                      | 4.75       | 165.69         |
| N°10                     | 2          | 134            |
| N°20                     | 0.85       | 123.17         |
| N°40                     | 0.425      | 54.12          |
| N°60                     | 0.3        | 24.66          |
| N°100                    | 0.149      | 84.1           |
| N°200                    | 0.075      | 39.85          |
| Cazuela                  |            | 21.28          |

Fuente: Laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.

### 3.5.2.1.2. Análisis de abrasión los ángeles del concreto reciclado

En el ensayo de análisis de abrasión los ángeles del concreto reciclado se basaron respetando la norma del MTC E 207-2016.

**Tabla 3.7.** *Análisis de abrasión los ángeles del concreto reciclado*

| Datos del ensayo   | Muestra 01 |
|--|------------|
| Gradación  | B          |
| Número de esferas  | 11         |
| Peso que pasa tamiz 1 1/2" y retenido en 1" (gr)         | 0.00       |
| Peso que pasa tamiz 1" y retenido en 3/4" (gr)           | 2500.00    |
| Peso que pasa tamiz 3/4" y retenido en 1/2" (gr)         | 2500.00    |
| Peso que pasa tamiz 1/2" y retenido en 3/8" (gr)         | 0.00       |
| Peso que pasa tamiz 3/8" y retenido en 1/4" (gr)         | 0.00       |
| Peso que pasa tamiz 1/4" y retenido en N° 4" (gr)        | 0.00       |
| Peso total inicial (gr)                                  | 5000.00    |
| Peso después del ensayo tamizado por la malla N° 12 (gr) | 2838       |
| Peso total de desgaste (gr)                              | 2162.00    |
| Desgaste (%)   | 43.24%     |

El valor al Desgaste de las partículas gruesas que conforman al material del concreto reciclado es igual a 43.24%

Fuente: Adaptado a resultados del laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.

### 3.5.2.2. Resultados del análisis de laboratorio de C1, C2, C3 y C4 con adición de 10%, 15% y 20%de CR

El anexo 8 detalla los resultados analíticos de laboratorio de las muestras de las calicatas ensayadas C1 a C4.

### 3.6 Método de análisis de datos

Para el desarrollo de los análisis de datos se tomaron inicialmente apuntes que determinaron el procesó de la información obtenida en los ensayos de laboratorio, se elaboraron gráficos y tablas en las hojas de cálculo de Microsoft Excel, se utilizó el software AutoCAD 2021, y el programa IBM SPSS para la contratación de las hipótesis planteadas. Contexto que permitió desarrollar las hipótesis específicas que a continuación se detallan:

### 3.6.1 Estimación de la variación de la densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales.

El impacto del suelo natural en la dosificación del CR para la compactación se evaluó mediante la realización del ensayo proctor modificado utilizando el "método C", obteniendo la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo. Los resultados se muestran en las tablas 3.8 y 3.9.

**Tabla 3.8.** Clasificación del suelo límite Atterberg y CH – SN\*

| Calicata N° | Clasificación del suelo |        |       | Límites |      |       | CH % |
|-------------|-------------------------|--------|-------|---------|------|-------|------|
|             | SUCS                    | AASHTO | L.L   | L.P     | I.P  |       |      |
| C-1         | SC                      | A-6    | 26.97 | 18.18   | 8.79 | 18.86 |      |
| C-2         | SC                      | A-4    | 26.1  | 18.26   | 7.84 | 11.84 |      |
| C-3         | SC                      | A-4    | 24.62 | 17.22   | 7.4  | 13.66 |      |
| C-4         | SC                      | A-4    | 23.44 | 15.26   | 8.18 | 13.39 |      |

Fuente: Autoría propia.

**Tabla 3.9.** Proctor modificado de las 4 calicatas con 10%, 15% y 20% de CR\*

| Calicata | Proctor Modificado            | SN    | SN     | SN     | SN     |
|----------|-------------------------------|-------|--------|--------|--------|
|          |                               |       | +10%CR | +15%CR | +20%CR |
| C1       | Densidad máxima Seca (gr/cm3) | 1.93  | 1.96   | 2.01   | 1.95   |
|          | Contenido Óptimo de Agua (%)  | 11.99 | 11.08  | 12.15  | 11.08  |
| C2       | Densidad máxima Seca (gr/cm3) | 1.94  | 1.98   | 2.01   | 1.92   |
|          | Contenido Óptimo de Agua (%)  | 12.04 | 12.08  | 11.79  | 11.47  |
| C3       | Densidad máxima seca (gr/cm3) | 1.97  | 2      | 2.05   | 1.94   |
|          | Contenido Óptimo de Agua (%)  | 12.21 | 12.04  | 11.65  | 11.45  |
| C4       | Densidad máxima seca (gr/cm3) | 2     | 2.01   | 2.06   | 1.98   |
|          | Contenido Óptimo de Agua (%)  | 13.11 | 13.05  | 12.13  | 11.58  |

Fuente: Autoría propia.

Nota: \*Datos obtenidos de los resultados del laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.



**Figura 3.8.** Ensayo LL, SN, C1

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.9.** Ensayo LL, SN + 10% CR, C1

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.11.** Ensayo de LL, SN + 15% CR, C1

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.10.** Ensayo LL, SN + 20% CR, C1

Fuente: Autoría Propia

### 3.6.2 Determinación de la variación de la capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales.

Se determinó la capacidad de soporte con el ensayo de CBR del 95% al 100%, para la muestra natural estándar y las muestras naturales con el adiconamiento del 10%, 15% y 20% del concreto reciclado, la tabla 3.10 muestra los resultados.

**Tabla 3.10.** Determinación de la capacidad de soporte del CR

| Calicata | Descripción | Muestra Natural | Muestra Natural+10%CR | Muestra Natural+15%CR | Muestra Natural+20%CR |
|----------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| C1       | CBR al 100% | 5.37            | 11.17                 | 13.16                 | 15                    |
|          | CBR al 95 % | 4.41            | 9.35                  | 10.54                 | 12.5                  |
| C2       | CBR al 100% | 5.95            | 11.1                  | 14.11                 | 17.05                 |
|          | CBR al 95 % | 4.98            | 8.8                   | 11.05                 | 12.6                  |
| C3       | CBR al 100% | 6.91            | 12.13                 | 15.14                 | 18.6                  |
|          | CBR al 95 % | 5               | 9.8                   | 12.3                  | 15                    |
| C4       | CBR al 100% | 6.54            | 13.52                 | 16.83                 | 19.55                 |
|          | CBR al 95 % | 4.8             | 9                     | 12.4                  | 16.5                  |

Fuente: Autoría propia.

Nota: Datos obtenidos de los resultados del laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.



**Figura 3.12.** Ensayo CBR, SN, C1

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.13.** Ensayo CBR, SN, C2

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.14.** Ensayo CBR, SN, C3

Fuente: Autoría Propia

### 3.6.3 Cuantificación de la variación del índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales.

La cuantificación del índice de plasticidad alcanzó los valores para la muestra natural estándar y las muestras naturales con el adicionamiento del 10%, 15% y 20% del concreto reciclado, resultados que se muestran en la tabla 3.11.

**Tabla 3.11.** Determinación de la capacidad de soporte del CR

| Calicata | Descripción           | Muestra Natural | Muestra Natural+10%CR | Muestra Natural+15%CR | Muestra Natural+20%CR |
|----------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| C1       | Índice de plasticidad | 11.0            | 10.32                 | 9.58                  | 8.8                   |
| C2       | Índice de plasticidad | 10.8            | 9.8                   | 9.4                   | 8.6                   |
| C3       | Índice de plasticidad | 10.5            | 9.76                  | 9.36                  | 8.70                  |
| C4       | Índice de plasticidad | 9.89            | 9.5                   | 9.02                  | 8.4                   |

Fuente: Autoría propia.

Nota: Datos obtenidos de los resultados del laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.



**Figura 3.16.** Ensayo LP, SN, C2

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.15.** Ensayo LP - SN, C4

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.18.** Ensayo LP, SN + 15% CR, C3

Fuente: Autoría Propia



**Figura 3.17.** Ensayo LP, SN + 20% CR, C2

Fuente: Autoría Propia

### 3.7 Aspectos éticos

La investigación se basó en los principios morales respetando la norma ISO 690-2010, asimismo, los compromisos, transparencia, conocimientos y actitudes éticas profesionales y personales, la validez de los resultados, la propiedad intelectual de los autores, y la confiabilidad de los antecedentes como las muestras obtenidas en el presente estudio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

La presente investigación de la zona de estudio de estabilización de subrasantes blandas se encuentra localizada en los caminos vecinales Osnomocco – Atumpata Alta del distrito y provincia de Abancay del departamento de Apurímac.

#### 4.1.1 Ubicación política

Distrito: Abancay.

Provincia: Abancay.

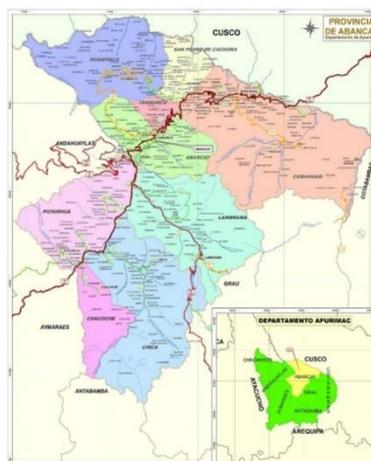
Departamento: Apurímac.



**Figura 4.1.** Mapa político del Perú  
Fuente: Google Maps



**Figura 4.2.** Mapa político del departamento de Apurímac  
Fuente: Google Maps



**Figura 4.3.** Mapa del distrito de Abancay  
Fuente: Google Maps

#### 4.1.2 Ubicación del proyecto

Se ubica en el distrito y provincia de Abancay, departamento de Apurímac, en el presente estudio la carretera une las comunidades de Osnomocco y Atumpata Alta, tiene una longitud de 2 km y un ancho de 7 m a una altitud de 2458 m.s.n.m.

#### 4.1.3 Límites

La carretera Osnomocco – Atumpata Alta se encuentra delimitado de la siguiente manera: Norte: Centro poblado Aymas, Sur: Rio Mariño, Este: Cerro Marcahuasi y Oeste: Cerro Quisapata.

#### 4.1.4 Ubicación geográfica

Geográficamente se ubica en el distrito y provincia de Abancay, departamento de Apurímac, presenta las siguientes coordenadas latitud sur 13°38'2.4" y longitud oeste, 72°52'51.6" localizándose a las faldas del cerro Quisapata.

#### 4.1.5 Clima

El clima es suave generalmente cálido y templado. En invierno hay mucho menos lluvia que en verano. Este clima es considerado Cwb según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es de 10.0 °C. La precipitación es la más baja en junio, con un promedio de 18 mm. 225 mm, mientras que la caída media en enero. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año. <sup>(53)</sup>

### 4.2 Resultados

La tabla 4.1 muestra los resultados preliminares de la clasificación del suelo a estabilizar.

**Tabla 4.1.** Resultados de la clasificación SUCS y AASHTO

| Progresiva | Simbología | SUCS | AASHTO |
|------------|------------|------|--------|
| KM 0+000   | C-01       | SC   | A-6    |
| KM 0+500   | C-02       | SC   | A-4    |
| KM 1+000   | C-03       | SC   | A-4    |
| KM 1+500   | C-04       | SC   | A-4    |

Fuente: Autoría propia.

Del mismo modo, los resultados que se muestran a continuación corresponden al orden de los objetivos específicos y general.

#### **4.2.1 Resultado de la estimación de la variación de la densidad seca máxima de subrasantes blandos modificados con concreto reciclado en caminos vecinales.**

Mediante los ensayos realizados, se adquirieron los resultados del proctor modificado, se calculó la DMS y el porcentaje de %COH, y se aumentó la dosis en un 10%, 15% y 20% respectivamente. Tiene una excelente densidad seca máxima, que es adecuada en la estabilización de la subrasante, pero en el contenido de humedad óptimo del 10% es muy húmedo y supera el porcentaje de %COH base. En cuanto al 15% y al 20 %, disminuye su porcentaje de %OCH, y tiene un buen equilibrio para su contenido óptimo de humedad, resultando en una compactación superior, según lo determina la curva de la densidad máxima. Esto decidirá la dosis de mejora utilizando material de concreto reciclado.

##### **4.2.1.1 Proctor modificado ASTM D 1557 MTC E 115**

Los ensayos proctor modificados mediante la técnica "A" determinaron la relación entre el peso unitario seco del suelo y el contenido de agua de la muestra, teniendo en cuenta las dosis de concreto reciclado para las cuatro calicatas de ensayo.

1. Calicata 1: a) Suelo al natural (SN), b) SN+ 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
2. Calicata 2: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
3. Calicata 3: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
4. Calicata 4: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.



Figura 4.4. Ensayo de PM, C-01 en su EN

Fuente: Autoría propia



Figura 4.5. Ensayo de PM, C-01, SN + 10% CR

Fuente: Autoría propia

Tabla 4.2. Proctor modificado de las calicatas con 10%, 15% y 20% de CR

| Calicata | Proctor Modificado                         | SN    | SN +10%CR | SN +15%CR | SN +20%CR |
|----------|--|-------|-----------|-----------|-----------|
| C1       | Densidad máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.93  | 1.96      | 2.01      | 1.95      |
|          | Contenido óptimo de Agua (%)               | 11.99 | 11.08     | 12.15     | 11.08     |
| C2       | Densidad máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.94  | 1.98      | 2.01      | 1.92      |
|          | Contenido óptimo de Agua (%)               | 12.04 | 12.08     | 11.79     | 11.47     |
| C3       | Densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.97  | 2         | 2.05      | 1.94      |
|          | Contenido óptimo de Agua (%)               | 12.21 | 12.04     | 11.65     | 11.45     |
| C4       | Densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2     | 2.01      | 2.06      | 1.98      |
|          | Contenido óptimo de Agua (%)               | 13.11 | 13.05     | 12.13     | 11.58     |

Fuente: Autoría propia.

Nota: Datos obtenidos de los resultados del laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.

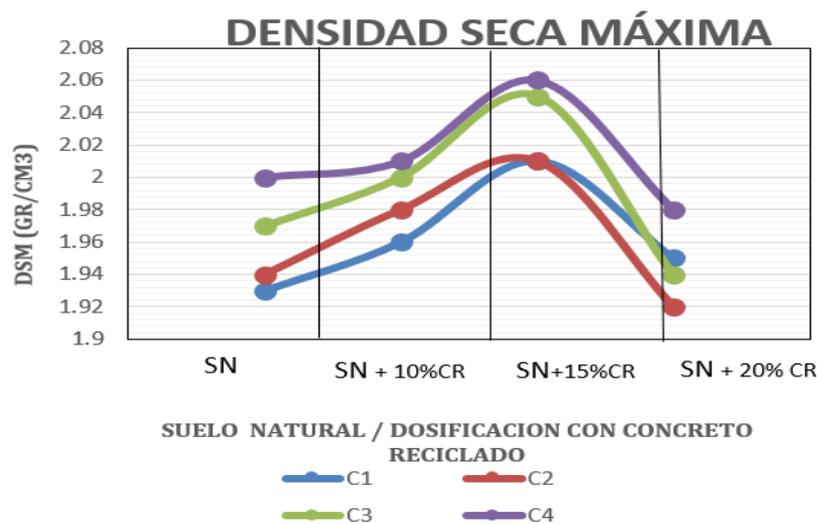
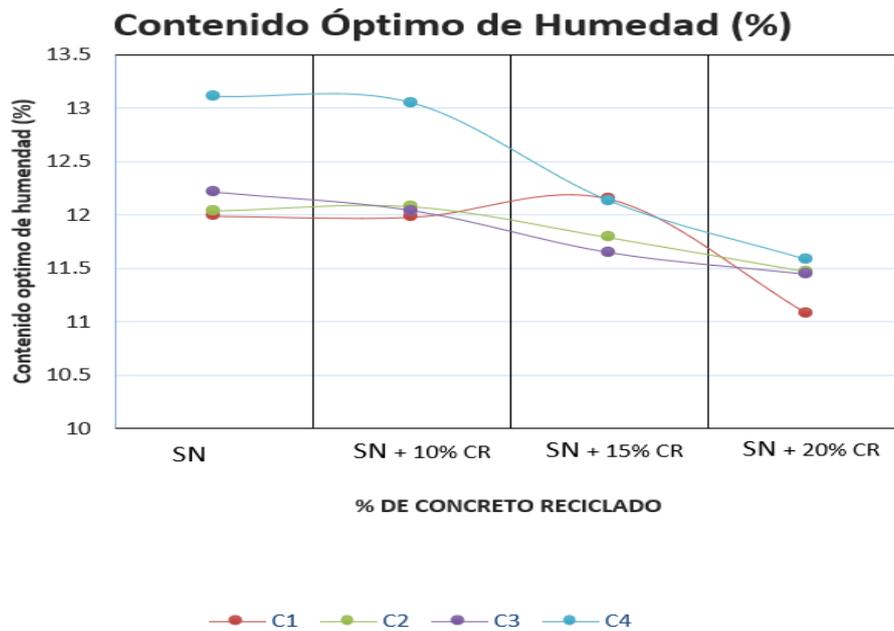


Figura 4.6. Gráfico de la densidad seca máxima

Fuente: Autoría propia



**Figura 4.7.** Gráfico de variación de contenido óptimo de humedad

Fuente: Autoría propia

### Interpretación:

La tabla 4.2 y los gráficos de las figuras 4.6 y 4.7, muestran los valores de la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad de los ensayos del suelo natural. Para la **C-1** una DSM = 1.93 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.99%, **C-2** una DSM = 1.94 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.04%, **C-3** una DSM = 1.97 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.21%, **C-4** una DSM = 2.00 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 13.11%. Por lo tanto, la dosificación de concreto reciclado determinó los siguientes resultados, para el adiconamiento del 10% de la **C-1** una DSM = 1.96 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.98%, **C-2** una DSM = 1.98 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.08%, **C-3** una DSM = 2.00 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.04%, **C-4** una DSM = 2.01 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 13.05%. Estableciendo que en el 15% se obtienen de la **C-1** una DSM = 2.01 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.15%, **C-2** una DSM = 2.01 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.79%, **C-3** una DSM = 2.05 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.65%, **C-4** una DSM = 2.06 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.13%, y para el 20% se obtienen de la **C-1** una DSM = 1.95 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.08%, **C-2** una DSM = 1.92 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.47%, **C-3** una DSM = 1.94 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.45%, **C-4** una DMS = 1.98 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.58%.

## 4.2.2 Resultado de la determinación de la variación de la capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales.

Para cumplir con el objetivo específico dos, se realizó el ensayo de CBR, que a continuación se detalla:

### 4.2.2.1 California Bearing Ratio (C.B.R.) ASTM D 1883 MTC E 132

Se realizaron los ensayos de C.B.R. que permitieron identificar el índice de resistencia del suelo. El ensayo se efectuó a las muestras y a las dosificaciones de (CR) como se muestra a continuación:

1. Calicata 1: a) Suelo al natural (SN), b) SN+ 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
2. Calicata 2: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
3. Calicata 3: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
4. Calicata 4: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.B.



**Figura 4.8.** Ensayo de CBR, C-01 en su EN  
Fuente: Autoría propia



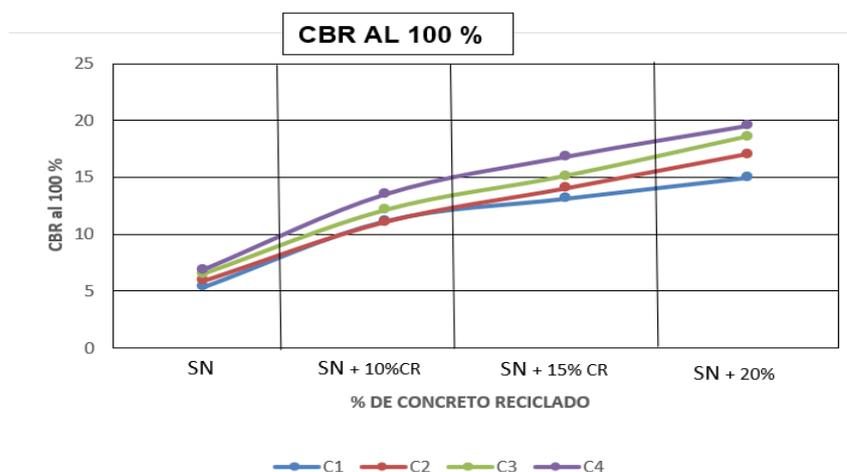
**Figura 4.9.** Ensayo de CBR, +10% CR  
Fuente: Autoría propia

**Tabla 4.3. Resultados del CBR de SN con adición con 10%, 15% y 20% de CR**

| Calicata | Descripción | Muestra Natural | Muestra Natural+10%CR | Muestra Natural+15%CR | Muestra Natural+20%CR |
|----------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| C1       | CBR al 100% | 5.37            | 11.17                 | 13.16                 | 15                    |
|          | CBR al 95 % | 4.41            | 9.35                  | 10.54                 | 12.5                  |
| C2       | CBR al 100% | 5.95            | 11.1                  | 14.11                 | 17.05                 |
|          | CBR al 95 % | 4.98            | 8.8                   | 11.05                 | 12.6                  |
| C3       | CBR al 100% | 6.91            | 12.13                 | 15.14                 | 18.6                  |
|          | CBR al 95 % | 5               | 9.8                   | 12.3                  | 15                    |
| C4       | CBR al 100% | 6.54            | 13.52                 | 16.83                 | 19.55                 |
|          | CBR al 95 % | 4.8             | 9                     | 12.4                  | 16.5                  |

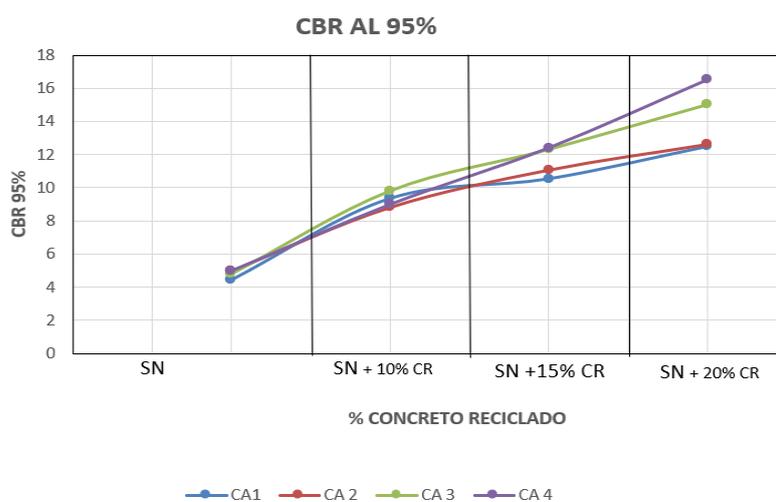
Fuente: Autoría propia.

Nota: Datos obtenidos de los resultados del laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.



**Figura 4.10.** Gráfico del CBR al 100% adicionado 10%, 15% y 20% CR

Fuente: Autoría propia



**Figura 4.11.** Gráfico del CBR al 95% adicionado 10%, 15% y 20% CR

Fuente: Autoría propia

## **Interpretación:**

Según, la tabla 4.3 y los gráficos de las figuras 4.10 y 4.11, muestran los resultados obtenidos del ensayo CBR adicionando el 10%, 15% y 20% de concreto reciclado a la muestra con una penetración de 0.1%; al adicionar **10%** de concreto reciclado se obtuvo: Para la C-1 un CBR (100%) de 11.17% y CBR (95%) de 9.35%, C-2 un CBR (100%) de 11.10% y CBR (95%) de 8.80 %, C-3 un CBR (100%) de 12.13% y CBR (95%) de 9.80%, C-4 un CBR (100%) de 13.52% y CBR (95%) de 9.00%. Al adicionar **15%**: en la C-1 un CBR (100%) de 13.16% y CBR (95%) de 10.54%, C-2 un CBR (100%) de 14.05% y CBR (95%) de 11.05%, C-3 un CBR (100%) de 15.14% y CBR (95%) de 12.30%, C-4 un CBR (100%) de 16.83%. y CBR (95%) de 12.40% y, por último, al adicionar **20%** en la C-1 un CBR (100%) de 15.00% y CBR (95%) de 12.50%, C-2 un CBR (100%) de 17.05% y CBR (95%) de 12.60%, C-3 un CBR (100%) de 18.60% y CBR (95%) de 15.00%, C-4 un CBR (100%) de 19.55%. y CBR (95%) de 16.50%. Por lo tanto, la dosificación recomendada es adicionar el **20%** de concreto reciclado en suelo natural de la C-4 ya que se obtiene un CBR al (100%) de 19.55% y un CBR al (95%) de 16.50% en lugar de un 6.91% y 5.00% de la muestra inicial; con este resultado se obtiene una subrasante muy buena de acuerdo al MTC porque el C.B.R. es 20%.

### **4.2.3 Resultados de la cuantificación de la variación del índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales**

#### **4.2.3.1 Reseña del ensayo límites de Atterberg ASTM D-4318, E 110, 111 MTC.**

Se ejecutaron los ensayos de límites de Atterberg, el cual permitió conocer el LL, LP y LP. El ensayo se realizó a las muestras adicionando las dosificaciones de concreto reciclado como se muestra a continuación:

1. Calicata 1: a) Suelo al natural (SN), b) SN+ 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
2. Calicata 2: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.

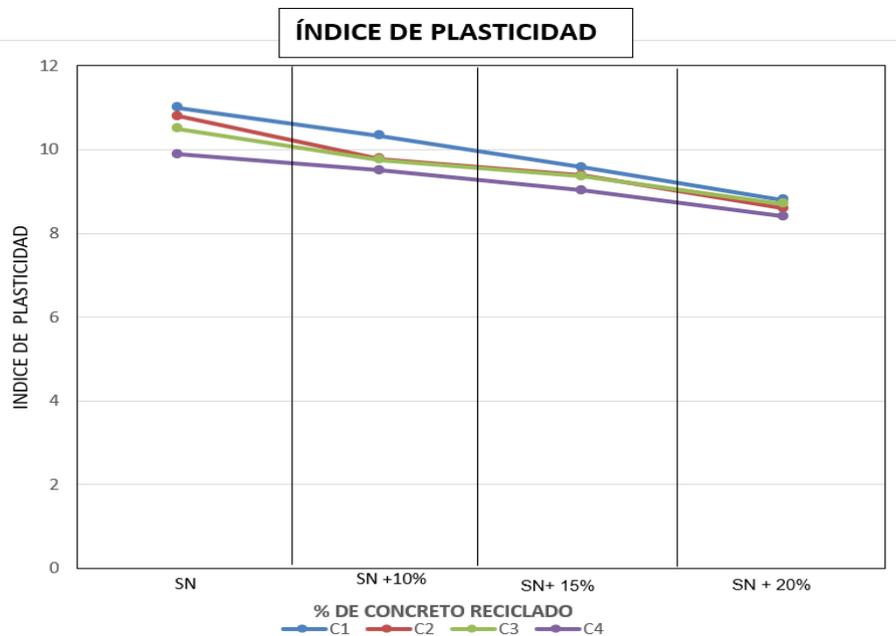
3. Calicata 3: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.R.
4. Calicata 4: a) Suelo al natural (SN), b) SN + 10% C.R. c) SN + 15% C.R. d) SN + 20% C.B.R.

**Tabla 4.4.** Resultados de la variación del índice de plasticidad

| Calicata | Descripción           | SN    | SN +10%CR | SN +15%CR | SN +20%CR |
|----------|-----------------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| C1       | Límite líquido        | 29.18 | 31.64     | 24.97     | 29.44     |
|          | Límite plástico       | 18.18 | 21.31     | 15.39     | 20.64     |
|          | Índice de plasticidad | 11.00 | 10.33     | 9.58      | 8.8       |
| C2       | Límite líquido        | 29.06 | 30.62     | 31.2      | 29.59     |
|          | Límite plástico       | 18.26 | 20.84     | 21.81     | 20.99     |
|          | Índice de plasticidad | 10.8  | 9.78      | 9.39      | 8.6       |
| C3       | Límite líquido        | 25.17 | 27.04     | 30.2      | 30.97     |
|          | Límite plástico       | 14.66 | 17.29     | 20.83     | 22.27     |
|          | Índice de plasticidad | 10.51 | 9.75      | 9.37      | 8.7       |
| C4       | Límite líquido        | 23.44 | 27.74     | 27.96     | 29.82     |
|          | Límite plástico       | 13.55 | 18.25     | 18.93     | 21.42     |
|          | Índice de plasticidad | 9.89  | 9.49      | 9.03      | 8.4       |

Fuente: Autoría propia.

Nota: Datos obtenidos de los resultados del laboratorio Saywite Apurímac S.A.C.



**Figura 4.12.** Gráfico del límite de Atterberg adicionado 10%, 15% y 20% de CR

Fuente: Autoría propia

### **Interpretación:**

Según, la tabla 4.4 y el gráfico de la figura 4.12, muestran los valores de la muestra de suelo natural (SN) el cual presenta para la **C-1** un IP=11.00%, **C-2** un IP=10.80%, **C-3** un IP=10.50%, **C-4** un IP=9.89%, no obstante, al incorporarse cantidades de concreto reciclado se obtienen buenos resultados debido a que disminuye el índice de plasticidad con respecto a la muestra inicial. Por lo tanto, adicionando el 10% de concreto reciclado presenta: para la **C-1** un IP=10.33%, **C-2** un IP=9.78%, **C-3** un IP=9.76%, **C-4** un IP=9.50%, adicionando el 15% de concreto reciclado presenta: para la **C-1** un IP=9.58 %, **C-2** un IP=9.39%, **C-3** un IP=9.36%, **C-4** un IP=9.03%, respectivamente el 20% de concreto reciclado presenta: **C-1** un IP=8.80 %, **C-2** un IP=8.60%, **C-3** un IP=8.70%, **C-4** un IP=8.40%, resultando que su plasticidad es **Media** de acuerdo a los porcentajes contrastados con el MTC.

#### **4.2.4 Resultados finales del objetivo general**

Las subrasantes blandas modificadas con concreto reciclado, según a los ensayos de laboratorio del peso específico, granulometría, dosificación, plasticidad, compactación y de la resistencia, muestran que la densidad seca máxima, la capacidad de soporte del concreto y el índice de plasticidad varía significativamente.

### **Interpretación:**

De acuerdo a los resultados obtenidos para la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad los valores varían significativamente, la capacidad de soporte obtiene una subrasante muy buena. Finalmente, determina que la variación del índice de plasticidad es media.

Por lo tanto: Se concluye que adicionando concreto reciclado en los porcentajes 10%, 15 y 20% la densidad seca máxima, la capacidad de soporte y el índice de plasticidad se estabilizan significativamente. Contexto que permitió contrastar las hipótesis y tomar la decisión según a criterio del investigador.

## V. DISCUSIONES

Las discusiones se realizaron siguiendo el orden de los objetivos específicos y general.

### Discusión 1:

En relación a la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad de los ensayos del suelo natural se obtuvieron los valores para la C-1 una DSM = 1.93 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.99%, C-2 una DSM = 1.94 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.04%, C-3 una DSM = 1.97 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.21%, C-4 una DSM = 2.00 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 13.11%. Para la dosificación de concreto reciclado (CR) con adición del 10% de la C-1 una DSM = 1.96 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.98%, C-2 una DSM = 1.98 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.08%, C-3 una DSM = 2.00 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.04%, C-4 una DSM = 2.01 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 13.05%. Seguidamente con la adición del 15% para la C-1 una DSM = 2.01 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.15%, C-2 una DSM = 2.01 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.79%, C-3 una DSM = 2.05 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.65%, C-4 una DSM = 2.06 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 12.13%. Finalmente, adicionando 20% se logró obtener para la C-1 una DSM = 1.95 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.08%, C-2 una DSM = 1.92 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.47%, C-3 una DSM = 1.94 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.45%, C-4 una DSM = 1.98 kg/cm<sup>3</sup> y COH = 11.58%.

Al respecto Elías et al. (2020), citado como antecedente nacional en su artículo científico obtuvo resultados del agregado de concreto reciclado (ACR) para la resistencia a la compresión ( $f_c$ =kg/cm<sup>2</sup>) sin adicionar (ACR) 217,11 y con adición de (ACR) del 50% 200,18, del 75% 194,28 y con el 100% 185,77, concluyendo que, con el 50% de porcentaje de (ACR) mejora su resistencia a la compresión. Seguidamente, Datta y Mofiz (2021) citado como artículo científico obtuvo los resultados de adición de áridos reciclados (AR) con porcentajes del 30% (7.16%) y con el 70% (13.81%) concluyendo que, con la adición de material (AR) el suelo tiende a aumentar su estabilización. Finalmente, los antecedentes del CR disminuyen el índice de plasticidad de la subrasante, por lo cual se respaldan los resultados obtenidos del laboratorio del ensayo del límite de Atterberg (ASTM D 4318 MTC E 110 MTC E 111).

Por lo tanto, los valores son semejantes a los antecedentes; lográndose el objetivo.

## Discusión 2:

Aplicado el ensayo (C.B.R.) adicionado 10%, 15% y 20% de (CR) a la muestra con una penetración de 0.1%. Se logró obtener al adicionar 10% de (CR) para la C-1 un (C.B.R.) de 100%=11.17% y con (C.B.R.) de 95%=9.35%, C-2 con un (C.B.R.) de 100%=11.10% y con (C.B.R.) de 95%=8.80%, C-3 un (C.B.R.) de 100%=12.15% y con (C.B.R.) de 95%=9.80%, y C-4 un (C.B.R.) de 100%=13.52% y con (C.B.R.) de 95%=9.0%. Al adicionar 15% para la C-1 un (C.B.R.) de 100%=13.16% y con (C.B.R.) de 95%=10.54%, C-2 con un (C.B.R.) de 100%=14.05% y con (C.B.R.) de 95%=11.05%, C-3 un (C.B.R.) de 100%=15.14% y con (C.B.R.) de 95%=12.30%, y C-4 un (C.B.R.) de 100%=16.83% y con (C.B.R.) de 95%=12.40%. Finalmente, al adicionar 20% para la C-1 un (C.B.R.) de 100%=15.00% y con (C.B.R.) de 95%=12.50%, C-2 con un (C.B.R.) de 100%=17.05% y con (C.B.R.) de 95%=12.60%, C-3 un (C.B.R.) de 100%=18.60% y con (C.B.R.) de 95%=15.00%, y C-4 un (C.B.R.) de 100%=19.55% y con (C.B.R.) de 95%=16.50%. Por lo tanto, con estos valores resultantes se recomienda adicionar el 20% de (CR) para el suelo natural. Asimismo, la C-4 obtiene un (C.B.R.) al (100%) 19.55% y un (C.B.R.) al (95%) 16.50% valores diferentes a la muestra inicial con porcentajes de 6.91% y 5.00%; con este resultado la subrasante logra un comportamiento de estabilización muy buena, según al MTC respecto al (C.B.R.) de 20% para subrasante S4.

Al respecto, Goñas & Saldaña (2020) citado como antecedente nacional en su artículo científico obtuvo los resultados en adición de cenizas de carbón para los ensayos de (C.B.R.) en las C1 y C2. Del suelo natural 2.1% y 2.2%, con la adición del 15%, 20% y 25% logró obtener para suelo tipo CH 2.3%, 2.9% y 3.5% y para suelo tipo OH 2.6%, 3.0% y 3.7% concluyendo que, con la adición del 25% mejora en proporción el comportamiento de la subrasante. Seguidamente, Ospina et al. (2020) como antecedente internacional en su artículo científico obtuvo los resultados con adición de escoria y arcilla caolinita en porcentajes del 0%, 25%, 50% y 75% para el LL (40,7%), LP (25,1%) y para el IP (15,4%) concluyendo que, se reduce la plasticidad hasta un 0% y aumenta el valor del (C.B.R.) un 378,92% logrando obtener una buena adherencia entre los dos materiales como adición. Finalmente, según los antecedentes, la adición de CR a las obras de construcción aumenta la densidad de la subrasante, lo que se respaldan los resultados de

laboratorio del ensayo proctor modificado ASTM D 1557 MTC E 115 obtenidos en este estudio, porque la adición de CR a la muestra aumenta la densidad seca máxima del suelo (medida por el ensayo proctor modificado). Por lo tanto, los valores son semejantes a los antecedentes; lográndose el objetivo.

Por lo tanto, los valores son semejantes a los antecedentes, lográndose el objetivo.

### **Discusión 3:**

Respecto al suelo natural (SN) determinó para la C-1 de un IP=11.00%, C-2 un IP=10.80%, C-3 un IP=10.50%, C-4 un IP=9.89%, no obstante, al incorporarse cantidades de (CR) se logró obtener buenos resultados debido a que disminuye el índice de plasticidad con respecto a la muestra inicial. Por lo tanto, adicionando el 10% de (CR) presenta: para la C-1 un IP=10.33%, C-2 un IP=9.78%, C-3 un IP=9.76%, C-4 un IP=9.50%, adicionando el 15% de (CR) presenta: para la C-1 un IP=9.58 %, C-2 un IP=9.39%, C-3 un IP=9.36%, C-4 un IP=9.03%, respectivamente el 20% de (CR) presenta: C-1 un IP=8.80 %, C-2 un IP=8.60%, C-3 un IP=8.70%, C-4 un IP=8.40%, Valores que determinan que la plasticidad es media de acuerdo con los porcentajes contrastados que señala el MTC en su manual de carreteras R.D. N°-2014-MTC/14 (2014)

Según Torres (2021), citado como antecedente nacional obtuvo los valores adicionando el 20% de (CR) el LP se redujo a 7%, donde la muestra pasó de tener plasticidad media a una plasticidad baja, logrando obtener la mayor densidad máxima seca de 2.127 gr/cm<sup>3</sup> y la menor humedad óptima de 9.10%; para el ensayo del (C.B.R.) al 100% de la M.D.S. de 40.90% y un CBR al 95% de la M.D.S. de 28.50%. Concluyendo que la estabilización de la subrasante con la adición de (CR) reciclado influye positivamente en las propiedades del terreno. Seguidamente, Gómez et al. (2016), como antecedente internacional en su artículo científico obtuvo los resultados adicionando cementantes con adición del 6% para el IP de suelo natural 20%, suelo-cemento 24% y con adición del 16% para el IP de suelo-cemento 5%. Respecto al ensayo (C.B.R.) presento 7% en estado natural, con adición del 6% de suelo-cementante 45.3%, con adición de 16% de suelo-cemento 99.4% y para adición del 6% de suelo-cemento 23.6% concluyendo que, con incorporación de cal y cemento permite reducir el IP generando mejor estabilidad

en el suelo. Finalmente, según el manual de carreteras R.D. N°-2014-MTC/14 (2014) especifica que una subrasante S4 (muy excelente) se define la que tiene un (C.B.R.) de 20% a 29%, por lo que se contrasta la presente investigación.

Por lo tanto, los valores son semejantes a los antecedentes, lográndose el objetivo.

#### **Discusión 4:**

En relación a la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad se obtuvieron valores que varían significativamente. Esta subrasante tiene una capacidad portante (C.B.R.) muy buena y, por tanto, es recomendable. La variación se logró determinar con un IP media. Además, la densidad seca máxima, la capacidad portante y el índice de plasticidad mejoran significativamente adicionando porcentajes de 10%, 15% y 20% a una mezcla de CR.

Al respecto la estabilización con adición de (CR) varia significativamente ayudando a mejorar las propiedades de la subrasante en caminos vecinales. Según, Goñas & Saldaña (2020) citado como antecedente nacional en su artículo científico alcanzó los resultados de este estudio experimental, además, concluye que con la adición del 25% mejora en proporción el comportamiento de la subrasante en su variación significativa, Asimismo, Ochoa & Bizarreta (2020) con el método Atterberg en la densidad específica de los sólidos (DES) y límites el valor de 2.80 g/cm<sup>3</sup> y del (RC-fino) 2.62 g/cm<sup>3</sup>, el incremento del porcentaje (RC-fino) en las mezclas disminuye la (DES) y los límites de Atterberg. Tornando la mezcla no plástica en su adición de 60% de residuo. Concluyeron que acuerdo con los requisitos brasileños, esto hace que su uso como material de subrasante sea una opción viable para el país (DNIT). Finalmente, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones define en el manual de carreteras R.D. N°-2014-MTC/14 (2014) S4 (subrasante muy buena) si el (C.B.R.) es =20% y 29%.

Por lo tanto, los valores son semejantes a los antecedentes, lográndose el objetivo.

## 5.1. Contrastación de las hipótesis

### 5.1.1. Formulación de hipótesis específica 1

**Hipótesis alterna H1:** La densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales varía significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

**Hipótesis nula Ho:** La densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales no varía significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

**Nivel de significancia** : 5% = 0.05

**Prueba estadística** : t de Student

**Estimación del p-valor:**

**Primera calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para la MDS se verifica la tabla 5.1.

**Tabla 5.1** Prueba t de Student – Calicata 1 - MDS

| MDS      |                     | Prueba de muestras emparejadas |  |      |       |      |                  |
|----------|---------------------|--------------------------------|--|------|-------|------|------------------|
|          |                     | Media                          | Diferencias emparejadas                        |      | t     | gl   | Sig. (bilateral) |
|          |                     |                                | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |      |       |      |                  |
| Inferior | Superior            |                                |  |      |       |      |                  |
| Par 1    | SN - SN + 10%<br>CR | 0.06                           | -0.13  | 0.25 | 1.33  | 2.00 | 0.0031           |
| Par 2    | SN - SN + 15%<br>CR | 0.02                           | -0.22  | 0.18 | -0.44 | 2.00 | 0.0071           |
| Par 3    | SN - SN + 20%<br>CR | 0.05                           | -0.14  | 0.24 | 1.06  | 2.00 | 0.0040           |

Fuente: IBM SPSS.

**Segunda calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para la MDS se verifica la tabla 5.2.

**Tabla 5.2 Prueba t de Student – Calicata 2 - MDS**

| Prueba de muestras emparejadas |                  |                         |  |          |       |      |                     |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|--|----------|-------|------|---------------------|
| MDS                            |                  | Diferencias emparejadas |  |          | t     | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|                                |                  | Media                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |      |                     |
|                                |                  |                         | Inferior                                       | Superior |       |      |                     |
| Par 1                          | SN - SN + 10% CR | 0.01                    | -0.17  | 0.15     | -0.36 | 2.00 | 0.0075              |
| Par 2                          | SN - SN + 15% CR | 0.08                    | -0.18  | 0.02     | -3.29 | 2.00 | 0.008               |
| Par 3                          | SN - SN + 20% CR | 0.01                    | -0.24  | 0.26     | 0.23  | 2.00 | 0.0084              |

Fuente: IBM SPSS.

**Tercera calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para la MDS se verifica la tabla 5.3.

**Tabla 5.3 Prueba t de Student – Calicata 3 - MDS**

| Prueba de muestras emparejadas |                  |                         |  |          |       |      |                     |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|--|----------|-------|------|---------------------|
| MDS                            |                  | Diferencias emparejadas |  |          | t     | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|                                |                  | Media                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |      |                     |
|                                |                  |                         | Inferior                                       | Superior |       |      |                     |
| Par 1                          | SN - SN + 10% CR | 0.06                    | -0.15  | 0.03     | -2.88 | 2.00 | 0.0010              |
| Par 2                          | SN - SN + 15% CR | 0.11                    | -0.31  | 0.09     | -2.40 | 2.00 | 0.0014              |
| Par 3                          | SN - SN + 20% CR | 0.02                    | -0.02  | 0.05     | 1.89  | 2.00 | 0.0020              |

Fuente: IBM SPSS.

**Cuarta calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para la MDS se verifica la tabla 5.4.

**Tabla 5.4 Prueba t de Student – Calicata 4 - MDS**

| Prueba de muestras emparejadas |                  |                         |  |          |       |      |                     |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|--|----------|-------|------|---------------------|
| MDS                            |                  | Diferencias emparejadas |  |          | t     | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|                                |                  | Media                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |      |                     |
|                                |                  |                         | Inferior                                       | Superior |       |      |                     |
| Par 1                          | SN - SN + 10% CR | 0.05                    | -0.17  | 0.06     | -2.05 | 2.00 | 0.0018              |
| Par 2                          | SN - SN + 15% CR | 0.07                    | -0.26  | 0.12     | -1.61 | 2.00 | 0.0025              |
| Par 3                          | SN - SN + 20% CR | 0.05                    | -0.18  | 0.28     | 0.87  | 2.00 | 0.0048              |

Fuente: IBM SPSS.

**Toma de decisión:** Según las tablas 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 referente a los p-valores representativos de 0.0031 (calicata 1), 0.0075 (calicata 2), 0.0010 (calicata 3) y 0.0018 (calicata 4) se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se toma la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Debido a que existen pruebas de que los resultados de MDS guardan diferencia significativa.

**Por lo cual:** La densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales varía significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

### 5.1.2. Formulación de hipótesis específica 2:

**Hipótesis alterna H1:** La capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

**Hipótesis nula Ho:** La capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado no varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

**Nivel de significancia** : 5% = 0.05

**Prueba estadística** : t de Student

**Estimación del p-valor:**

**Primera calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el CBR se verifica la tabla 5.5.

**Tabla 5.5 Prueba t de Student – Calicata 1 - CBR**

| CBR   |                     | Prueba de muestras emparejadas |  |       | t       | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|-------|---------------------|--------------------------------|--|-------|---------|------|---------------------|
|       |                     | Diferencias emparejadas        |  |       |         |      |                     |
|       |                     | Media                          | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |       |         |      |                     |
|       |                     | Inferior                       | Superior                                       |       |         |      |                     |
| Par 1 | SN - SN +<br>10% CR | 4.93                           | -5.12  | -4.74 | -113.10 | 2.00 | 0.0001              |
| Par 2 | SN - SN +<br>15% CR | 5.84                           | -7.46  | -4.23 | -15.59  | 2.00 | 0.004               |
| Par 3 | SN - SN +<br>20% CR | 7.76                           | -9.19  | -6.34 | -23.41  | 2.00 | 0.002               |

Fuente: IBM SPSS.

**Segunda calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el CBR se verifica la tabla 5.6.

**Tabla 5.6 Prueba t de Student – Calicata 2 - CBR**

| Prueba de muestras emparejadas |                     |                         |  |          |        |      |                     |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|--------|------|---------------------|
| CBR                            |                     | Diferencias emparejadas |  |          | t      | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|                                |                     | Media                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |        |      |                     |
|                                |                     |                         | Inferior                                       | Superior |        |      |                     |
| Par 1                          | SN - SN +<br>10% CR | 3.94                    | -4.30  | -3.57    | -46.79 | 2.00 | 0.0002              |
| Par 2                          | SN - SN +<br>15% CR | 6.32                    | -7.55  | -5.09    | -22.12 | 2.00 | 0.002               |
| Par 3                          | SN - SN +<br>20% CR | 7.71                    | -8.37  | -7.05    | -50.08 | 2.00 | 0.0003              |

Fuente: IBM SPSS.

**Tercera calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el CBR se verifica la tabla 5.7.

**Tabla 5.7 Prueba t de Student – Calicata 3 - CBR**

| Prueba de muestras emparejadas |                     |                         |  |          |         |      |                     |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|---------|------|---------------------|
| CBR                            |                     | Diferencias emparejadas |  |          | t       | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|                                |                     | Media                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |         |      |                     |
|                                |                     |                         | Inferior                                       | Superior |         |      |                     |
| Par 1                          | SN - SN +<br>10% CR | 4.54                    | -5.46  | -3.61    | -21.07  | 2.00 | 0.002               |
| Par 2                          | SN - SN +<br>15% CR | 7.04                    | -7.80  | -6.27    | -39.75  | 2.00 | 0.001               |
| Par 3                          | SN - SN +<br>20% CR | 9.89                    | -10.14   | -9.64    | -170.23 | 2.00 | 0.0003              |

Fuente: IBM SPSS.

**Cuarta calicata:** Con adiciones de 10% , 15% y 20% de CR para el CBR se verifica la tabla 5.8.

**Tabla 5.8 Prueba t de Student – Calicata 4 - CBR**

| Prueba de muestras emparejadas |                     |                         |  |          |         |      |                     |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|---------|------|---------------------|
| CBR                            |                     | Diferencias emparejadas |  |          | t       | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|                                |                     | Media                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |         |      |                     |
|                                |                     |                         | Inferior                                       | Superior |         |      |                     |
| Par 1                          | SN - SN +<br>10% CR | 4.34                    | -4.63  | -4.04    | -62.96  | 2.00 | 0.0002              |
| Par 2                          | SN - SN +<br>15% CR | 7.66                    | -7.89  | -7.43    | -142.85 | 2.00 | 0.0003              |
| Par 3                          | SN - SN +<br>20% CR | 11.76                   | -12.57   | -10.95   | -62.83  | 2.00 | 0.0005              |

Fuente: IBM SPSS.

**Toma de decisión:** Según las tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 referente a los p-valores representativos de 0.0001 (C-1), 0.0002 (C-2), 0.0003 (C-3) y 0.0002 (C-4) se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H0) y se toma la hipótesis alterna (H1). Debido a que existen pruebas de que los resultados de CBR guardan diferencia significativa.

**Por lo cual:** La capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

### 5.1.3. Formulación de hipótesis específica 3

**Hipótesis alterna H1:** El índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay Apurímac 2021.

**Hipótesis nula Ho:** El índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado no varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay Apurímac 2021.

**Nivel de significancia** : 5% = 0,05

**Prueba estadística** : T de Student

**Estimación del p-valor** :

**Primera calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el IP se verifica la tabla 5.9.

**Tabla 5.9 Prueba t de Student – Calicata 1 - IP**

| IP       |                  | Prueba de muestras emparejadas |  |      | t     | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|----------|------------------|--------------------------------|--|------|-------|------|---------------------|
|          |                  | Diferencias emparejadas        |  |      |       |      |                     |
|          |                  | Media                          | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |      |       |      |                     |
| Inferior | Superior         |                                |  |      |       |      |                     |
| Par 1    | SN - SN + 10% CR | 0.77                           | -0.31  | 1.85 | 3.08  | 2.00 | 0.031               |
| Par 2    | SN - SN + 15% CR | 1.52                           | 1.29   | 1.75 | 28.40 | 2.00 | 0.001               |
| Par 3    | SN - SN + 20% CR | 2.47                           | 1.88   | 3.06 | 18.08 | 2.00 | 0.003               |

Fuente: IBM SPSS.

**Segunda calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el IP se verifica la tabla 5.10.

**Tabla 5.10 Prueba t de Student – Calicata 2 - IP**

|       |                     | Prueba de muestras emparejadas                 |          |      |       |      |       |                     |                     |
|-------|---------------------|--|----------|------|-------|------|-------|---------------------|---------------------|
|       |                     | Diferencias emparejadas                        |          |      |       | t    | gl    | Sig.<br>(bilateral) |                     |
| IP    | Media               | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t    | gl    |      |       |                     | Sig.<br>(bilateral) |
|       |                     | Inferior                                       | Superior |      |       |      |       |                     |                     |
| Par 1 | SN - SN +<br>10% CR | 0.93   | 0.39     | 1.46 | 7.44  | 2.00 | 0.018 |                     |                     |
| Par 2 | SN - SN +<br>15% CR | 1.14   | 0.54     | 1.74 | 8.14  | 2.00 | 0.015 |                     |                     |
| Par 3 | SN - SN +<br>20% CR | 1.99   | 1.34     | 2.64 | 13.23 | 2.00 | 0.006 |                     |                     |

Fuente: IBM SPSS.

**Tercera calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el IP se verifica la tabla 5.11.

**Tabla 5.11 Prueba t de Student – Calicata 3 - IP**

|       |                     | Prueba de muestras emparejadas                 |          |      |       |      |       |                     |                     |
|-------|---------------------|--|----------|------|-------|------|-------|---------------------|---------------------|
|       |                     | Diferencias emparejadas                        |          |      |       | t    | gl    | Sig.<br>(bilateral) |                     |
| IP    | Media               | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t    | gl    |      |       |                     | Sig.<br>(bilateral) |
|       |                     | Inferior                                       | Superior |      |       |      |       |                     |                     |
| Par 1 | SN - SN +<br>10% CR | 0.69   | 0.55     | 0.84 | 20.49 | 2.00 | 0.002 |                     |                     |
| Par 2 | SN - SN +<br>15% CR | 0.80   | -0.18    | 1.78 | 3.53  | 2.00 | 0.007 |                     |                     |
| Par 3 | SN - SN +<br>20% CR | 1.81   | 1.53     | 2.10 | 27.30 | 2.00 | 0.001 |                     |                     |

Fuente: IBM SPSS.

**Cuarta calicata:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el IP se verifica la tabla 5.12.

**Tabla 5.12 Prueba t de Student – Calicata 4 - IP**

|       |                     | Prueba de muestras emparejadas                 |          |      |      |      |       |                     |                     |
|-------|---------------------|--|----------|------|------|------|-------|---------------------|---------------------|
|       |                     | Diferencias emparejadas                        |          |      |      | t    | gl    | Sig.<br>(bilateral) |                     |
| IP    | Media               | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t    | gl   |      |       |                     | Sig.<br>(bilateral) |
|       |                     | Inferior                                       | Superior |      |      |      |       |                     |                     |
| Par 1 | SN - SN +<br>10% CR | 0.59   | 0.13     | 1.05 | 5.52 | 2.00 | 0.031 |                     |                     |
| Par 2 | SN - SN +<br>15% CR | 0.60   | -0.76    | 1.96 | 1.90 | 2.00 | 0.019 |                     |                     |
| Par 3 | SN - SN +<br>20% CR | 1.26   | 0.60     | 1.92 | 8.23 | 2.00 | 0.014 |                     |                     |

Fuente: IBM SPSS.

**Toma de decisión:** Según las tablas 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12 referente a los p-valores representativos de 0.003 (calicata 1), 0.006 (calicata 2), 0.001 (calicata 3) y 0.014 (calicata 4), se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se toma la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Debido a que existen pruebas de que los resultados referidos al IP guardan diferencia significativa.

**Por lo cual:** El índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay Apurímac 2021.

#### 5.1.4. Formulación de hipótesis general

**Hipótesis alterna H1:** Las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales se estabilizan significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

**Hipótesis nula Ho:** Las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales no se estabilizan significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

**Nivel de significancia** : 5% = 0,05

**Prueba estadística** : T de Student

**Estimación del p-valor** :

**Estabilización de subrasante:** Con adiciones de 10%, 15% y 20% de CR para el MDS, CBR e IP se verifica la tabla 5.13.

**Tabla 5.13** Prueba t de Student – estabilidad de subrasantes blandas

| Prueba de muestras emparejadas |                         |  |          |         |      |                     |
|--------------------------------|-------------------------|--|----------|---------|------|---------------------|
| ENSAYOS                        | Diferencias emparejadas |  |          | t       | gl   | Sig.<br>(bilateral) |
|                                | Media                   | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |         |      |                     |
|                                |                         | Inferior                                       | Superior |         |      |                     |
| MDS                            | 0.06                    | -0.13  | 0.25     | 1.33    | 2.00 | 0.0031              |
|                                | 0.01                    | -0.17  | 0.15     | -0.36   | 2.00 | 0.0075              |
|                                | 0.06                    | -0.15  | 0.03     | -2.88   | 2.00 | 0.0010              |
|                                | 0.05                    | -0.17  | 0.06     | -2.05   | 2.00 | 0.0018              |
| CBR                            | 4.93                    | -5.12  | -4.74    | -113.10 | 2.00 | 0.0001              |
|                                | 3.94                    | -4.30  | -3.57    | -46.79  | 2.00 | 0.0002              |
|                                | 9.89                    | -10.14   | -9.64    | -170.23 | 2.00 | 0.0003              |
|                                | 4.34                    | -4.63  | -4.04    | -62.96  | 2.00 | 0.0002              |
| IP                             | 2.47                    | 1.88   | 3.06     | 18.08   | 2.00 | 0.003               |
|                                | 1.99                    | 1.34   | 2.64     | 13.23   | 2.00 | 0.006               |
|                                | 1.81                    | 1.53   | 2.10     | 27.30   | 2.00 | 0.001               |
|                                | 1.26                    | 0.60   | 1.92     | 8.23    | 2.00 | 0.014               |

Fuente: IBM SPSS.

**Toma de decisión:** Según la tabla 5.13 referente a los p-valores representativos de 0.0010 (MDS), 0.0001 (CBR), 0.001 (IP) se verifica que son menores al de la significancia de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se toma la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Debido a que existen pruebas de que los resultados referidos a la estabilidad de subrasantes blandas guardan diferencia significativa.

**Por lo cual:** Las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales se estabilizan significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.

## **VI. CONCLUSIONES**

Las conclusiones se realizaron en el orden de los objetivos específicos y general.

### **Conclusión 1:**

De acuerdo con los resultados de los ensayos proctor modificados, con la dosificación del 10%, 15% y 20% mejoró la densidad máxima seca (DMS) dado que su resultante es buena, haciéndola adecuada para la estabilización de subrasantes. Sin embargo, el contenido óptimo de humedad al 10% es extremadamente húmedo y excede la base del porcentaje de %OCH, haciéndolo inadecuado para la estabilización de subrasantes. Al tener un buen equilibrio para su contenido óptimo de humedad conduce a una mayor compactación, por lo que se seleccionó la curva de la densidad máxima, logrando determinar la dosificación óptima de estabilización de subrasantes con adición de (CR).

### **Conclusión 2:**

La relación de la dosificación del concreto reciclado (CR) se puede destacar en los ensayos de (C.B.R.), debido a que contribuye en el incremento de la capacidad portante de la subrasante para la C-4 con adición del 20%. Se tiene que de un (C.B.R.) 100%=5.00% a un (C.B.R.) (95%) =6.54 % en su estado original de la (DMS) de un (C.B.R.) 100%=19.55% a un (C.B.R.) 95%=16.50%). Determinando el mejoramiento de la subrasante blanda modificado con (CR) en los caminos vecinales de la carretera Osnomocco - Atumpata Alta.

### **Conclusión 3:**

Utilizando el ensayo de límite de Atterberg, fue factible identificar la mejora en la subrasante con la adición del 20% de (CR), con la disminución del índice de plasticidad (IP) en un 10% la subrasante de los caminos rurales a lo largo de la carretera Osnomocco - Atumpata Alta, tendría un comportamiento del suelo estabilizado ya que pasó de un 13% en su condición original a 7%.

### **Conclusión 4:**

Se determinó que la estabilización de la subrasante con adición de (CR) tiene un impacto favorable en las condiciones de la vía Osnomocco - Atumpata Alta, que fue

investigada en detalle. En cuanto al estudio de las principales características físicas y mecánicas de la carretera al aumentar la máxima densidad seca de la subrasante, al incrementar la capacidad de soporte de la subrasante y al disminuir el índice de plasticidad aumenta su resistencia en la subrasante de los caminos vecinales de la carretera Osnomocco – Atumpata Alta. Los resultados de esta investigación, en conclusión, son satisfactorios, y se ha establecido la estabilidad del suelo en la zona de estudio.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones se realizaron siguiendo el orden de los objetivos específicos y general.

### **Recomendación 1:**

Se recomienda adicionar concreto reciclado (CR) en porcentajes mayores de dosificación de 20% para lograr alcanzar la curva de plasticidad máxima. Debido a que el índice de plasticidad (IP) disminuyó significativamente en cada una de las calicatas sometidas al ensayo de la densidad máxima seca (DMS) con los porcentajes del 10%, 15% y 20% propuesto en la presente investigación.

### **Recomendación 2:**

Se recomienda que para la capacidad de soporte (C.B.R.) se debe considerar en el contenido de humedad natural la adición de concreto reciclado (CR) la proporción del 20% debido a que los valores alcanzados en este estudio el ((C.B.R.) 100%=19.55% a un (C.B.R.) 95%=16.50%)) de los suelos de la C-4 cumple con la subrasante (S4) del manual de carreteras (R.D. N°-2014-MTC/14 (2014) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, proporcionando un mejor comportamiento a la subrasante de los caminos vecinales de la carretera Osnomocco – Atumpata Alta.

### **Recomendación 3:**

Se recomienda que, para incrementar la disminución del índice líquido, plástico y de plasticidad, se deben emplear dosificaciones mayores al 20% de adición del concreto reciclado (CR), debido a que los valores alcanzados en este estudio determinan que la plasticidad es media conforme se contrastó con los porcentajes especificados en el manual de carreteras R.D. N°-2014-MTC/14 (2014).

### **Recomendación 4:**

Se recomienda mantener las muestras extraídas en bolsas de polietileno para las pruebas de laboratorio con el fin de mantener la humedad natural de las muestras. Cuando la humedad natural sea superior a la óptima, se recomienda secar la muestra por aireación para conseguir una humedad cercana a la natural y poder

realizar los ensayos (C.B.R.) adecuados, como también recoger las muestras en épocas no lluviosas, ya que las muestras recabadas en este estudio se extrajeron parcialmente saturadas, lo que dificulta el trabajo necesario en el laboratorio para adquirir la mayor densidad seca posible.

**Recomendación 5:**

Se recomienda a seguir investigando para lograr obtener la dosificación absoluta de adición de concreto reciclado (CR) y otros materiales que puedan mejorar la estabilidad de la subrasante en vías continuas de los caminos vecinales de la carretera Osnomocco – Atumpata Alta. Así poder alcanzar un mejor comportamiento de resistencia portante (C.B.R.) al de este estudio.

**Recomendación 6:**

Se recomienda determinar el promedio de las probetas para lograr la resistencia óptima con la adición de agregados de concreto reciclado, ya que los precios por m<sup>3</sup> del concreto convencional vs el reciclado varían significativamente, según al análisis de precios unitarios (APU) de la zona del presente estudio (ver Anexo 11).

## REFERENCIAS

1. PEREZ, N, CARNICA, P y RIVERA, A. *"Agregado de base de concreto reciclado versus agregado de base tradicional"*. México : Instituto Mexicano del Transporte, 2018.
2. LÓPEZ, B y PRUSINSKI, J. *"Carreteras recicladas con cemento"*. México : Revistacyt.com.mx, 2000.
3. Latinoamericano, Viabilidad y Transporte. *Importancia de las geomallas en la construcción de carreteras*. Lima, Perú : Viabilidad y Transporte Latinoamericano, 2015.
4. TORRES ATALAYA, Marilyn Viviana. *"Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021"*. Callao, Lima, Perú : Universidad César Vallejo, 2021. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil .
5. *"Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada"*. GOÑAS LABAJOS, Olger y SALDAÑA NÚÑEZ, Jhon Hilmer. 1, Chachapoyas, Amazonas, Perú : Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, 2020, Vol. 3. ISSN 2414-8822 / ISSN(e) 2520-0356.
6. *"Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco"*. ELÍAS SILIPU, Jorge Wilmer, y otros. 1, La Libertad, Perú : Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, 2020, Vol. 2.
7. DATTA, S y MOFIZ, S. A. *"Stabilization of Road Subgrade Soil Using Recycled Aggregates"*. Rajshahi-6204, Bangladesh. : Rajshahi University of Engineering & Technology, 2021. ISSN No. (Online): 2249-3255.
8. *"Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero"*. OSPINA-GARCÍA, Miguel Ángel , CHAVES-PABÓN, Saieth Baudilio y JIMÉNEZ-SICACHÁ, Luis Miguel . 1 Pp. 185–196, Colombia : Revista de Investigación Desarrollo e Innovación, 2020, Vol. 11. ISSN 2027-8306, ISSN-e 2389-9417.
9. *"Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante"*. GÓMEZ PÉREZ, Luis Eduardo, GUILLIN ACOSTA, William Ferney y GALLARDO AMAYA, Romel Jesús. 1. pp. 95-107,

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia : Revista Tecnura, 2016, Vol. 20. ISSN-e 0123-921X,.

10. MASOUMEH, Tavakol, MUSTAQUE, Hossain y TUCKET-KULESZA, Stacey E. .  
"Subgrade Soil Stabilization Using Low-Quality Recycled Concrete Aggregate".  
Kansas, EEUU : Eighth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering , 2019. |
11. "Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión". PACHECO BUSTOS, Carlos Albeiro, y otros. 2 , Colombia : Revista Científica Ingeniería y Desarrollo - Universidad del Norte, 2017, Vol. 35. ISSN: 2145-9371.
12. "Experimental Study on Stabilization Subgrade Soil Soft with Fine Concrete Residue". OCHOA AVEROS, Sara del Rocio y BIZARRETA-ORTEGA, Julio César. 2 pp. 1044-1052, Brazil : I International Congress of Science and Technology Morona Santiago-CICTMS, 2020, Vol. 1.
13. "El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana". BEDOYA, Carlos y DZULL, Luis. 2, Medellín. COLOMBIA : Revista ingeniería de construcción, 2015, Vol. 30. ISSN 0718-5073.
14. "RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN: UNA OPCIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS". MEJÍA RESTREPO, Erica, OSORNO BEDOYA, Laura y OSORIO VEGA, Nelson Walter. 2, pp. 55-60, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia : Revista EIA, 2015, Vol. 12. ISSN: 1794-1237.
15. ING. G., Hugo. "CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE". [En línea] Pavimentos, 12 de 03 de 2010. [Citado el: 30 de 04 de 2022.] <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/03/caracteristicas-de-la-subrasante.html>.
16. "Performance enhancement of recycled concrete aggregate – A review". SHI, Caijun, y otros. 1 pp, 466-472, s.l. : Journal of Cleaner Production, 2016, Vol. 112.
17. ACOSTA, D. "And others. Influence of Partial Coarse Fraction Substitution of Natural Aggregate by Recycled Concrete Aggregate in Hot Asphalt Mixtures. Sustainability [en línea]. 2019, Vol. 12. 1-17 [fecha de consulta 13 junio 2021]. DOI 10.3390/su12010250". 2021.

18. Argos. Agregados reciclados: ¿Qué y para qué? Párr. 1 y 3 . [En línea] 13 de 12 de 2021. [Citado el: 30 de 04 de 2022.] <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-reciclados-que-y-para-qu>.
19. *"Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete"*. Paul, S. pp, 987-992, s.l. : Data in brief, 2017, Vol. 15.
20. *"Obtención de concretos autocompactantes empleando residuos de demolición"*. SILVA, Yimmy , y otros. 1, Cali, Colombia : Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, 2015, Vol. 35. ISSN 0255-6952.
21. *Análisis Técnico-Económico del uso del Concreto Reciclado y el Concreto Convencional en Colombia*. OSPINA GARCÍA, Miguel Ángel , MORENO ANSELM, Luis Ángel y ANDREA RODRÍGUEZ, Kelly . Bogotá. Colombia : Revista Actas de Ingeniería, 2017. ISSN: 2463-0128.
22. BEDOYA, C y DZUL, L. *"Concrete with recycled aggregates as urban sustainability"*. Colombia : Revista Ingeniería de Construcción RIC, 2019.
23. <https://es.dreamstime.com>. <https://es.dreamstime.com>. [En línea] 2018. [Citado el: 30 de 04 de 2022.] <https://es.dreamstime.com/fotograf%C3%ADa-de-archivo-reciclaje-concreto-image30858472>.
24. ARKIPLUS. ARKIPLUS. [En línea] [Citado el: 01 de 05 de 2022.] <https://www.arkiplus.com/concreto-reciclado/>.
25. SORSA, A, SENADHEERA, A y BIRRU, J. "Engineering Characterization of Subgrade Soils of Jimma Town, Ethiopia, for Roadway Design.0 [en línea]. Tesis de titulación. Texas Tech University, 2020. [En línea] 06 de 2021. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] Disponible en: <https://doi.org/10.3339>.
26. *"Appraisal of Bearing Capacity and Modulus of Subgrade Reaction of Refilled Soils. Civil Engineering Journal"*. USMAN, N. y KAMAL, M. 11, 06 de 2021, Vol. 6.
27. NIE, R y otros. "Characterization of permanent deformation of fine-grained subgrade soil under intermittent loading. [en línea]. 2020. [En línea] 06 de 2021. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106395>.
28. MANOTOA, A. "Funciones de base, subbase, subrasante y material de mejoramiento. [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Técnica Particular de Loja, 2018. [En

línea] 13 de 06 de 2018. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] Disponible en:  
<https://www.studocu.com/es/document/universidad-tecnic>.

29. *Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes. Ingeniería. Costa Rica: Portal de Revistas UCR n.1, pp. 93-108. ISSN 1409-2441. ELIZONDO, F., NAVAS, A y SIBAJA, D., C. Costa Rica : s.n., 2011.*
30. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. MTC. [En línea] 2013. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html).
31. *"La Plasticidad del Suelo - Límites de Atterberg". OSORIO, S. s.l. : Geotecnia-sor, 2010.*
32. CE.020 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y TALUDES. Normas Técnicas Peruanas. [En línea] 2012. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjtmImX2L33AhWpALkGHaKBA14QFnoECAQQAQ&url=http%3A%2F%2Fcdn-web.construccion.org%2Fnormas%2Frne2012%2Frne2006%2Ffiles%2Ftitulo2%2F05\\_CE%2F017-2012-CE020.pdf&usg=AOvVaw](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjtmImX2L33AhWpALkGHaKBA14QFnoECAQQAQ&url=http%3A%2F%2Fcdn-web.construccion.org%2Fnormas%2Frne2012%2Frne2006%2Ffiles%2Ftitulo2%2F05_CE%2F017-2012-CE020.pdf&usg=AOvVaw).
33. Consulting Geotechnical. ¿Qué es el Contenido de Humedad? [En línea] 2021. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/humedad-suelos/>.
34. COLTON, N. "Contenido de humedad óptimo/ densidad seca máxima (OMC/MDD)". [En línea] 2021. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] <http://nicholls-colton.co.uk/optimum-moisture-content-maximum-dry-density-omcmd/>.
35. Ing. PÁRAMO Jorge A, . "COMPACTACIÓN DE SUELOS Y MATERIALES ESTABILIZADOS". [aut. libro] INGENIERÍA Y AGRIMENSURA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS. "COMPACTACIÓN DE SUELOS Y MATERIALES ESTABILIZADOS". España : UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO, 2002.
36. ZHAO.X. "Study on Bearing Capacity Performance and Influence Factors of Phyllite Soil Blended with Red Clay. [En línea] [en línea]. 2020. Journal of Physics: Conference Series, 13 de 06 de 2020. [Citado el: 01 de 05 de 2022.]
37. GARCÍA, A, MEJÍA, D y ZELAYA, C. *"Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de*

Cajamarca, 2015. [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Privada del Norte, 2015.". Cajamarca, Perú : s.n., 2015.

38. Jimenez, Rosa. *"Metodología de la investigación"*. La Habana : Editorial de Ciencias Médicas, 1998. 959-212-066-8.
39. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. "Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos [en línea]. 2014. . [En línea] Perú: Viceministerio de transportes. , 13 de 06 de 2021. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_do](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_do).
40. ENSAYOS DE COMPACTACIÓN. Ensayos de Compactación – Proctor Normal y Proctor modificado. Párr. 3. [En línea] 06 de 13 de 2021. [Citado el: 01 de 05 de 2022.] <https://www.aulacarreteras.com/ensayo-proctor/>, Aula carreteras..
41. ESCUDERO SÁNCHEZ, Carlos Leonel y CORTEZ SUÁREZ, Liliana Alexandra. *"Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica"*. Machala : Universidad Técnica de Machala, Ecuador : UTMACH, 2018. ISBN: 978-9942-24-092-7.
42. EDMONDS, W. Alex y KENNEDY, Thomas D. *"An Applied Guide to Research Designs - Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods - Second Edition"*. California, USA : SAGE Publication Inc., 2017. ISBN: 978-148-33-1727-4.
43. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. *"Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta"*. Santa Fe, México : MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5.
44. ARGOS, José. *"Material proveniente del concreto reciclado"*. Caracas, Venezuela : Aventure Word, 2021.
45. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. *"Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos"*. Lima, Perú : Gobierno del Perú, 2013.
46. ARIAS GÓMEZ, Jesús, VILLASÍS KEEVER, Miguel Ángel y NOVALES, María Guadalupe Miranda. *"El protocolo de investigación III: la población de estudio"*. México : Revista Alergia, 2016. vol. 63, núm. 2, abril-junio.
47. VARA HORNA, Arístides. *Siete pasos para una tesis exitosa*. 3ra Edición. Lima : USMP, 2012.

48. ÑAUPAS PAITÁN, Humberto, y otros. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5ta Edición. Bogotá-Colombia : USMP, 2018. ISBN 978-958-762-876-0.
49. ARIAS GONZALES, Jose Luis. *"Métodos de Investigación Online - Herramientas digitales para recolectar datos"*. Arequipa-Perú : Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-06461, 2020. ISBN: 978.612-00-5506-9.
50. ARIAS GONZALES, José Luis. *"Proyecto de Tesis - Guía para la elaboración"*. Arequipa-Perú : Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-05577, 2020. ISBN: 978-612-00-5416-1.
51. *"Técnicas e instrumentos de recolección de datos"*. HERNÁNDEZ MENDOZA, Sandra Luz y DUANA AVILA, Danae. 17, México : Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, Latindex, REDIB, 2020, Vol. 9. ISSN: 2007-4913.
52. *"Validez y confiabilidad del instrumento determinante humano en la implementación del currículo de educación física"*. POSSO PACHECO, Richard Jacobo y BERTHEAU, Edda Lorenzo. 3, Venezuela : Revista educare - Segunda nueva Etapa 2.0, 2020, Vol. 24. ISSN: 2244-7296.
53. SENAMHI. CLIMATE-DATE.ORG. [En línea] [Citado el: 06 de 02 de 2022.] <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/apurimac/abancay-27825/>.
54. RONDINEL-OVIEDO, Daniel R. *"Construction and demolition waste management in developing countries: a diagnosis from 265 construction sites in the Lima Metropolitan Area"*. Lima, Perú : International Journal of Construction Management, 2021. ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tjcm20>.
55. REDLING, Adam . *"Research shows recycled concrete can outperform traditional construction"*. Colombia : CONSTRUCTION & DEMOLITION RECYCLING, 2020.
56. *Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos* . Gerencia, Instituto de la Construcción y. 68, Lima : s.n., 2021.

## **ANEXOS**

## Anexo N° 1: Matriz de operacionalización de variables.

| <b>Título:</b>   | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO – ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021  |  |                     |  |                    |
|--|---|--|---------------------|--|--------------------|
| <b>Autor:</b>  | Bach. Zamora Huamani, Julieta   |  |                     |  |                    |
| VARIABLES DE ESTUDIO                                     | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIÓN           | INDICADOR  | ESCALA DE MEDICIÓN |
| <b>Variable 1:</b> Concreto reciclado                    | Material proveniente de un concreto utilizado en una obra demolida. Es el producto de un proceso de molienda de concreto procedente de estructuras destruidas o concreto sobrante de procesos de construcción donde ha sido considerado como residuo. <sup>(44)</sup>                                     | La muestra será adicionada con un 10%, 15% y 20% de concreto reciclado considerando el volumen de la muestra. Se aplicarán diversos ensayos de laboratorio, a fin de que se incremente la capacidad portante, así como disminuir la plasticidad y humedad de la subrasante. Seguidamente se procederá a analizar los datos y los resultados obtenidos, para continuar con la corroboración de las hipótesis planteadas. Clasificándose con sus tres dimensiones: Peso específico, granulometría y dosificación que a su vez se subdividen en 1, 2 y 3 indicadores. | D1: Peso específico | I1: gr / Cm <sup>3</sup>                               | Interválica        |
|  |   |  | D2: Granulometría   | I1: % retenido   |                    |
|  |   |  |                     | I2: % acumulado  |                    |
|  |   |  | D3: Dosificación    | I1: Suelo natural + 10% de concreto reciclado          |                    |
|  |   |  |                     | I2: Suelo natural + 15% de concreto reciclado          |                    |
|  |   |  |                     | I3: Suelo natural + 20% de concreto reciclado          |                    |
| <b>Variable 2:</b> Estabilización de Subrasantes Blandas | Conformada por los suelos que presentan características aceptables y que han sido compactados por capas, con el propósito de que se forme una estructura duradera, resistente a las cargas generadas por el tránsito vehicular y de cargas del Ministerio de transporte y comunicaciones. <sup>(45)</sup> | Incluye los ensayos ideados para representar las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante blanda. En la presente investigación se llevará a cabo los siguientes para las 3 dosificaciones dispuestas (10%, 15% y 20%):   | D1: Plasticidad     | I1: Limite liquido                                     | Interválica        |
|  |   |  |                     | I2: Limite plástico                                    |                    |
|  |   |  |                     | I3: Índice de plasticidad                              |                    |
|  |   |  | D2: Compactación    | I1: Clasificación de suelo                             |                    |
|  |   |  |                     | I2: Contenido óptimo de humedad y densidad seca máxima |                    |
|  |   |  | D3: Resistencia     | I1: Capacidad de soporte de la subrasante.             |                    |

## Anexo N° 2: Matriz de consistencia

| Título: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO – ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021                  |  |  |  |   |   |  |   |
|---|--|--|--|---|---|--|---|
| Autor: Bach. Zamora Huamani, Julieta  |  |  |  |   |   |  |   |
| Problema  | Objetivos  | Hipótesis  | Variables                                | Dimensiones   | Indicadores   | Instrumentos   | Metodología   |
| <b>Problema General:</b>  | <b>Objetivo general:</b>   | <b>Hipótesis general:</b>  | <b>Variable 1:</b><br>Concreto Reciclado | D1: Peso específico   | I1=gr/Cm3   | Ficha de recopilación de datos (Balanza de medición de peso).  | <b>Método:</b><br>Científico<br><br><b>Tipo:</b><br>Aplicada<br><br><b>Enfoque:</b><br>Cuantitativo<br><br><b>Diseño:</b><br>Experimental<br><br><b>El nivel:</b><br><b>Explicativo</b><br><br><b>Población:</b><br>Carretera Osnomocco – Atumpata Alta (2 km)<br><br><b>Muestra:</b><br>Se realizaron 4 calicatas a cielo abierto, cada, 500 metros desde la prog.: km 0+000 mts hasta km 2+000 mts.<br><br><b>Muestreo:</b><br><br>No probabilístico<br><br><b>Técnica:</b><br><br>Observación directa<br><br><b>Instrumentos:</b><br><br>Ficha de recopilación de datos, formatos de ensayos según: CE.10, MTC (E103, E105, E107, E110, E111, E115, E132). |
| ¿Cuánto se estabiliza las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021?                 | Calcular la variación de la estabilización de las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.           | Las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales se estabilizan significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.               |  | D2 Granulometría  | I1: %retenido<br>I2: %acumulado   | Ficha de recopilación de datos (Tamices).  |   |
|   |  |  |  | D3 Dosificación   | I1: Suelo natural + 10% de concreto reciclado<br>I2: Suelo natural + 15% de concreto reciclado<br>I3: Suelo natural + 20% de concreto reciclado | Ficha de recopilación de datos (Balanza de medición de peso).  |   |
| <b>Problemas Específicos:</b>   | <b>Objetivos específicos:</b>  | <b>Hipótesis específicas:</b>  |  | <b>Variable 2:</b><br>Estabilización de Subrasantes Blandas | D1: Plasticidad   | I1: Límite líquido<br>I2: Límite plástico<br>I3: Índice de plasticidad   |   |
| ¿Cuánto varía la densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021?  | Estimar la variación de la densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.                  | La densidad seca máxima de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales varía significativamente carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021. | D2: Compactación                         |   | I1: Clasificación de suelo.<br><br>I2: Contenido óptimo de humedad y densidad seca máxima   | Ensayo de granulometría /Ficha de recopilación de datos.<br><br>Ensayo de Proctor modificado / Ficha de recopilación de datos. |   |
| ¿Cuánto varía la capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021?  | Determinar la variación de la capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales de la carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021. | La capacidad de soporte de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021. | D3: Resistencia                          |   | I1: Capacidad de soporte de la subrasante.  | Ensayo de CBR /Ficha de recopilación de datos.   |   |
| ¿Cuánto varía el índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021? | Cuantificar la variación del índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021.      | El índice de plasticidad de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado varía significativamente en caminos vecinales carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay Apurímac2021.  |  |   |   |  |   |

### Anexo N° 3: Instrumento de recolección de datos

|  |          |                          |            |                         |                                  |         |
|--|----------|--------------------------|------------|-------------------------|----------------------------------|---------|
| PROYECTO: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2022. |          |                          |            |                         |                                  | Experto |
| AUTOR: JULIETA ZAMORA HUAMANI  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>   |          |                          |            |                         |                                  | B       |
| <b>UBICACIÓN</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| DISTRITO   | ABANCAY  |                          | ALTITUD    | 2385 msnm               |                                  | ↓       |
| PROVINCIA  | ABANCAY  |                          | LATITUD    | 13° 38' 15" Sur         |                                  |         |
| REGION   | APURIMAC |                          | LONGITUD   | 72° 52' 43" Oeste       |                                  |         |
|  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| <b>III. PESO ESPECIFICO</b>  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO RECIKLADO                 |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| peso especifico real   | gr/ cm3  | peso especifico aparente | gr/cm3     |                         |                                  |         |
| <b>IV. Granulometria</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA GRANULOMETRIA DEL CONCRETO RECIKLADO                |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| % retenido   | gr       | % acumulado              | gr         | % retenido acumulado    | gr                               |         |
| <b>V. Dosificación</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA DOSIFICACION DEL CONCRETO RECIKLADO                 |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| 10%  | %        | 15%                      | %          | 20%                     | %                                |         |
| <b>VI. Maxima densidad seca</b>  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA DE LA SUB RASANTE BLANDA       |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| Densidad máxima  | gr/ cm3  | Densidad mínima          | gr/ cm3    | Densidad relativa       | gr/ cm3                          |         |
| <b>VII. Capacidad de soporte (CBR)</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUB RASANTE BLANDA       |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| % óptimo de contenido de humedad   | %        | Modulo de resiliencia    | julios xm3 | clasificacion de suelos | Ficha de recoleccion informativa |         |
| <b>VIII. Índice de plasticidad</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LA SUB RASANTE BLANDA        |          |                          |            |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| Limite liquido   | %        | limite plastico          | %          | Índice de plasticidad   | %                                |         |
| Nombres y Apellidos : Rony Huilcahua Sinte   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| Profesion : ingeniero civil  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| Registro CIP N°: 237307  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| EMAIL: 114095@unsaac.edu.pe  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| Telefono : 957080563   |          |                          |            |                         |                                  |         |


**GOBIERNO REGIONAL APURIMAC**  
 U.E. PRO DESARROLLO APURIMAC  
 Ing. *Rony Huilcahua Sinte*  
 RESIDENTE DE OBRA  
 CIP: 237307

|  |          |                          |            |                         |                                  |         |
|--|----------|--------------------------|------------|-------------------------|----------------------------------|---------|
| PROYECTO :Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2022. |          |                          |            |                         |                                  | Experto |
| AUTOR :JULIETA ZAMORA HUAMANI  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| <b>INFORMACION GENERAL</b>   |          |                          |            |                         |                                  | B       |
| <b>UBICACIÓN</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| DISTRITO   | ABANCAY  |                          | ALTITUD    | 2385 msnm               |                                  | ↓       |
| PROVINCIA  | ABANCAY  |                          | LATITUD    | 13° 38' 15" Sur         |                                  |         |
| REGION   | APURIMAC |                          | LONGITUD   | 72° 52' 43" Oeste       |                                  |         |
|  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO RECICLADO                 |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| peso espedfco real   | gr/ cm3  | peso especifico aparente | gr/cm3     |                         |                                  |         |
| <b>Granulometria</b>   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA GRANULOMETRIA DEL CONCRETO RECICLADO                |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| % retenido   | gr       | %acumulado               | gr         | % retenido acumulado    | gr                               |         |
| <b>Dosificación</b>  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA DOSIFICACION DEL CONCRETO RECICLADO                 |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| 10%  | %        | 15%                      | %          | 20%                     | %                                |         |
| <b>Maxima densidad seca</b>  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA DE LA SUB RASANTE BLANDA       |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| Densidad máxima  | gr/ cm3  | Densidad mínima          | gr/ cm3    | Densidad relativa       | gr/ cm3                          |         |
| <b>VI. Capacidad de soporte (CBS)</b>  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUB RASANTE BLANDA       |          |                          |            |                         |                                  | ↓       |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| % óptimo de contenido de humedad   | %        | Modulo de resiliencia    | julios xm3 | clasificacion de suelos | Ficha de recoleccion informativa |         |
| <b>VII. Índice de plasticidad</b>  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LA SUB RASANTE BLANDA        |          |                          |            |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und        | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| Limite liquido   | %        | limite plastico          | %          | indice de plasticidad   | %                                |         |
| Nombres y Apellidos : Rony Huilicahua Sinte  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| Profesion : ingeniero civil  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| Registro CIP N°: 237307  |          |                          |            |                         |                                  |         |
| EMAIL: 114095@unsac.edu.pe   |          |                          |            |                         |                                  |         |
| Telefono : 957080553   |          |                          |            |                         |                                  |         |


**GOBIERNO REGIONAL APURIMAC**  
 U.E. PRO DESARROLLO APURIMAC  


---

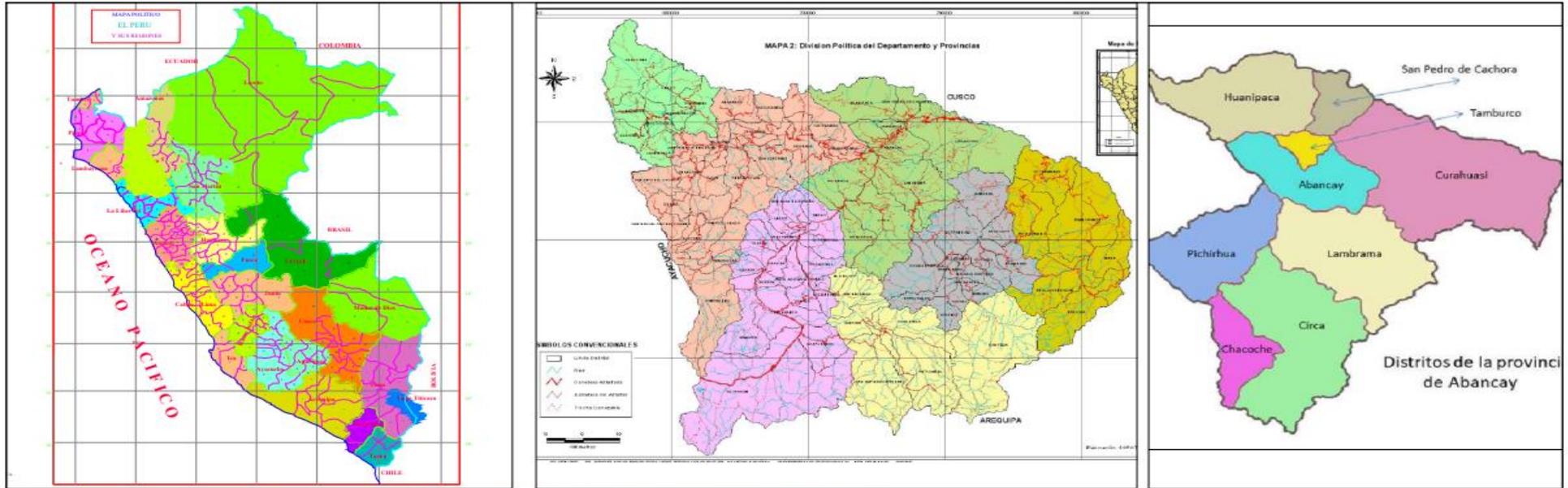
**Ing. Rony Huilicahua Sinte**  
 RESIDENTE DE OBRA  
 CIP: 237307

|  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
|--|----------|--------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|---------|
| PROYECTO: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2022. |          |                          |                   |                         |                                  | Experto |
| AUTOR: JULIETA ZAMORA HUAMANI  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| INFORMACIÓN GENERAL  |          |                          |                   |                         |                                  | C       |
| UBICACIÓN  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| DISTRITO   | ABANCAY  | ALTITUD                  | 2385 msnm         |                         |                                  | 1       |
| PROVINCIA  | ABANCAY  | LATITUD                  | 13° 38' 15" Sur   |                         |                                  |         |
| REGION   | APURIMAC | LONGITUD                 | 72° 52' 43" Oeste |                         |                                  |         |
|  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| II. PESO ESPECIFICO  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO RECICLADO                 |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und               | INDICADOR3:             | Und                              | 1       |
| peso especifico real   | gr/cm3   | peso especifico aparente | gr/cm3            |                         |                                  |         |
| III. Granulometria   |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA GRANULOMETRIA DEL CONCRETO RECICLADO                |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und               | INDICADOR3:             | Und                              | 1       |
| % retenido   | gr       | % acumulado              | gr                | % retenido acumulado    | gr                               |         |
| IV. Dosificación   |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA DOSIFICACION DEL CONCRETO RECICLADO                 |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und               | INDICADOR3:             | Und                              | 1       |
| 10%  | %        | 15%                      | %                 | 20%                     | %                                |         |
| V. Maxima densidad seca  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA DE LA SUB RASANTE BLANDA       |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und               | INDICADOR3:             | Und                              | 1       |
| Densidad máxima  | gr/cm3   | Densidad mínima          | gr/cm3            | Densidad relativa       | gr/cm3                           |         |
| VI. Capacidad de soporte (CBR)   |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUB RASANTE BLANDA       |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und               | INDICADOR3:             | Und                              | 1       |
| % óptimo de contenido de humedad   | %        | Modulo de resiliencia    | julios xm3        | clasificación de suelos | Ficha de recoleccion informativa |         |
| VII. Índice de plasticidad   |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| SE REALIZARA LA RECOLPILACION DE DATOS EN BASE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS AL COMPORTAMIENTO DEL INDICE DE PLASTICIDAD DE LA SUB RASANTE BLANDA        |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| INDICADOR1:  | Und      | INDICADOR2:              | Und               | INDICADOR3:             | Und                              |         |
| limite liquido   | %        | limite plastico          | %                 | Indice de plasticidad   | %                                |         |
| Nombres y Apellidos :Holguer Cayó Baca   |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| Profesion : ingeniero civil  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| Registro CIP N°: 79811   |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| EMAIL: holguer.cayo@gmail.com  |          |                          |                   |                         |                                  |         |
| Telefono : 983757178   |          |                          |                   |                         |                                  |         |

  
**HOLGUER CAYO BACA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. 79811

# Anexo N° 4: Mapas y planos

## MAPA: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

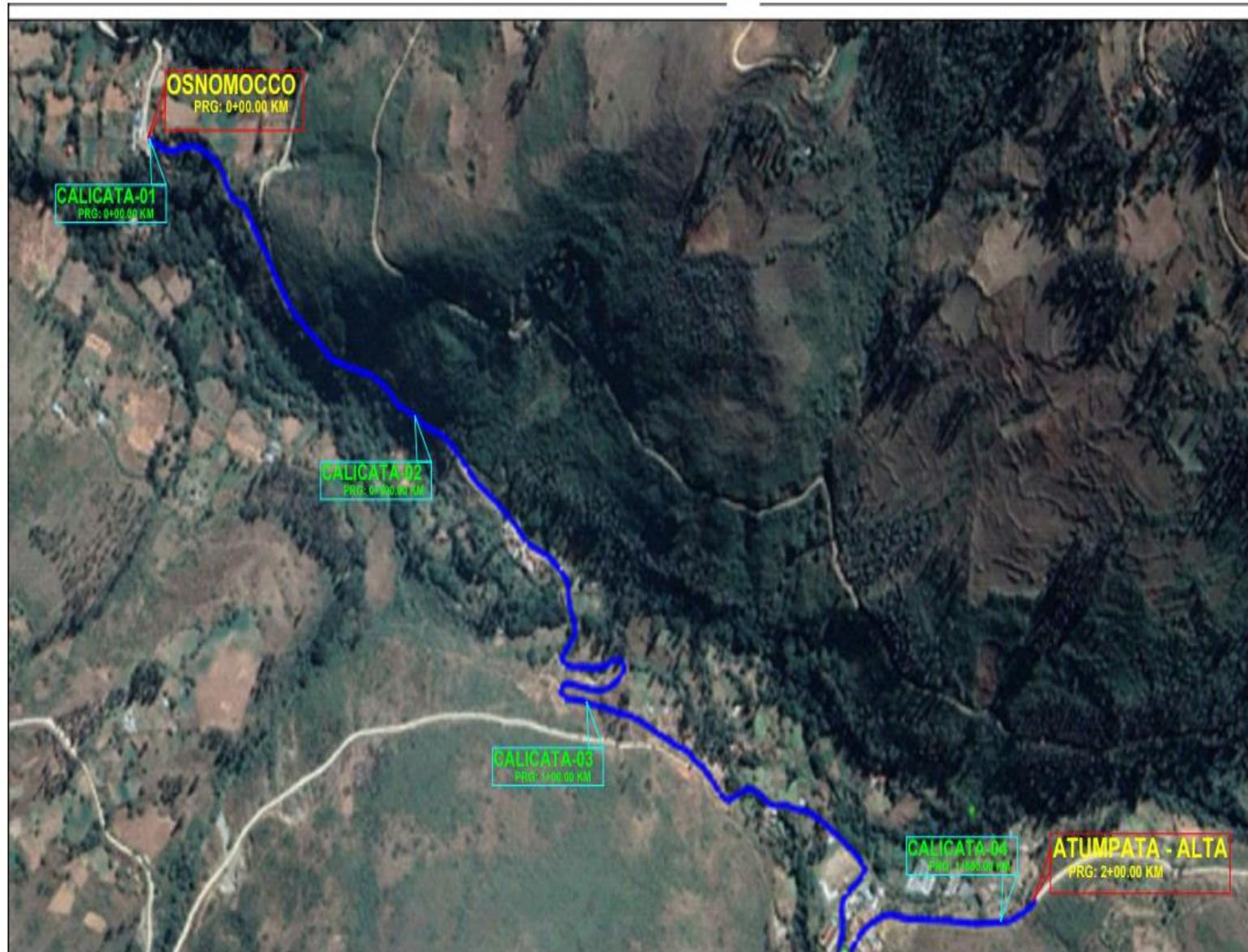


**UBICACIÓN:**

- DEPARTAMENTO: APURIMAC
- PROVINCIA: ABANCAY
- DISTRITO: ABANCAY
- CARRETERA: OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA

|   |                                 |                       |            |
|---|---------------------------------|-----------------------|------------|
| <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>  |                                 |                       |            |
|   | PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN |                       |            |
|   | ALUMNA: JULIETA ZAMORA HUAMANI  |                       |            |
| PROYECTO: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021 |                                 |                       | LAMINA:    |
| UBICACIÓN: ABANCAY - APURIMAC   | ESCALA: 1:50000                 | FECHA: MARZO DEL 2022 | <b>P-U</b> |

# PLANO: UBICACIÓN



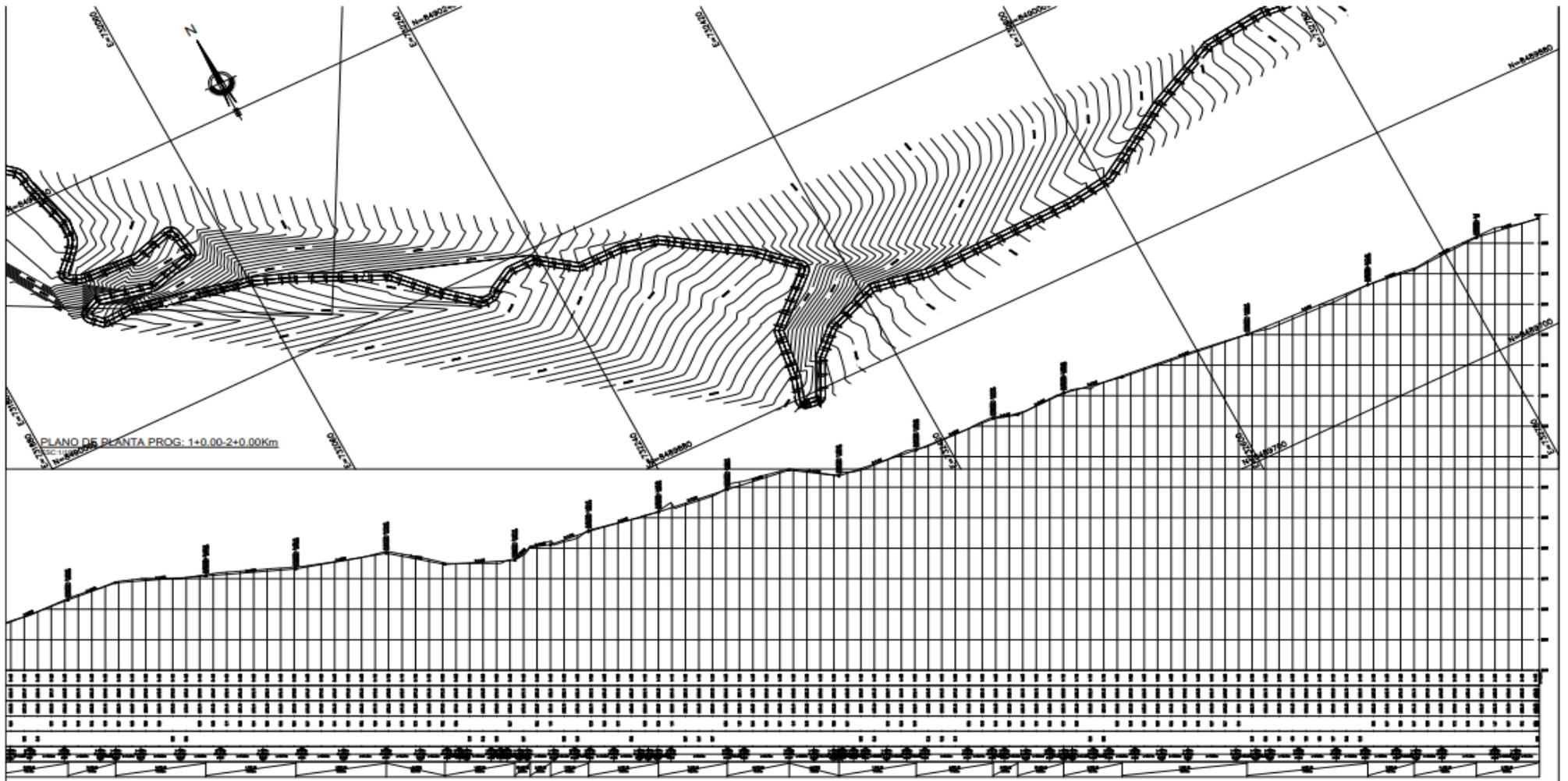
**UBICACIÓN:**

- DEPARTAMENTO:  
APURIMAC
- PROVINCIA:  
ABANCAY
- DISTRITO:  
ABANCAY
- CARRETERA:  
OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA

|  |                                  |                    |     |
|--|----------------------------------|--------------------|-----|
| UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  |                                  |                    |     |
|   | PLANO: UBICACIÓN DE CALICATAS    |                    |     |
|  | ALUMNA: JULIETA ZAMORA HUAMANI   |                    |     |
| PROYECTO:<br>Estabilización de subramentas blandas modificadas con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurimac 2021 | TÍTULO:<br>P-U                   |                    | P-U |
|  | LOCALIDAD:<br>ABANCAY - APURIMAC | ESCALA:<br>1:50000 |     |



# PLANO: PERFILES



PLANO DE PLANTA PROG: 1+0.00-2+0.00Km

PLANO PERFIL LONGITUDINAL  
 ESC H: 1/1000  
 ESC V: 1/100

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|  | <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>  |  |  |
|   | <b>UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>   |  |  |
|   | Calle Zamora Huamán Juliata   |  |  |
|   | Estabilización de subrasantes blandas modificación con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomacco - Atampata Alta, Apurímac |  |  |
| P-02  |   |  |  |

## Anexo N° 5: Panel fotográfico



Figura 1. Comunidad de Atumpata Alta.



Figura 2. Comunidad de Osnomocco.



Figura 3. Análisis granulométrico del suelo natural.



Figura 4. Peso específico del concreto reciclado.



Figura 5. Ensayo de limite plástico de la C-01.



Figura 6. Ensayo de adición de concreto reciclado a espécimen CBR

## Anexo N° 6: Carta de solicitud – UCV



**"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"**

LOS OLIVOS, 17 de marzo de 2022

Señor(a)  
**SANDRO L. UGARTE HUILLCA**  
GERENTE GENERAL  
INSTITUTO DE VIABILIDAD MUNICIPAL DE LA PROVINCIA DE ABANCAY  
TR.LOS JARDINES N°502- URB.LOS CHANCAS-ABANACAY-APURIMAC

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de INGENIERÍA CIVIL

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial LOS OLIVOS y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. JULIETA ZAMORA HUAMANI, con DNI 46995433, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de INGENIERÍA CIVIL, pueda ejecutar su investigación titulada: **"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO – ATUMPATA ALTA, APURÍMAC 2022."**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



**Mgtr. Robert Edinson Suclupe Sandoval**  
Coordinador Nacional del Programa de Titulación  
Programa Académico de Ingeniería Civil

cc: Archivo PTUN.

## Anexo N° 7: Autorización de la entidad



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

**INSTITUTO DE VIALIDAD MUNICIPAL DE LA PROVINCIA DE ABANCAY**



Abancay, 07 de Febrero del 2022

**CARTA N° 002-2022-SLUH/GG-IVP-AB.**

**SEÑORITA:**

**Julieta Zamora Huamani**

Estudiante de la Universidad Cesar Vallejo.

**Asunto : Autorización de calicatas.**

Me dirijo a usted, con respecto a la solicitud, con fecha de recepción 28 de enero del 2022, sobre la autorización para realizar trabajo de estudios en la carretera de Osnomocco – Atumpata Alta, de las siguientes actividades Visualizaciones en la carretera vecinal de dicha comunidad, mediciones, cotejos, y exploración de suelos haciendo uso de calicata, toma de fotografías y encuestas para el trabajo de tesis "Estabilización de subrasantes blandas modificadas con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac.

En atención a lo solicitado se autoriza a realizar los trabajos antes mencionados en la carretera Osnomocco – Atumpata Alta, para la investigación de la Universidad Cesar Vallejo, a cargo del estudiante **ZAMORA HUAMANI, Julieta**, quien se compromete en cumplir con el adecuado uso de la información obtenida y cumplir con las normas de seguridad.

Es propicia la ocasión para expresar los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
INSTITUTO DE VIALIDAD MUNICIPAL  
DE LA PROVINCIA DE ABANCAY  
**Lic. Sandro L. Ugarte Huilca**  
GERENTE GENERAL (e)

## Anexo N° 8: Resultados de análisis de laboratorio

|   |   |
|---|---|
| <br>SAYWITE APURIMAC S.A.C | <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,<br/>CONCRETO Y PAVIMENTOS</b><br><b>SAYWITE</b><br><b>APURIMAC. S.A.C</b> |
|---|---|

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

**Proyecto:** Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.

**Ubicación:** Lugar: Osnomocco Provincia: Abancay Fecha: Enero, 2022  
 Distrito: Abancay Región: Apurímac  
**Hecho por:** Muestreo: Interesado Calicata: C - 01  
 Sector Carretera Osnomocco- Atumpata Alta Profundidad: 1.50 m

**Solicitante:** Bach. Julieta Zamora Huamani.

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO |            |                         |                  |                 |        |
|---|------------|-------------------------|------------------|-----------------|--------|
| Muestra inicial                               | 813.8 gr   | Muestra lavada y secada | 419.2 gr         | Peso Recipiente | 0.0 gr |
| TAMIZ (Pulg.)                                 | TAMIZ (mm) | PESO RET. (gr.)         | PESO CORR. (gr.) | %RET.           | %PASA  |
| 3"  | 76.200     | 0                       | 0.00             | 0.00            | 100.00 |
| 2"  | 50.800     | 0.00                    | 0.00             | 0.00            | 100.00 |
| 1 1/2"  | 38.100     | 0.00                    | 0.00             | 0.00            | 100.00 |
| 1"  | 25.400     | 0.00                    | 0.00             | 0.00            | 100.00 |
| 3/4"  | 19.050     | 22.90                   | 22.90            | 2.81            | 97.19  |
| 1/2"  | 12.700     | 10.50                   | 10.50            | 1.29            | 95.90  |
| 3/8"  | 9.525      | 13.20                   | 13.20            | 1.62            | 94.27  |
| 1/4"  | 6.350      | 20.80                   | 20.80            | 2.56            | 91.72  |
| N°4   | 4.750      | 21.10                   | 21.10            | 2.59            | 89.13  |
| N°10  | 2.000      | 79.70                   | 79.70            | 9.79            | 79.33  |
| N°20  | 0.850      | 78.60                   | 78.60            | 9.66            | 69.67  |
| N°40  | 0.425      | 66.70                   | 66.70            | 8.20            | 61.48  |
| N°50  | 0.297      | 25.60                   | 25.60            | 3.15            | 58.33  |
| N°100   | 0.149      | 45.40                   | 45.40            | 5.58            | 52.75  |
| N°200   | 0.075      | 28.80                   | 28.80            | 3.54            | 49.21  |
| Cazuela                                       |            | 5.10                    | 400.5            | 49.21           |        |
| <b>TOTAL</b>                                  |            | <b>418.40</b>           | <b>813.80</b>    | <b>100.00</b>   |        |

D60 = 0.365  
 D30 = NO TIENE  
 D10 = NO TIENE  
 D50 = 0.091

Cu = NO TIENE

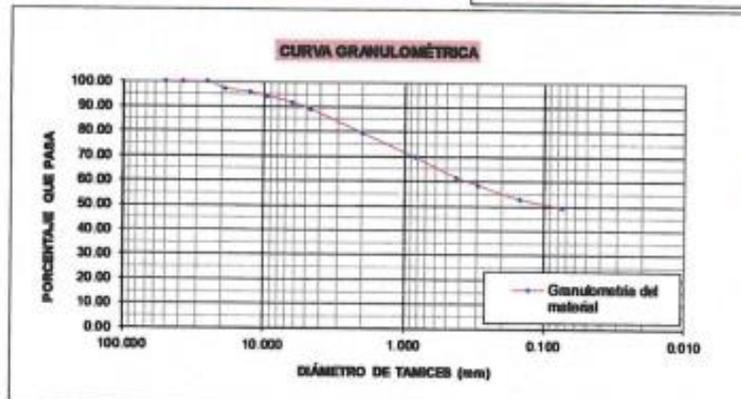
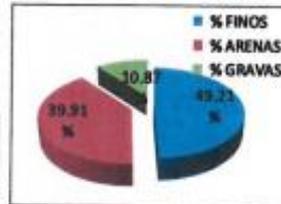
Cc = NO TIENE

Diferencia 0.19 < 0.5% %Finos = 49.21

IG = 2

#### PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

|          |        |
|----------|--------|
| % FINOS  | 49.21% |
| % ARENAS | 39.91% |
| % GRAVAS | 10.87% |



  
 Ing. Elmer Huamani Sullta  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CUI N° 1266045



SAYWITE APURIMAC S.A.C

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SAYWITE  
APURIMAC. S.A.C**

**LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318**

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpala Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Enero, 2022

Hecho por: Muestreo: Interesado

Calicata: C - 01  
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani.

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**LÍMITE LÍQUIDO**

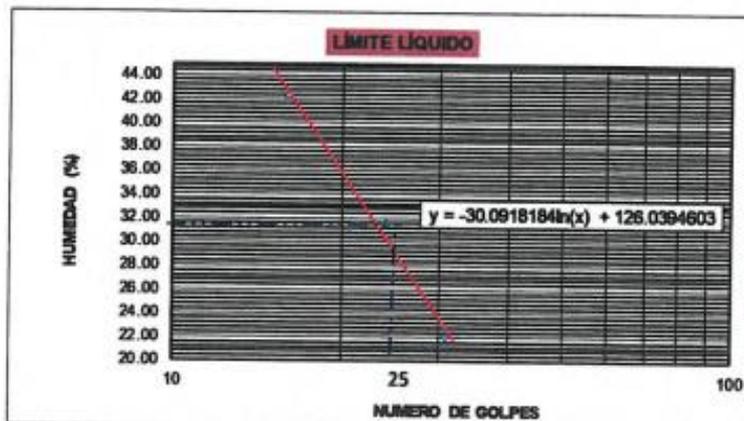
| Muestra           | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Nº de Cápsula     | 1     | 2     | 3     |
| Caps. + S. húmedo | 59.57 | 57.92 | 57.90 |
| Caps. + S. seco   | 55.90 | 55.40 | 55.95 |
| Agua              | 3.67  | 2.52  | 1.95  |
| Peso Cápsula      | 47.20 | 47.40 | 47.10 |
| Peso S. seco      | 8.70  | 8.00  | 8.85  |
| % Humedad         | 42.18 | 31.50 | 22.03 |
| Nº de golpes      | 16    | 24    | 31    |

2.17288177 3.17802383 3.433981204

**LÍMITE PLÁSTICO**

| Muestra           | 1     | 2     | 3     | 4 |
|-------------------|-------|-------|-------|---|
| Nº de Cápsula     | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps. + S. húmedo | 18.28 | 18.45 | 18.32 |   |
| Caps. + S. seco   | 17.69 | 17.80 | 17.70 |   |
| Agua              | 0.59  | 0.65  | 0.62  |   |
| Peso Cápsula      | 14.46 | 14.24 | 14.26 |   |
| Peso S. seco      | 3.23  | 3.56  | 3.44  |   |
| % Humedad         | 18.27 | 18.26 | 18.02 |   |

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO =            | 29.18 % |
| LÍMITE PLÁSTICO =           | 18.18 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) = | 11.00 % |



  
Ing. Elmer Huamani Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CUP. N° 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS APURIMAC. S.A.C

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Lugar: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Departamento: Apurímac

Fecha: Enero, 2022

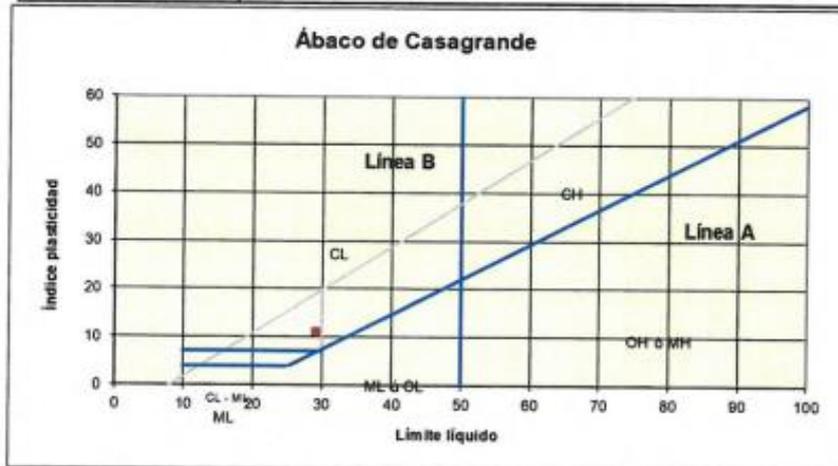
Hecho por: Muestreo: Interesado

Calicata: C - 01  
Profundidad: 1.50 m

Solicitante:

Bach. Julieta Zamora Huamani.

| ITEM                 | PROPIEDAD                  | RESULTADO DE ENSAYOS            |
|----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 01.01                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº4    | 89.13                           |
| 01.02                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº10   | 79.33                           |
| 01.03                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº40   | 61.48                           |
| 01.04                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº100  | 52.75                           |
| 01.05                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº200  | 49.21                           |
| 01.06                | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | NO TIENE                        |
| 01.07                | COEFICIENTE DE CONCAVIDAD  | NO TIENE                        |
| 01.08                | INDICE DE GRUPO (%)        | 2                               |
| 02.01                | LIMITE LIQUIDO (%)         | 29.18                           |
| 02.02                | LIMITE PLÁSTICO (%)        | 18.18                           |
| 02.02                | INDICE DE PLASTICIDAD (%)  | 11.00                           |
| 03.01                | HUMEDAD NATURAL (%)        | 11.99                           |
| CLASIFICACIÓN AASHTO |                            | A-6 Suelo arcilloso             |
| CLASIFICACIÓN SUCS   |                            | SC Arena arcillosa con grava SC |
| Observaciones        | A-6 Suelo arcilloso        |                                 |



Ing. Elmer Huamani Sullta  
ING. EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
REG. C.O. Nº 156645



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Región: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 01 (10% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-01 adición 10%

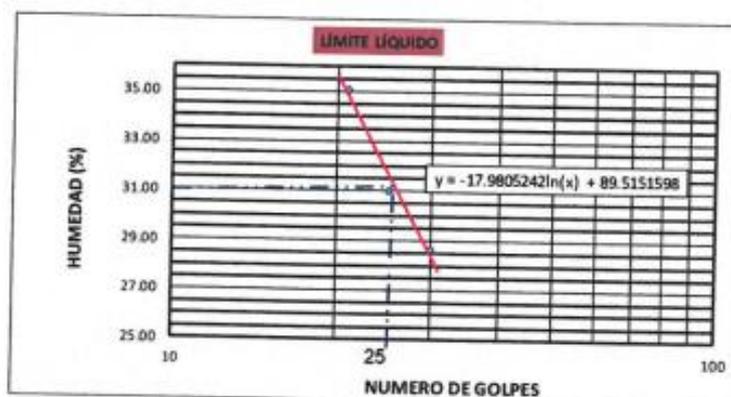
Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO   |       |       |       |   |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
| N° de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 38.02 | 37.47 | 26.88 |   |
| Caps.+ S. seco   | 36.12 | 35.54 | 25.01 |   |
| Agua             | 1.90  | 1.93  | 1.87  |   |
| Peso Cápsula     | 29.49 | 29.32 | 19.68 |   |
| Peso S. seco     | 6.63  | 6.22  | 5.33  |   |
| % Humedad        | 28.66 | 31.03 | 35.08 |   |
| N° de golpes     | 30    | 25    | 21    |   |

| LÍMITE PLÁSTICO  |       |       |       |   |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
| N° de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 10.81 | 20.99 | 18.94 |   |
| Caps.+ S. seco   | 10.21 | 20.31 | 18.53 |   |
| Agua             | 0.60  | 0.68  | 0.41  |   |
| Peso Cápsula     | 7.29  | 17.27 | 16.58 |   |
| Peso S. seco     | 2.92  | 3.04  | 1.95  |   |
| % Humedad        | 20.55 | 22.37 | 21.03 |   |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 31.64 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 21.31 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 10.32 % |



Ing. *[Signature]*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIA. N° 106846



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-01 adición 10%

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 01 (10% adición)

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| N° de Capas: 5             | Volumen Molde: 2124 |
| N° de golpes por capas: 56 |                     |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 129.50 | 130.40 | 130.80 | 131.20 |
| Wcap + sh. | 715.90 | 754.60 | 701.40 | 742.60 |
| Wcap + ss. | 677.30 | 702.50 | 644.50 | 671.10 |
| Wss        | 547.80 | 572.10 | 513.70 | 539.90 |
| Ww.        | 38.60  | 52.10  | 56.90  | 71.50  |
| %CH.       | 7.05   | 9.11   | 11.08  | 13.24  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 7.05  | 9.11  | 11.08 | 13.24 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10151 | 10260 | 10394 | 10391 |
| Wsh             | 4376  | 4485  | 4619  | 4616  |
| Densidad Humeda | 2.060 | 2.112 | 2.175 | 2.173 |
| Densidad Seca   | 1.925 | 1.935 | 1.958 | 1.919 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 1.958 |
| Contenido Optimo de Agua(%) : | 11.08 |



*Ing. Riguer Huaman Sulka*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 168845





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

|  |  |                        |                       |                  |                                 |              |        |                         |           |              |              |              |        |          |       |
|--|--|------------------------|-----------------------|------------------|---------------------------------|--------------|--------|-------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------|----------|-------|
| PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021." |  |                        |                       |                  |                                 |              |        |                         |           |              |              |              |        |          |       |
| UBICACIÓN:   |  | DIST: Abancay          |                       |                  | Profundidad :                   |              |        | 1.50 m C-01 adición 10% |           |              |              |              |        |          |       |
|  |  | PROV: Abancay          |                       |                  | Humedad Óptima(%)               |              |        | 11.08                   |           |              |              |              |        |          |       |
|  |  | DPTO: Apurímac         |                       |                  | Densidad Seca Máxima(g/cm3)     |              |        | 1.958                   |           |              |              |              |        |          |       |
| FECHA :  |  | Febrero, 2022          |                       |                  | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) |              |        | 1.860                   |           |              |              |              |        |          |       |
| DIMENSIONES DE MOLDE   |  |                        |                       | Diametro         |                                 | Altura       |        | Diametro                |           | Altura       |              |              |        |          |       |
|  |  |                        |                       | 15.24            |                                 | 11.64        |        | 15.24                   |           | 11.64        |              |              |        |          |       |
|  |  |                        |                       | 182.42           |                                 | 182.42       |        | 15.24                   |           | 11.64        |              |              |        |          |       |
|  |  |                        |                       |                  |                                 |              |        |                         |           |              |              |              |        |          |       |
| N° DE GOLPES POR CAPA  |  |                        |                       | 12               |                                 |              |        | 25                      |           |              |              | 56           |        |          |       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA  |  |                        |                       | SIN MOJAR        |                                 | SATURADA     |        | SIN MOJAR               |           | SATURADA     |              | SIN MOJAR    |        | SATURADA |       |
| Peso del molde(gr).  |  |                        |                       | 7860             |                                 |              |        | 8015                    |           |              |              | 7821         |        |          |       |
| Volumen de la Muestra(cc).   |  |                        |                       | 2124             |                                 |              |        | 2124                    |           |              |              | 2124         |        |          |       |
| Muestra Humeda + Molde(gr).  |  |                        |                       | 11993            |                                 | 12128        |        | 12340                   |           | 12421        |              | 12420        |        | 12511    |       |
| Muestra Humeda(gr).  |  |                        |                       | 4133             |                                 | 4268         |        | 4325                    |           | 4406         |              | 4599         |        | 4690     |       |
| Densidad Humeda(gr/cm3).   |  |                        |                       | 1.95             |                                 | 2.01         |        | 2.04                    |           | 2.07         |              | 2.17         |        | 2.21     |       |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |  |                        |                       | MEDIO            |                                 | MEDIO        |        | MEDIO                   |           | MEDIO        |              | MEDIO        |        | MEDIO    |       |
| Peso de la capsula(gr).  |  |                        |                       | 129.70           |                                 | 130.60       |        | 128.40                  |           | 131.70       |              | 129.50       |        | 130.90   |       |
| Muestra Humeda + Capsula(gr).  |  |                        |                       | 715.60           |                                 | 758.20       |        | 681.30                  |           | 735.60       |              | 784.10       |        | 816.30   |       |
| Muestra Seca + Capsula(gr).  |  |                        |                       | 658.80           |                                 | 679.80       |        | 628.30                  |           | 662.80       |              | 721.10       |        | 740.50   |       |
| Muestra Seca(gr).  |  |                        |                       | 529.10           |                                 | 549.20       |        | 499.90                  |           | 531.10       |              | 591.60       |        | 609.60   |       |
| Contenido de Agua(gr)  |  |                        |                       | 56.80            |                                 | 78.40        |        | 53.00                   |           | 72.80        |              | 63.00        |        | 75.80    |       |
| Contenido de Humedad(%)  |  |                        |                       | 10.74            |                                 | 14.28        |        | 10.60                   |           | 13.71        |              | 10.65        |        | 12.43    |       |
| Densidad Seca(gr/cm3).   |  |                        |                       | 1.757            |                                 | 1.758        |        | 1.841                   |           | 1.824        |              | 1.957        |        | 1.964    |       |
|  |  | DIA                    | HORA                  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR.                    | EXPANSIÓN    |        | LECT. DEFOR.            | EXPANSIÓN |              | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN    |        |          |       |
|  |  |                        |                       |                  |                                 | PULGS        | %      |                         | PULGS     | %            |              | PULGS        | %      |          |       |
| MEDICION DE LA EXPANSION   |  | 1.00                   | 13:05                 | 0.00             | 0.6249                          | 0.0560       | 1.2217 | 0.5466                  | 0.0376    | 0.8203       | 0.7711       | 0.0348       | 0.7592 |          |       |
|  |  | 2.00                   | 13:02                 | 1.00             | 0.5689                          | 0.0560       | 1.2217 | 0.5466                  | 0.0376    | 0.8203       | 0.7711       | 0.0348       | 0.7592 |          |       |
|  |  | 3.00                   | 13:10                 | 2.00             | 0.5642                          | 0.0607       | 1.3242 | 0.5421                  | 0.0421    | 0.9184       | 0.7689       | 0.0370       | 0.8072 |          |       |
|  |  | 4.00                   | 13:04                 | 3.00             | 0.5598                          | 0.0651       | 1.4202 | 0.5388                  | 0.0454    | 0.9904       | 0.7666       | 0.0393       | 0.8574 |          |       |
|  |  | 5.00                   | 12:58                 | 4.00             | 0.5547                          | 0.0702       | 1.5315 | 0.5336                  | 0.0506    | 1.1039       | 0.7632       | 0.0427       | 0.9315 |          |       |
|  |  | PENETRACION "PULGADAS" | CARGA PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA     | CBR                             | FACTOR CARGA | CBR    | FACTOR CARGA            | CBR       | FACTOR CARGA | CBR          | FACTOR CARGA | CBR    |          |       |
|  |  | DIAL                   | kg/cm2                | 12               | DIAL                            | kg/cm2       | 25     | DIAL                    | kg/cm2    | 56           | DIAL         | kg/cm2       | 56     |          |       |
| ENSAYO DE PENETRACION  |  | 0                      | 0                     | 0.00             | 0                               | 0.00         | 0      | 0.00                    | 0         | 0.00         | 0            | 0.00         | 0.00   |          |       |
|  |  | 0.025                  |                       | 23               | 1.19                            |              | 31     | 1.60                    |           | 47           | 2.43         |              | 47     | 2.43     |       |
|  |  | 0.050                  |                       | 51               | 2.64                            |              | 61     | 3.15                    |           | 84           | 4.34         |              | 84     | 4.34     |       |
|  |  | 0.075                  |                       | 73               | 3.77                            |              | 89     | 4.60                    |           | 121          | 6.25         |              | 121    | 6.25     |       |
|  |  | 0.100                  | 70.31                 | 96               | 4.96                            | 7.06         | 115    | 5.94                    | 8.45      | 152          | 7.86         | 11.17        | 152    | 7.86     | 11.17 |
|  |  | 0.125                  |                       | 111              | 5.74                            |              | 132    | 6.82                    |           | 183          | 9.46         |              | 183    | 9.46     |       |
|  |  | 0.150                  |                       | 126              | 6.51                            |              | 146    | 7.55                    |           | 201          | 10.39        |              | 201    | 10.39    |       |
|  |  | 0.200                  | 105.46                | 145              | 7.49                            | 7.11         | 172    | 8.89                    | 8.43      | 229          | 11.83        | 11.22        | 229    | 11.83    | 11.22 |
| 0.300  |  | 159                    | 8.22                  |                  | 191                             | 9.87         |        | 259                     | 13.39     |              | 259          | 13.39        |        |          |       |
| 0.400  |  | 166                    | 8.58                  |                  | 202                             | 10.44        |        | 269                     | 13.90     |              | 269          | 13.90        |        |          |       |



Ing. Roger Thaman Sullo  
INGENIERO CIVIL  
REG. CAR. N° 166845



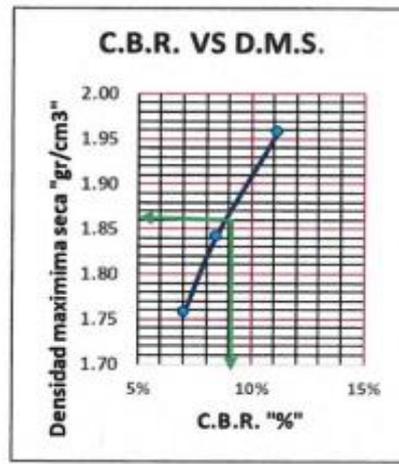
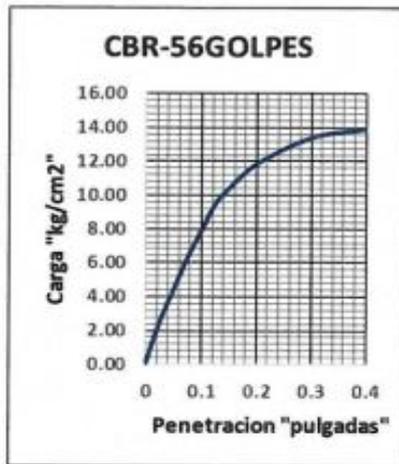
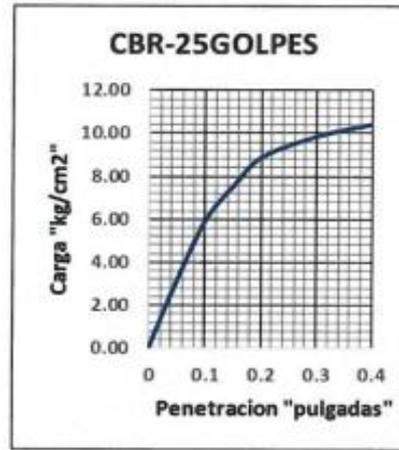
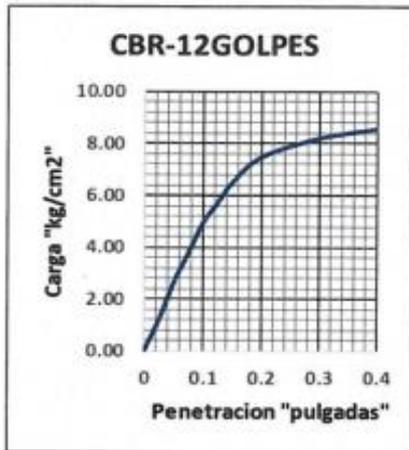


SAYWTE  
APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |               |          |          |                                       |       |
|-----------|---------------|----------|----------|---------------------------------------|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-01 adición 10% |       |
|           | PROV:         | Abancay  |          | Humedad Óptima(%)                     | 11.08 |
|           | DPTO:         | Apurímac |          | Densidad Seca Máxima(g/cm3)           | 1.958 |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          | C. B. R. | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)       | 1.860 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 10.74 | 1.76 | 1.53      | 7.06     | C.B.R. - 95%      | 9.35  |
| 25     | 10.60 | 1.84 | 1.10      | 8.45     | C.B.R. - 100%     | 11.17 |
| 56     | 10.65 | 1.96 | 0.93      | 11.17    |                   |       |



Iny. *Alfonso Alvarado Salda*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 156945





SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 01 (15% adición)  
Profundidad: 1.50 m C - 01 (15% adición)

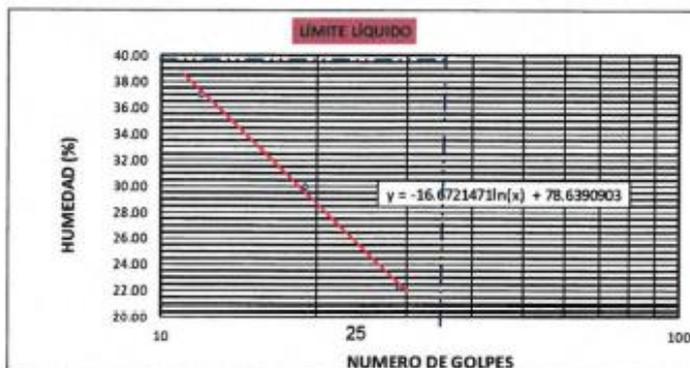
Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO   |       |       |       |   |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 36.85 | 34.58 | 31.24 |   |
| Caps.+ S. seco   | 33.65 | 32.60 | 30.65 |   |
| Agua             | 3.20  | 1.98  | 0.59  |   |
| Peso Cápsula     | 25.00 | 26.00 | 28.00 |   |
| Peso S. seco     | 8.65  | 6.60  | 2.65  |   |
| % Humedad        | 36.99 | 30.00 | 22.26 |   |
| Nº de golpes     | 12    | 19    | 29    |   |

| LÍMITE PLÁSTICO  |       |       |       |  |
|------------------|-------|-------|-------|--|
| Muestra          | 1     | 2     | 3     |  |
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |  |
| Caps.+ S. húmeda | 15.24 | 17.50 | 14.90 |  |
| Caps.+ S. seco   | 14.20 | 16.20 | 14.25 |  |
| Agua             | 1.04  | 1.30  | 0.65  |  |
| Peso Cápsula     | 7.28  | 8.00  | 10.00 |  |
| Peso S. seco     | 6.92  | 8.20  | 4.25  |  |
| % Humedad        | 15.03 | 15.85 | 15.29 |  |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 24.97 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 15.39 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 9.58 %  |



Ing. Elmer Huamán Sullu  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. Nº 166945



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C - 01 (15% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 01 (15% adición)

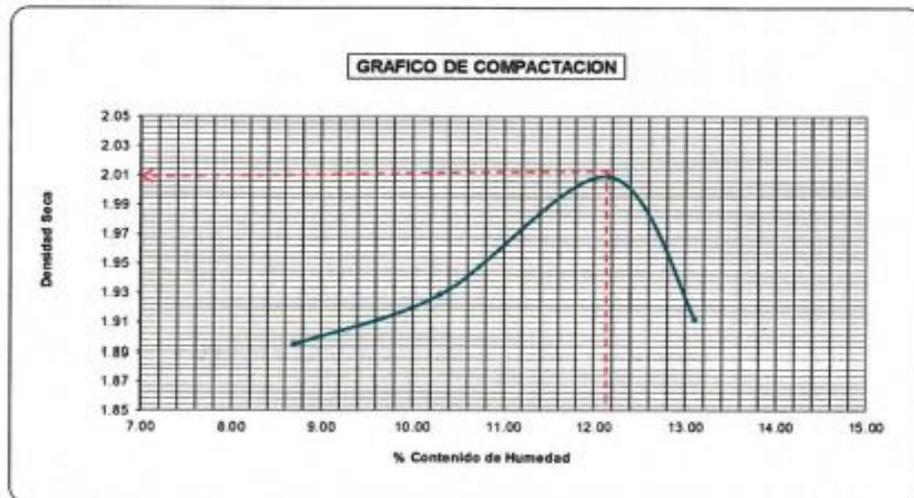
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             | Volumen Molde : 2124 |
| N° de golpes por capas: 56 |                      |

| Muestra   | I      | II     | III    | IV     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.     | 129.30 | 130.40 | 128.50 | 129.70 |
| Wcap+ sh. | 734.00 | 706.00 | 735.00 | 758.10 |
| Wcap+ ss. | 685.60 | 652.20 | 669.30 | 685.30 |
| Wss.      | 556.30 | 521.80 | 540.80 | 555.60 |
| Ww.       | 48.40  | 53.80  | 65.70  | 72.60  |
| %CH.      | 8.70   | 10.31  | 12.15  | 13.10  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 8.70  | 10.31 | 12.15 | 13.10 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10150 | 10295 | 10562 | 10369 |
| Wsh.            | 4375  | 4520  | 4787  | 4594  |
| Densidad Humeda | 2.060 | 2.128 | 2.254 | 2.163 |
| Densidad Seca   | 1.895 | 1.929 | 2.010 | 1.912 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 2.010 |
| Contenido Óptimo de Agua(%) : | 12.15 |



 Ing. Egober Hódman Salla  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 166845





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS        |  |                       |                  |              |                   |          |   |                   |          |              |                   |          |     |  |
|--|--|-----------------------|------------------|--------------|-------------------|----------|---|-------------------|----------|--------------|-------------------|----------|-----|--|
| RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). |  |                       |                  |              |                   |          |   |                   |          |              |                   |          |     |  |
| ASTM 1833 - 73                           |  |                       |                  |              |                   |          |   |                   |          |              |                   |          |     |  |
| PROYECTO:                                | *Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osmomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021.* |                       |                  |              |                   |          |   |                   |          |              |                   |          |     |  |
| UBICACIÓN:                               | DIST: Abancay  |                       |                  |              |                   |          | Profundidad : 1.50 m C - 01 (15% adición) |                   |          |              |                   |          |     |  |
|  | PROV: Abancay  |                       |                  |              |                   |          | Humedad Optima(%)                         |                   |          | 12.15        |                   |          |     |  |
|  | DPTO: Apurímac   |                       |                  |              |                   |          | Densidad Seca Maxima(g/cm3)               |                   |          | 2.010        |                   |          |     |  |
| FECHA :                                  | Febrero, 2022  |                       |                  |              |                   |          | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)           |                   |          | 1.910        |                   |          |     |  |
|  | DIMENSIONES DE MOLDE   |                       |                  | Diametro     | Altura            | Area     | Diametro                                  | Altura            | Area     | Diametro     | Altura            | Area     |     |  |
|  |  |                       |                  | 15.24        | 11.64             | 182.42   | 15.24                                     | 11.64             | 182.42   | 15.24        | 11.64             | 182.42   |     |  |
|  | N° DE GOLPES POR CAPA  |                       |                  | 12           |                   |          | 25  |                   |          | 56           |                   |          |     |  |
|  | CONDICIONES DE LA MUESTRA  |                       |                  | SIN MOJAR    |                   | SATURADA | SIN MOJAR                                 |                   | SATURADA | SIN MOJAR    |                   | SATURADA |     |  |
|  | Peso del molde(gr).  |                       |                  | 7965         |                   |          | 7852                                      |                   |          | 7934         |                   |          |     |  |
|  | Volumen de la Muestra(cc).   |                       |                  | 2124         |                   |          | 2124                                      |                   |          | 2124         |                   |          |     |  |
|  | Muestra Humeda + Molde(gr).  |                       |                  | 12041        |                   | 12218    | 12150                                     |                   | 12450    | 12485        |                   | 12510    |     |  |
|  | Muestra Humeda(gr).  |                       |                  | 4076         |                   | 4253     | 4298                                      |                   | 4598     | 4551         |                   | 4576     |     |  |
|  | Densidad Humeda(gr/cm3).   |                       |                  | 1.92         |                   | 2.00     | 2.02                                      |                   | 2.16     | 2.14         |                   | 2.15     |     |  |
|  | CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |                       |                  | MEDIO        |                   | MEDIO    | MEDIO                                     |                   | MEDIO    | MEDIO        |                   | MEDIO    |     |  |
|  | Peso de la capsula(gr).  |                       |                  | 128.70       |                   | 130.10   | 130.50                                    |                   | 128.70   | 129.20       |                   | 131.50   |     |  |
|  | Muestra Humeda + Capsula(gr).  |                       |                  | 705.20       |                   | 736.90   | 758.40                                    |                   | 805.50   | 784.30       |                   | 842.90   |     |  |
|  | Muestra Seca+ Capsula(gr).   |                       |                  | 642.80       |                   | 649.10   | 690.60                                    |                   | 717.10   | 713.40       |                   | 758.90   |     |  |
|  | Muestra Seca(gr).  |                       |                  | 514.10       |                   | 519.00   | 560.10                                    |                   | 588.40   | 584.20       |                   | 627.40   |     |  |
|  | Contenido de Agua(gr)  |                       |                  | 62.40        |                   | 87.80    | 67.80                                     |                   | 88.40    | 70.90        |                   | 84.00    |     |  |
|  | Contenido de Humedad(%)  |                       |                  | 12.14        |                   | 16.92    | 12.10                                     |                   | 15.02    | 12.14        |                   | 13.39    |     |  |
|  | Densidad Seca(gr/cm3).   |                       |                  | 1.711        |                   | 1.713    | 1.805                                     |                   | 1.882    | 1.911        |                   | 1.900    |     |  |
|  | DIA  | HORA                  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN PULGS % |          | LECT. DEFOR.                              | EXPANSIÓN PULGS % |          | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN PULGS % |          |     |  |
| MEDICION DE LA EXPANSION                 | 1.00   | 13:05                 | 0.00             | 0.7426       |                   |          | 0.6142                                    |                   |          | 0.6584       |                   |          |     |  |
|  | 2.00   | 13:02                 | 1.00             | 0.6691       | 0.0735            | 1.6035   | 0.5585                                    | 0.0557            | 1.2151   | 0.6089       | 0.0495            | 1.0799   |     |  |
|  | 3.00   | 13:10                 | 2.00             | 0.6636       | 0.0790            | 1.7234   | 0.5544                                    | 0.0598            | 1.3046   | 0.6055       | 0.0529            | 1.1540   |     |  |
|  | 4.00   | 13:04                 | 3.00             | 0.6585       | 0.0841            | 1.8347   | 0.5498                                    | 0.0644            | 1.4049   | 0.6025       | 0.0559            | 1.2195   |     |  |
|  | 5.00   | 12:58                 | 4.00             | 0.6549       | 0.0877            | 1.9132   | 0.5457                                    | 0.0685            | 1.4944   | 0.6001       | 0.0583            | 1.2719   |     |  |
| ENSAYO DE PENETRACION                    | PENETRACION "PULGADAS"   | CARG. PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA     |              | CBR               |          | FACTOR CARGA                              |                   | CBR      |              | FACTOR CARGA      |          | CBR |  |
|  |  |                       | DIAL             | kg/cm2       | 12                | DIAL     | kg/cm2                                    | 25                | DIAL     | kg/cm2       | 56                |          |     |  |
|  | 0  |                       | 0                | 0.00         |                   | 0        | 0.00                                      |                   | 0        | 0.00         |                   |          |     |  |
|  | 0.025  |                       | 24               | 1.24         |                   | 52       | 2.69                                      |                   | 91       | 4.70         |                   |          |     |  |
|  | 0.050  |                       | 42               | 2.17         |                   | 80       | 4.13                                      |                   | 125      | 6.46         |                   |          |     |  |
|  | 0.075  |                       | 58               | 3.00         |                   | 95       | 4.91                                      |                   | 161      | 8.32         |                   |          |     |  |
|  | 0.100  | 70.31                 | 68               | 3.51         | 5.00              | 110      | 5.68                                      | 8.09              | 179      | 9.25         | 13.16             |          |     |  |
|  | 0.125  |                       | 75               | 3.88         |                   | 120      | 6.20                                      |                   | 205      | 10.59        |                   |          |     |  |
|  | 0.150  |                       | 81               | 4.19         |                   | 125      | 6.46                                      |                   | 221      | 11.42        |                   |          |     |  |
| 0.200                                    | 105.46   | 89                    | 4.60             | 4.36         | 134               | 6.93     | 6.57                                      | 238               | 12.30    | 11.66        |                   |          |     |  |
| 0.300                                    |  | 95                    | 4.91             |              | 149               | 7.70     |   | 251               | 12.97    |              |                   |          |     |  |
| 0.400                                    |  | 101                   | 5.22             |              | 161               | 8.32     |   | 260               | 13.44    |              |                   |          |     |  |

  
Ing. Egber Huamán Sullo  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 166845





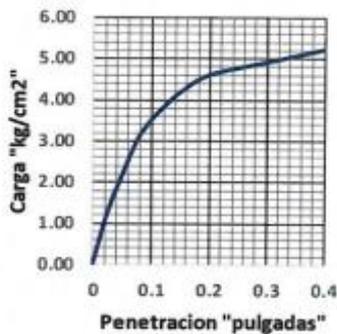
SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

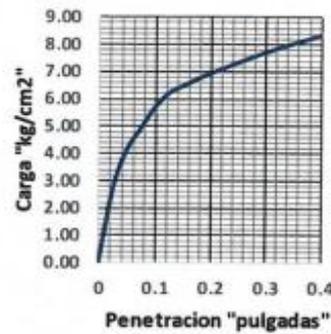
PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |               |          |        |   |       |
|-----------|---------------|----------|--------|---|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO | Profundidad : 1.50 m C - 01 (15% adición) |       |
|           | PROV:         | Abancay  | C.B.R. | Humedad Optima(%)                         | 12.15 |
|           | DPTO:         | Apurímac |        | Densidad Seca Maxima(g/cm3)               | 2.010 |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          |        | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)           | 1.910 |

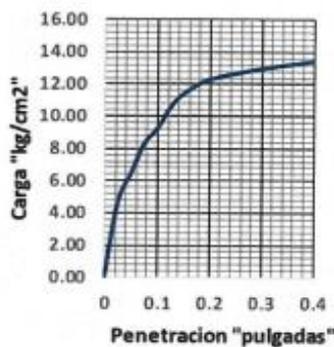
**CBR-12GOLPES**



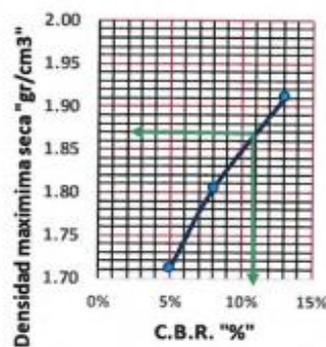
**CBR-25GOLPES**



**CBR-56GOLPES**



**C.B.R. VS D.M.S.**



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 12.14 | 1.71 | 1.91      | 5.00     | C.B.R. - 95%      | 10.54 |
| 25     | 12.10 | 1.81 | 1.49      | 8.09     | C.B.R. - 100%     | 13.16 |
| 56     | 12.14 | 1.91 | 1.27      | 13.16    |                   |       |



Ing. Esperanza Huamán Sullá  
INGENIERO CIVIL  
REG. COE. N° 146845





SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Alumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Región: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 01(20% adición)  
Profundidad: 1.50 m C - 01(20% adición)

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 35.60 | 34.10 | 33.47 |   |
| Caps.+ S. seco   | 31.70 | 31.95 | 31.40 |   |
| Agua             | 3.90  | 2.15  | 2.07  |   |
| Peso Cápsula     | 21.00 | 25.00 | 24.00 |   |
| Peso S. seco     | 10.70 | 6.95  | 7.40  |   |
| % Humedad        | 36.45 | 30.94 | 27.97 |   |
| Nº de golpes     | 16    | 22    | 28    |   |

LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     |
|------------------|-------|-------|-------|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |
| Caps.+ S. húmeda | 17.85 | 16.74 | 19.42 |
| Caps.+ S. seco   | 16.20 | 15.20 | 17.82 |
| Agua             | 1.65  | 1.54  | 1.60  |
| Peso Cápsula     | 8.00  | 7.80  | 10.20 |
| Peso S. seco     | 8.20  | 7.40  | 7.62  |
| % Humedad        | 20.12 | 20.81 | 21.00 |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 29.44 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 20.64 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 8.8 %   |



Ing. Julieta Zamora Huamani  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O. N° 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpala Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C - 01(20% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 01(20% adición)

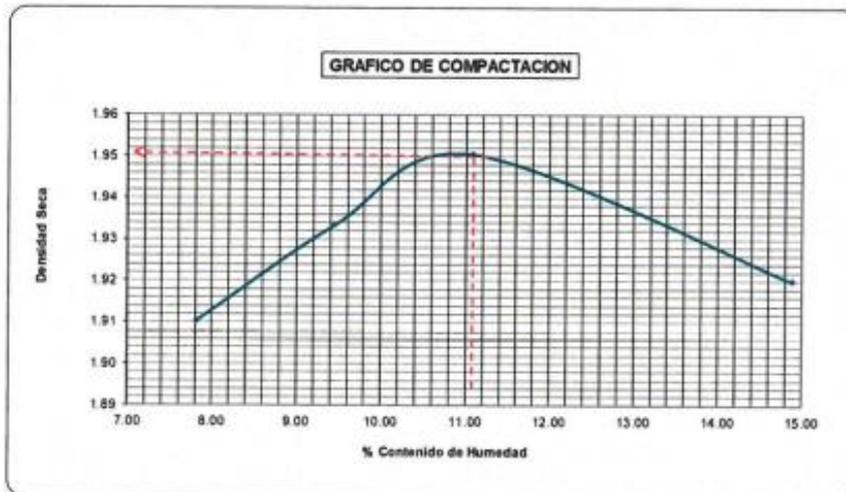
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             |                      |
| N° de golpes por capas: 56 | Volamen Molde : 2124 |

| Muestra   | I      | II     | III    | IV     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.     | 130.70 | 129.10 | 132.50 | 131.60 |
| Wcap+ sh. | 701.40 | 731.00 | 784.00 | 726.00 |
| Wcap+ ss. | 660.00 | 679.00 | 719.00 | 649.00 |
| Wss.      | 529.30 | 549.90 | 586.50 | 517.40 |
| Ww.       | 41.40  | 52.00  | 65.00  | 77.00  |
| %CH       | 7.82   | 9.46   | 11.08  | 14.88  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH             | 7.82  | 9.46  | 11.08 | 14.88 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10150 | 10270 | 10377 | 10460 |
| Wsh.            | 4375  | 4495  | 4602  | 4685  |
| Densidad Humeda | 2.060 | 2.116 | 2.167 | 2.206 |
| Densidad Seca   | 1.910 | 1.933 | 1.950 | 1.920 |

|  |       |
|--|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) : | 1.950 |
| Contenido Optimo de Agua(%) :              | 11.08 |



Ingeniero *Edgar Viamón Suito*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166945





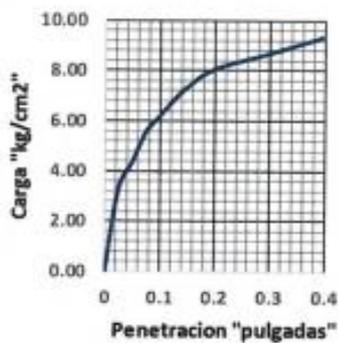
SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

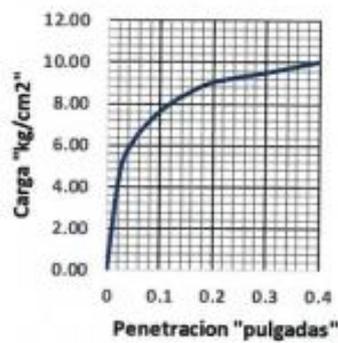
PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |               |          |        |  |       |
|-----------|---------------|----------|--------|--|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO | Profundidad : 1.50 m C - 01(20% adición)     |       |
|           | PROV:         | Abancay  | C.B.R. | Humedad Óptima(%)                            | 11.08 |
|           | DPTO:         | Apurímac |        | Densidad Seca Máxima(g/cm <sup>3</sup> )     | 1.950 |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          |        | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.853 |

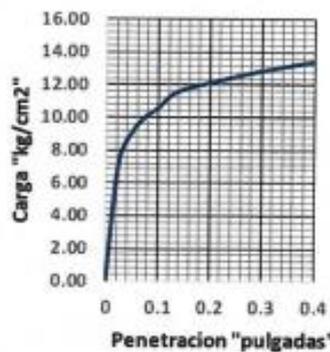
**CBR-12GOLPES**



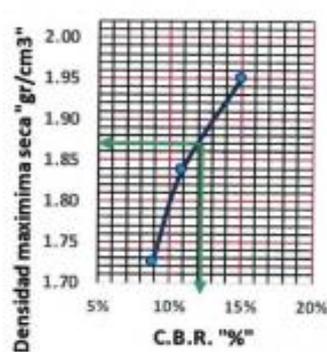
**CBR-25GOLPES**



**CBR-56GOLPES**



**C.B.R. VS D.M.S.**



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 12.15 | 1.73 | 1.83      | 8.82     | C.B.R. - 95%      | 12.50 |
| 25     | 12.52 | 1.84 | 1.37      | 10.88    | C.B.R. - 100%     | 15.0  |
| 56     | 11.05 | 1.95 | 1.17      | 14.99    |                   |       |



Ing. *[Signature]*  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O.P.E. 15660





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  |  |  |  |     |                       |      |                  |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
|--|--|--|--|-----|-----------------------|------|------------------|--|--------------|-----|-----------------|-------|----------|--|--------|--|
| RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).   |  |  |  |     |                       |      |                  |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
| ASTM 1833 - 73   |  |  |  |     |                       |      |                  |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
| PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021." |  |  |  |     |                       |      |                  |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
| UBICACIÓN: DIST: Abancay   |  |  | Profundidad : 1.50 m C - 01(20% adición) |     |                       |      |                  |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
| PROV: Abancay  |  |  | Humedad Óptima(%)                        |     |                       |      | 11.08            |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
| DPTO: Apurímac   |  |  | Densidad Seca Máxima(g/cm3)              |     |                       |      | 1.950            |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
| FECHA : Febrero, 2022  |  |  | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)          |     |                       |      | 1.853            |  |              |     |                 |       |          |  |        |  |
| DIMENSIONES DE MOLDE   |  |  | Diametro                                 |     | Altura                |      | Area             |  | Diametro     |     | Altura          |       | Area     |  |        |  |
|  |  |  | 15.24                                    |     | 11.64                 |      | 182.42           |  | 15.24        |     | 11.64           |       | 182.42   |  |        |  |
| N° DE GOLPES POR CAPA  |  |  | 12                                       |     |                       |      | 25               |  |              |     | 56              |       |          |  |        |  |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA  |  |  | SIN MOJAR                                |     | SATURADA              |      | SIN MOJAR        |  | SATURADA     |     | SIN MOJAR       |       | SATURADA |  |        |  |
| Peso del molde(gr).  |  |  | 7878                                     |     |                       |      | 7958             |  |              |     | 7969            |       |          |  |        |  |
| Volumen de la Muestra(cc).   |  |  | 2124                                     |     |                       |      | 2124             |  |              |     | 2124            |       |          |  |        |  |
| Muestra Humeda + Molde(gr).  |  |  | 11988                                    |     | 12161                 |      | 12350            |  | 12328        |     | 12569           |       | 12610    |  |        |  |
| Muestra Humeda(gr).  |  |  | 4110                                     |     | 4283                  |      | 4392             |  | 4370         |     | 4600            |       | 4641     |  |        |  |
| Densidad Humeda(gr/cm3).   |  |  | 1.94                                     |     | 2.02                  |      | 2.07             |  | 2.06         |     | 2.17            |       | 2.19     |  |        |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |  |  | MEDIO                                    |     | MEDIO                 |      | MEDIO            |  | MEDIO        |     | MEDIO           |       | MEDIO    |  |        |  |
| Peso de la capsula(gr).  |  |  | 130.50                                   |     | 131.10                |      | 129.60           |  | 128.40       |     | 125.00          |       | 130.30   |  |        |  |
| Muestra Humeda + Capsula(gr).  |  |  | 687.30                                   |     | 752.90                |      | 730.90           |  | 789.20       |     | 768.00          |       | 807.00   |  |        |  |
| Muestra Seca + Capsula(gr).  |  |  | 627.00                                   |     | 669.00                |      | 664.00           |  | 705.10       |     | 704.00          |       | 735.10   |  |        |  |
| Muestra Seca(gr).  |  |  | 496.50                                   |     | 537.90                |      | 534.40           |  | 576.70       |     | 579.00          |       | 604.80   |  |        |  |
| Contenido de Agua(gr)  |  |  | 60.30                                    |     | 83.90                 |      | 66.90            |  | 84.10        |     | 64.00           |       | 71.90    |  |        |  |
| Contenido de Humedad(%)  |  |  | 12.15                                    |     | 15.60                 |      | 12.52            |  | 14.58        |     | 11.05           |       | 11.89    |  |        |  |
| Densidad Seca(gr/cm3).   |  |  | 1.725                                    |     | 1.744                 |      | 1.838            |  | 1.796        |     | 1.950           |       | 1.953    |  |        |  |
| MEDICION DE LA EXPANSION   |  |  | DIA                                      |     | HORA                  |      | INTERVALO (DIAS) |  | LECT. DEFOR. |     | EXPANSION PULGS |       | %        |  |        |  |
|  |  |  | 1.00                                     |     | 13:05                 |      | 0.00             |  | 0.5859       |     |                 |       |          |  |        |  |
|  |  |  | 2.00                                     |     | 13:02                 |      | 1.00             |  | 0.5152       |     | 0.0707          |       | 1.5424   |  | 0.7912 |  |
|  |  |  | 3.00                                     |     | 13:10                 |      | 2.00             |  | 0.5098       |     | 0.0761          |       | 1.6602   |  | 0.7874 |  |
|  |  |  | 4.00                                     |     | 13:04                 |      | 3.00             |  | 0.5049       |     | 0.0810          |       | 1.7671   |  | 0.7832 |  |
|  |  |  | 5.00                                     |     | 12:58                 |      | 4.00             |  | 0.5021       |     | 0.0838          |       | 1.8282   |  | 0.7791 |  |
| ENSAYO DE PENETRACION  |  |  | PENETRACION "PULGADAS"                   |     | CARG. PATRON "kg/cm2" |      | FACTOR CARGA     |  | CBR          |     | FACTOR CARGA    |       | CBR      |  |        |  |
|  |  |  | 0  |     | 0                     |      | 0.00             |  | 0            |     | 0.00            |       | 0        |  |        |  |
|  |  |  | 0.025                                    |     | 64                    |      | 3.31             |  | 94           |     | 4.86            |       | 142      |  | 7.34   |  |
|  |  |  | 0.050                                    |     | 85                    |      | 4.39             |  | 121          |     | 6.25            |       | 175      |  | 9.04   |  |
|  |  |  | 0.075                                    |     | 108                   |      | 5.58             |  | 136          |     | 7.03            |       | 193      |  | 9.97   |  |
|  |  |  | 0.100                                    |     | 70.31                 |      | 120              |  | 6.20         |     | 8.82            |       | 148      |  | 7.65   |  |
|  |  |  | 0.125                                    |     |                       |      | 132              |  | 6.82         |     |                 |       | 157      |  | 8.11   |  |
|  |  |  | 0.150                                    |     |                       |      | 142              |  | 7.34         |     |                 |       | 164      |  | 8.48   |  |
|  |  |  | 0.200                                    |     | 105.46                |      | 156              |  | 8.06         |     | 7.64            |       | 175      |  | 9.04   |  |
|  |  |  | 0.300                                    |     |                       |      | 168              |  | 8.68         |     |                 |       | 184      |  | 9.51   |  |
| 0.400  |  |  |  | 181 |                       | 9.35 |                  |  |              | 194 |                 | 10.03 |          |  |        |  |

  
 Ing. Egber Aquaman Salta  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CD. N° 166045





SAYWITE APURIMAC S.A.C

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SAYWITE  
APURIMAC. S.A.C**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422**

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Lugar: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Hecho por: Muestreo: Interesado  
Sector Carretera Osnomocco-Atumpata Alta

Calicata: C - 02  
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO |            |                         |                  |                 |        |
|---|------------|-------------------------|------------------|-----------------|--------|
| Muestra inicial                               | 950.0 gr   | Muestra lavada y secada | 520.0 gr         | Peso Recipiente | 0.0 gr |
| TAMIZ (Pulg.)                                 | TAMIZ (mm) | PESO RET. (gr.)         | PESO CORR. (gr.) | %RET.           | %PASA  |
| 3"  | 76.200     | 0                       | 0.00             | 0.00            | 100.00 |
| 2"  | 50.800     | 0.00                    | 0.00             | 0.00            | 100.00 |
| 1 1/2"  | 38.100     | 0.00                    | 0.00             | 0.00            | 100.00 |
| 1"  | 25.400     | 15.60                   | 15.60            | 1.64            | 98.36  |
| 3/4"  | 19.050     | 24.60                   | 24.60            | 2.59            | 95.77  |
| 1/2"  | 12.700     | 12.90                   | 12.90            | 1.36            | 94.41  |
| 3/8"  | 9.525      | 26.50                   | 26.50            | 2.79            | 91.62  |
| 1/4"  | 6.350      | 21.60                   | 21.60            | 2.27            | 89.35  |
| Nº4   | 4.750      | 60.20                   | 60.20            | 6.34            | 83.01  |
| Nº10  | 2.000      | 84.60                   | 84.60            | 8.91            | 74.11  |
| Nº20  | 0.850      | 92.60                   | 92.60            | 9.75            | 64.36  |
| Nº40  | 0.425      | 77.80                   | 77.80            | 8.19            | 56.17  |
| Nº50  | 0.297      | 31.30                   | 31.30            | 3.29            | 52.87  |
| Nº100   | 0.149      | 35.90                   | 35.90            | 3.78            | 49.09  |
| Nº200   | 0.075      | 29.67                   | 29.67            | 3.12            | 45.97  |
| Cazuela                                       |            | 6.50                    | 436.7            | 45.97           |        |
| TOTAL   |            | 519.77                  | 950.00           | 100.00          |        |

D60 = 0.624  
D30 = NO TIENE  
D10 = NO TIENE  
D50 = 0.184

Cu = NO TIENE

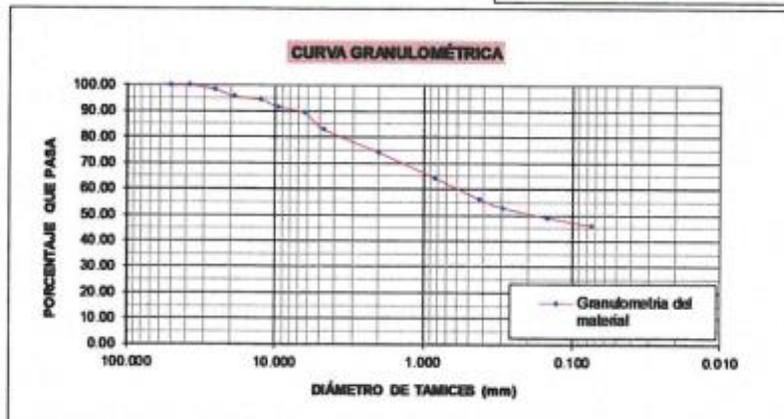
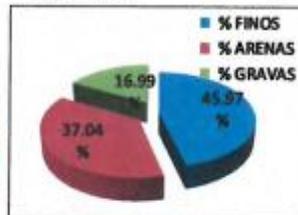
Cc = NO TIENE

Diferencia 0.04 < 0.5% %Finos = 45.97

IG = 2

**PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS**

|          |        |
|----------|--------|
| % FINOS  | 45.97% |
| % ARENAS | 37.04% |
| % GRAVAS | 16.99% |



Ing. César Espinoza Saitta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CO. Nº 146945



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpata Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Hecho por: Muestreo: Interesado

Calicata : C - 02  
Profundidad: 1.50 m C-02

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

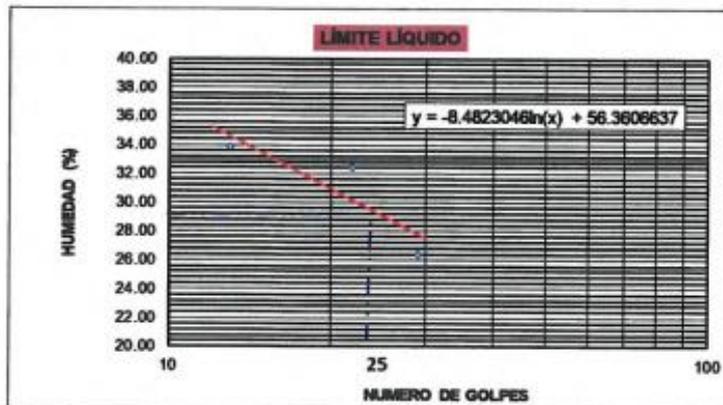
| LÍMITE LÍQUIDO    |             |            |            |  |
|-------------------|-------------|------------|------------|--|
| Muestra           | 1           | 2          | 3          |  |
| N° de Cápsula     | 1           | 2          | 3          |  |
| Caps. + S. húmedo | 54.68       | 59.54      | 49.91      |  |
| Caps. + S. seco   | 52.23       | 56.35      | 46.09      |  |
| Agua              | 2.45        | 3.19       | 3.82       |  |
| Peso Cápsula      | 45.00       | 46.50      | 31.58      |  |
| Peso S. seco      | 7.23        | 9.85       | 14.51      |  |
| % Humedad         | 33.83       | 32.39      | 26.33      |  |
| N° de golpes      | 13          | 22         | 29         |  |
|                   | 2.564943357 | 3.09104243 | 3.35725683 |  |

| LÍMITE PLÁSTICO   |       |       |       |   |
|-------------------|-------|-------|-------|---|
| Muestra           | 1     | 2     | 3     | 4 |
| N° de Cápsula     | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps. + S. húmedo | 17.60 | 16.80 | 19.10 |   |
| Caps. + S. seco   | 17.20 | 16.15 | 18.25 |   |
| Agua              | 0.40  | 0.65  | 0.85  |   |
| Peso Cápsula      | 15.00 | 12.60 | 13.60 |   |
| Peso S. seco      | 2.20  | 3.55  | 4.65  |   |
| % Humedad         | 18.18 | 18.31 | 18.28 |   |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 29.06 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 18.26 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 10.80 % |



  
Ing. Elmer Huamani Saita  
INGENIERO CIVIL  
REG. CH. N° 156645





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Lugar: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Departamento: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Hecho por: Muestreo: Interesado

Calicata : C - 02  
Profundidad: 1.50 m C-02

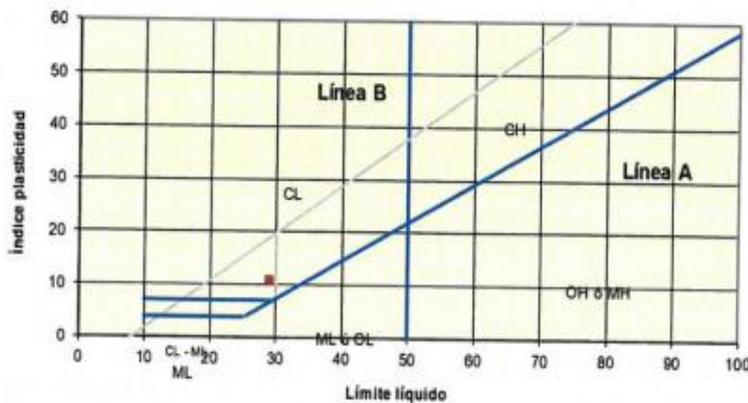
Solicitante:

Bach. Julieta Zamora Huamani

| ITEM                 | PROPIEDAD                  | RESULTADO DE ENSAYOS            |
|----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 01.01                | % QUE PASA EL TAMIZ N°4    | 83.01                           |
| 01.02                | % QUE PASA EL TAMIZ N°10   | 74.11                           |
| 01.03                | % QUE PASA EL TAMIZ N°40   | 56.17                           |
| 01.04                | % QUE PASA EL TAMIZ N°100  | 49.09                           |
| 01.05                | % QUE PASA EL TAMIZ N°200  | 45.97                           |
| 01.06                | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | NO TIENE                        |
| 01.07                | COEFICIENTE DE CONCAVIDAD  | NO TIENE                        |
| 01.08                | INDICE DE GRUPO (%)        | 2                               |
| 02.01                | LIMITE LIQUIDO (%)         | 29.06                           |
| 02.02                | LIMITE PLÁSTICO (%)        | 18.26                           |
| 02.02                | ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)  | 10.80                           |
| 03.01                | HUMEDAD NATURAL(%)         | 12.04                           |
| CLASIFICACIÓN AASHTO |                            | A-6 Suelo arcilloso             |
| CLASIFICACIÓN SUCS   |                            | SC Arena arcillosa con grava SC |
| Observaciones        | A-6 Suelo arcilloso        |                                 |



Ábaco de Casagrande



  
Ing. Bladimir Huamán Salda  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-02

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 02

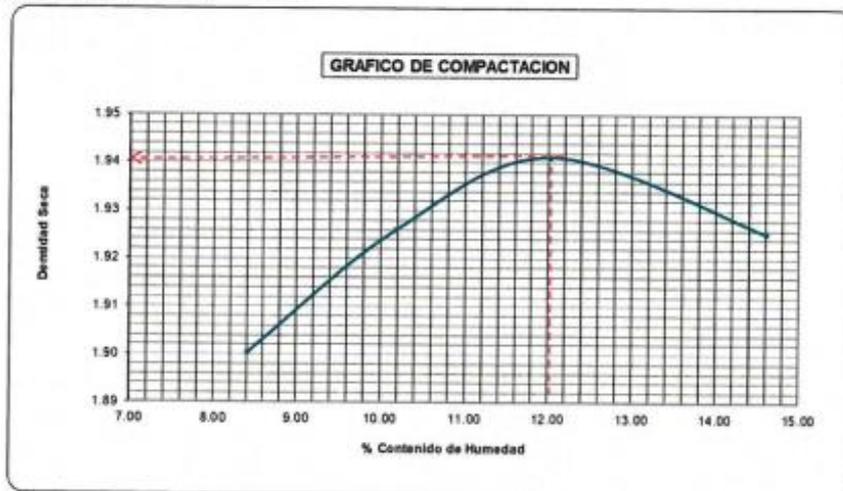
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                 |     |
|----------------------------|-----------------|-----|
| Nº de Capas: 5             | Volumen Molde : | 944 |
| Nº de golpes por capas: 25 |                 |     |

| Muestra  | I      | II     | III    | IV     |
|----------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.    | 120.00 | 130.00 | 138.00 | 140.00 |
| Wcap+sh. | 635.00 | 628.00 | 650.00 | 450.60 |
| Wcap+ss. | 595.00 | 582.00 | 595.00 | 411.00 |
| Wss.     | 475.00 | 452.00 | 457.00 | 271.00 |
| Ww.      | 40.00  | 46.00  | 55.00  | 39.60  |
| %CH.     | 8.42   | 10.18  | 12.04  | 14.61  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 8.42  | 10.18 | 12.04 | 14.61 |
| Wmolde          | 3557  | 3557  | 3557  | 3557  |
| Wsh + molde     | 5502  | 5560  | 5610  | 5640  |
| Wsh.            | 1945  | 2003  | 2053  | 2083  |
| Densidad Humeda | 2.060 | 2.122 | 2.175 | 2.207 |
| Densidad Seca   | 1.900 | 1.926 | 1.941 | 1.925 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 1.941 |
| Contenido Optimo de Agua(%) : | 12.04 |



Ing. Juan Manuel Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O. N° 126684





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

PROYECTO: \*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

|            |                |                                 |       |
|------------|----------------|---------------------------------|-------|
| UBICACIÓN: | DIST: Abancay  | Profundidad : 1.50 m C-02       |       |
|            | PROV: Abancay  | Humedad Optima(%)               | 12.04 |
|            | DPTO: Apurímac | Densidad Seca Maxima(g/cm3)     | 1.941 |
| FECHA :    | Febrero, 2022  | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) | 1.844 |

|                                    | DIMENSIONES DE MOLDE |        |      | Diametro |       |        | Altura    |       |        | Area     |       |        |
|------------------------------------|----------------------|--------|------|----------|-------|--------|-----------|-------|--------|----------|-------|--------|
|                                    | Diametro             | Altura | Area | 15.24    | 11.64 | 182.42 | 15.24     | 11.64 | 182.42 | 15.24    | 11.64 | 182.42 |
| Nº DE GOLPES POR CAPA              | 12                   |        |      | 25       |       |        | 56        |       |        |          |       |        |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA          | SIN MOJAR            |        |      | SATURADA |       |        | SIN MOJAR |       |        | SATURADA |       |        |
| Peso del molde(gr).                | 7965                 |        |      | 7852     |       |        | 7934      |       |        |          |       |        |
| Volumen de la Muestra(cc).         | 2124                 |        |      | 2124     |       |        | 2124      |       |        |          |       |        |
| Muestra Humeda + Molde(gr).        | 12210                |        |      | 12218    |       |        | 12350     |       |        | 12375    |       |        |
| Muestra Humeda(gr).                | 4245                 |        |      | 4253     |       |        | 4498      |       |        | 4523     |       |        |
| Densidad Humeda(g/cm3).            | 2.00                 |        |      | 2.00     |       |        | 2.12      |       |        | 2.13     |       |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA | MEDIO                |        |      | MEDIO    |       |        | MEDIO     |       |        | MEDIO    |       |        |
| Peso de la capsula(gr).            | 140.00               |        |      | 150.00   |       |        | 132.00    |       |        | 120.00   |       |        |
| Muestra Humeda + Capsula(gr).      | 693.00               |        |      | 736.90   |       |        | 758.40    |       |        | 805.50   |       |        |
| Muestra Seca + Capsula(gr).        | 630.00               |        |      | 660.00   |       |        | 689.00    |       |        | 725.00   |       |        |
| Muestra Seca(gr).                  | 490.00               |        |      | 510.00   |       |        | 557.00    |       |        | 605.00   |       |        |
| Contenido de Agua(gr)              | 63.00                |        |      | 76.90    |       |        | 69.40     |       |        | 80.50    |       |        |
| Contenido de Humedad(%)            | 12.86                |        |      | 15.08    |       |        | 12.46     |       |        | 13.31    |       |        |
| Densidad Seca(g/cm3).              | 1.771                |        |      | 1.740    |       |        | 1.883     |       |        | 1.879    |       |        |

|                          | DIA                    | HORA                  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN    |        |     |  |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|--------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|--------------|--------------|--------|-----|--|
|                          |                        |                       |                  |              | PULGS     | %      |              | PULGS     | %      |              | PULGS        | %      |     |  |
| MEDICION DE LA EXPANSION | 1.00                   | 13:05                 | 0.00             | 0.7800       |           |        | 0.6142       |           |        | 0.6584       |              |        |     |  |
|                          | 2.00                   | 13:02                 | 1.00             | 0.6691       | 0.1109    | 2.4194 | 0.5585       | 0.0557    | 1.2151 | 0.6089       | 0.0495       | 1.0799 |     |  |
|                          | 3.00                   | 13:10                 | 2.00             | 0.6636       | 0.1164    | 2.5393 | 0.5544       | 0.0598    | 1.3046 | 0.6055       | 0.0529       | 1.1540 |     |  |
|                          | 4.00                   | 13:04                 | 3.00             | 0.6585       | 0.1215    | 2.6506 | 0.5498       | 0.0644    | 1.4049 | 0.6025       | 0.0559       | 1.2195 |     |  |
|                          | 5.00                   | 12:58                 | 4.00             | 0.6549       | 0.1251    | 2.7291 | 0.5457       | 0.0685    | 1.4944 | 0.6001       | 0.0583       | 1.2719 |     |  |
| ENSAYO DE PENETRACION    | PENETRACION "PULGADAS" | CARG. PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA     |              | CBR       |        | FACTOR CARGA |           | CBR    |              | FACTOR CARGA |        | CBR |  |
|                          |                        |                       | DIAL             | kg/cm2       | 12        | DIAL   | kg/cm2       | 25        | DIAL   | kg/cm2       | 56           |        |     |  |
|                          |                        | 0                     |                  | 0            | 0.00      |        | 0            | 0.00      |        | 0            | 0.00         |        |     |  |
|                          |                        | 0.025                 |                  | 4            | 0.21      |        | 30           | 1.55      |        | 48           | 2.48         |        |     |  |
|                          |                        | 0.050                 |                  | 13           | 0.67      |        | 45           | 2.33      |        | 59           | 3.05         |        |     |  |
|                          |                        | 0.075                 |                  | 19           | 0.98      |        | 52           | 2.69      |        | 71           | 3.67         |        |     |  |
|                          |                        | 0.100                 | 70.31            | 25           | 1.29      | 1.84   | 69           | 3.57      | 5.07   | 81           | 4.19         | 5.95   |     |  |
|                          |                        | 0.125                 |                  | 32           | 1.65      |        | 76           | 3.93      |        | 87           | 4.50         |        |     |  |
|                          |                        | 0.150                 |                  | 39           | 2.02      |        | 84           | 4.34      |        | 96           | 4.96         |        |     |  |
|                          |                        | 0.200                 | 105.46           | 46           | 2.38      | 2.25   | 96           | 4.96      | 4.70   | 108          | 5.58         | 5.29   |     |  |
|                          | 0.300                  |                       | 53               | 2.74         |           | 116    | 5.99         |           | 125    | 6.46         |              |        |     |  |
|                          | 0.400                  |                       | 59               | 3.05         |           | 124    | 6.41         |           | 131    | 6.77         |              |        |     |  |



*Elber Alvarado Sullta*  
Ing. Elber Alvarado Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166845

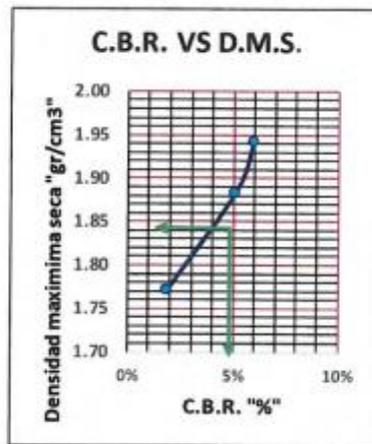
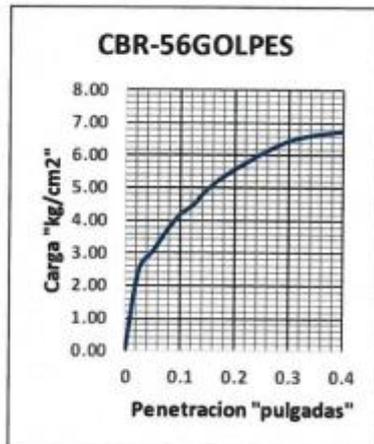
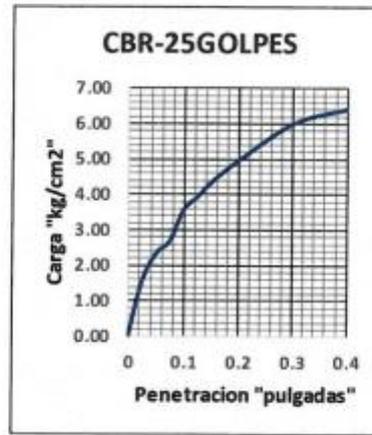
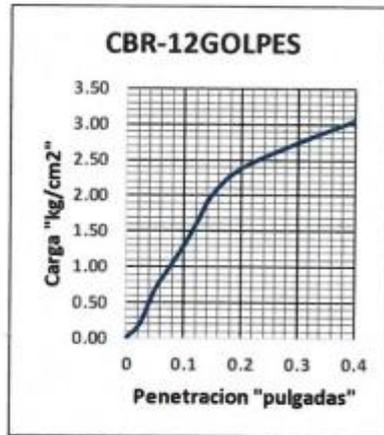




SAYWTE  
APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

|           |  |          |                                 |                           |                             |       |
|-----------|--|----------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------|
| PROYECTO  | : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021." |          |                                 |                           |                             |       |
| UBICACIÓN | DIST:  | Abancay  | ENSAYO                          | Profundidad : 1.50 m C-02 |                             |       |
|           | PROV:  | Abancay  |                                 | C. B. R.                  | Humedad Optima(%).          | 12.04 |
|           | DPTO:  | Apurímac |                                 |                           | Densidad Seca Maxima(g/cm3) | 1.941 |
| FECHA     | Febrero, 2022  |          | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) | 1.844                     |                             |       |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |      |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| 12     | 12.86 | 1.77 | 2.73      | 1.84     | C.B.R. - 95%      | 4.98 |
| 25     | 12.46 | 1.88 | 1.49      | 5.07     | C.B.R. - 100%     | 5.95 |
| 56     | 12.01 | 1.94 | 1.27      | 5.95     |                   |      |



Ing. Elguer Edmundo Sultiz  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 168845





SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpala Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Región: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 02 (10% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-02 (10% adición)

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

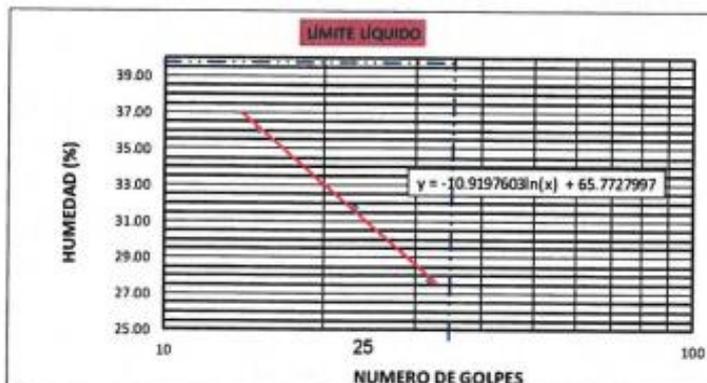
| LÍMITES DE CONSISTENCIA |       |       |       |   |
|-------------------------|-------|-------|-------|---|
| LÍMITE LÍQUIDO          |       |       |       |   |
| Muestra                 | 1     | 2     | 3     | 4 |
| Nº de Cápsula           | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda        | 31.50 | 32.74 | 33.14 |   |
| Caps.+ S. seco          | 28.45 | 30.15 | 30.50 |   |
| Agua                    | 3.05  | 2.59  | 2.64  |   |
| Peso Cápsula            | 20.00 | 22.00 | 21.00 |   |
| Peso S. seco            | 8.45  | 8.15  | 9.50  |   |
| % Humedad               | 36.09 | 31.78 | 27.79 |   |
| Nº de golpes            | 15    | 23    | 32    |   |

| LÍMITE PLÁSTICO  |       |       |       |  |
|------------------|-------|-------|-------|--|
| Muestra          | 1     | 2     | 3     |  |
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |  |
| Caps.+ S. húmeda | 12.50 | 19.40 | 19.80 |  |
| Caps.+ S. seco   | 11.60 | 19.04 | 19.24 |  |
| Agua             | 0.90  | 0.36  | 0.56  |  |
| Peso Cápsula     | 7.30  | 17.30 | 16.56 |  |
| Peso S. seco     | 4.30  | 1.74  | 2.68  |  |
| % Humedad        | 20.93 | 20.69 | 20.90 |  |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 30.62 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 20.84 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 9.8 %   |



Ing. Egiver Huamán Solís  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O.R. N° 106845





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-02 (10% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 02 (10% adición)

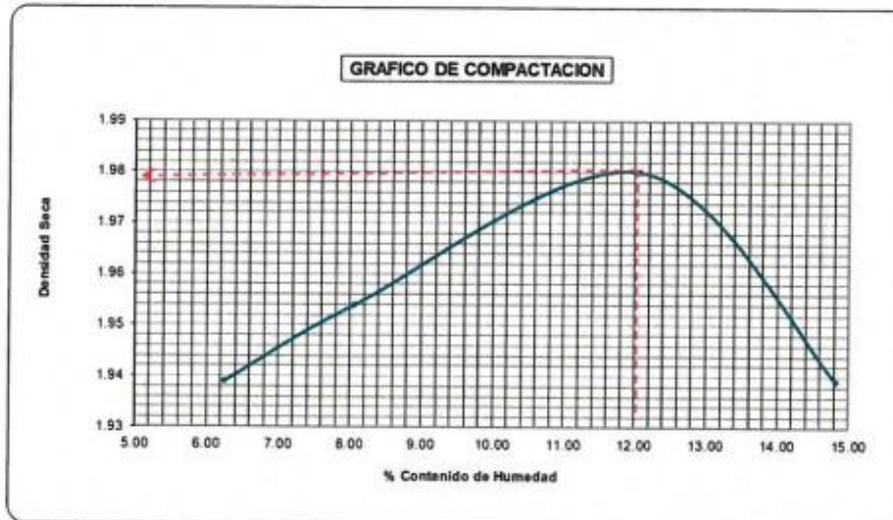
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             |                      |
| N° de golpes por capas: 56 | Volumen Molde : 2124 |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 110.00 | 115.00 | 120.00 | 123.00 |
| Wcap + sh. | 620.00 | 450.00 | 505.00 | 510.00 |
| Wcap + ss. | 590.00 | 425.00 | 463.50 | 460.00 |
| Wss.       | 480.00 | 310.00 | 343.50 | 337.00 |
| Ww.        | 30.00  | 25.00  | 41.50  | 50.00  |
| %CH.       | 6.25   | 8.06   | 12.08  | 14.84  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 6.25  | 8.06  | 12.08 | 14.84 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10151 | 10260 | 10489 | 10505 |
| Wsh.            | 4376  | 4485  | 4714  | 4730  |
| Densidad Humeda | 2.060 | 2.112 | 2.219 | 2.227 |
| Densidad Seca   | 1.939 | 1.954 | 1.980 | 1.939 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 1.980 |
| Contenido Optimo de Agua(%) : | 12.08 |



Ing. *Elmer Hidalgo Sullu*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166045





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

|                                    |  |                       |                  |              |              |        |              |           |              |                                 |   |        |          |
|------------------------------------|--|-----------------------|------------------|--------------|--------------|--------|--------------|-----------|--------------|---------------------------------|---|--------|----------|
| PROYECTO:                          | *Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osmocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.* |                       |                  |              |              |        |              |           |              |                                 |   |        |          |
| UBICACIÓN:                         | DIST:  | Abancay               |                  |              |              |        |              |           |              |                                 | Profundidad : 1.50 m C-02 (10% adición) |        |          |
|                                    | PROV:  | Abancay               |                  |              |              |        |              |           |              |                                 | Humedad Óptima(%)                       |        | 12.08    |
|                                    | DPTO:  | Apurímac              |                  |              |              |        |              |           |              |                                 | Densidad Seca Máxima(g/cm3)             |        | 1.980    |
| FECHA :                            | Febrero, 2022  |                       |                  |              |              |        |              |           |              | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) |   | 1.881  |          |
| DIMENSIONES DE MOLDE               |  |                       |                  |              |              |        |              |           |              |                                 |   |        |          |
|                                    | Diametro   | Altura                | Area             | Diametro     | Altura       | Area   | Diametro     | Altura    | Area         | Diametro                        | Altura                                  | Area   |          |
|                                    | 15.24  | 11.64                 | 182.42           | 15.24        | 11.64        | 182.42 | 15.24        | 11.64     | 182.42       | 15.24                           | 11.64                                   | 182.42 |          |
| N° DE GOLPES POR CAPA              |  |                       |                  |              |              |        |              |           |              |                                 |   |        |          |
|                                    |  |                       | 12               |              |              | 25     |              |           | 56           |                                 |   |        |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA          |  |                       |                  |              |              |        |              |           |              |                                 |   |        |          |
|                                    |  |                       | SIN MOJAR        |              | SATURADA     |        | SIN MOJAR    |           | SATURADA     |                                 | SIN MOJAR                               |        | SATURADA |
| Peso del molde(gr).                |  |                       | 7860             |              | 8015         |        | 7821         |           |              |                                 |   |        |          |
| Volumen de la Muestra(cc).         |  |                       | 2124             |              | 2124         |        | 2124         |           |              |                                 |   |        |          |
| Muestra Humeda + Molde(gr).        |  |                       | 12128            |              | 12153        |        | 12535        |           | 12555        |                                 | 12534                                   |        | 12511    |
| Muestra Humeda(gr).                |  |                       | 4268             |              | 4293         |        | 4520         |           | 4540         |                                 | 4713                                    |        | 4690     |
| Densidad Humeda(gr/cm3).           |  |                       | 2.01             |              | 2.02         |        | 2.13         |           | 2.14         |                                 | 2.22                                    |        | 2.21     |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA |  |                       |                  |              |              |        |              |           |              |                                 |   |        |          |
|                                    |  |                       | MEDIO            |              | MEDIO        |        | MEDIO        |           | MEDIO        |                                 | MEDIO                                   |        |          |
| Contenido de Humedad(%)            |  |                       | 14.35            |              | 14.60        |        | 13.30        |           | 13.50        |                                 | 12.08                                   |        | 12.43    |
| Densidad Seca(gr/cm3).             |  |                       | 1.757            |              | 1.764        |        | 1.878        |           | 1.883        |                                 | 1.980                                   |        | 1.964    |
| MEDICION DE LA EXPANSION           | DIA  | HORA                  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSION    |        | LECT. DEFOR. | EXPANSION |              | LECT. DEFOR.                    | EXPANSION                               |        |          |
|                                    |  |                       |                  |              | PULGS        | %      |              | PULGS     | %            |                                 | PULGS                                   | %      |          |
|                                    | 1.00   | 14:05                 | 0.00             | 0.6254       |              |        | 0.8525       |           |              | 0.5687                          |   |        |          |
|                                    | 2.00   | 14:02                 | 1.00             | 0.6150       | 0.0104       | 0.2269 | 0.8410       | 0.0115    | 0.2509       | 0.5542                          | 0.0145                                  | 0.3163 |          |
|                                    | 3.00   | 14:10                 | 2.00             | 0.5980       | 0.0274       | 0.5977 | 0.8305       | 0.0220    | 0.4799       | 0.5475                          | 0.0212                                  | 0.4625 |          |
|                                    | 4.00   | 14:04                 | 3.00             | 0.5840       | 0.0414       | 0.9032 | 0.8214       | 0.0311    | 0.6785       | 0.5362                          | 0.0325                                  | 0.7090 |          |
| 5.00                               | 14:58  | 4.00                  | 0.5710           | 0.0544       | 1.1868       | 0.8020 | 0.0505       | 1.1017    | 0.5285       | 0.0402                          | 0.8770                                  |        |          |
| ENSAYO DE PENETRACION              | PENETRACION "PULGADAS"   | CARG. PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA     |              | FACTOR CARGA |        | FACTOR CARGA |           | FACTOR CARGA |                                 | FACTOR CARGA                            |        |          |
|                                    |  |                       | DIAL             | kg/cm2       | DIAL         | kg/cm2 | DIAL         | kg/cm2    | DIAL         | kg/cm2                          | DIAL                                    | kg/cm2 |          |
|                                    | 0  |                       | 0                | 0.00         | 0            | 0.00   | 0            | 0.00      | 0            | 0.00                            | 0                                       | 0.00   |          |
|                                    | 0.025  |                       | 25               | 1.29         | 33           | 1.71   | 49           | 2.53      |              |                                 |   |        |          |
|                                    | 0.050  |                       | 36               | 1.86         | 64           | 3.31   | 87           | 4.50      |              |                                 |   |        |          |
|                                    | 0.075  |                       | 48               | 2.48         | 93           | 4.81   | 124          | 6.41      |              |                                 |   |        |          |
|                                    | 0.100  | 70.31                 | 56               | 2.89         | 4.12         | 117    | 6.05         | 8.60      | 151          | 7.80                            | 11.10                                   |        |          |
|                                    | 0.125  |                       | 65               | 3.36         |              | 129    | 6.67         |           | 187          | 9.66                            |   |        |          |
|                                    | 0.150  |                       | 73               | 3.77         |              | 136    | 7.03         |           | 205          | 10.59                           |   |        |          |
|                                    | 0.200  | 105.46                | 84               | 4.34         | 4.12         | 148    | 7.65         | 7.25      | 234          | 12.09                           | 11.47                                   |        |          |
| 0.300                              |  | 95                    | 4.91             |              | 159          | 8.22   |              | 262       | 13.54        |                                 |   |        |          |
| 0.400                              |  | 102                   | 5.27             |              | 162          | 8.37   |              | 274       | 14.16        |                                 |   |        |          |



Ing. *[Signature]* **Blauer Huamán Sullo**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.E. N° 166845

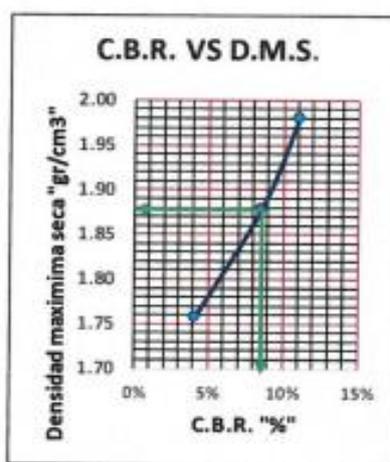
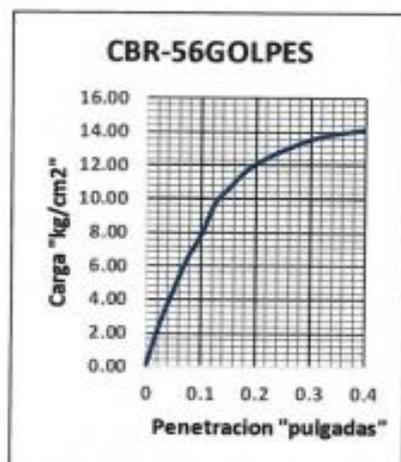
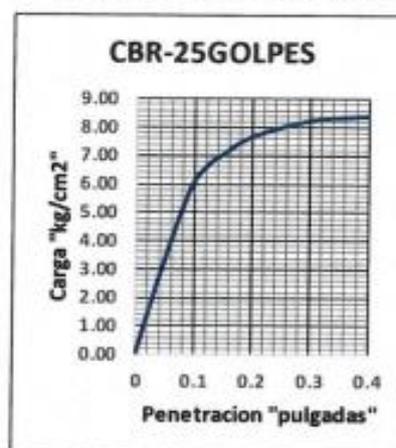
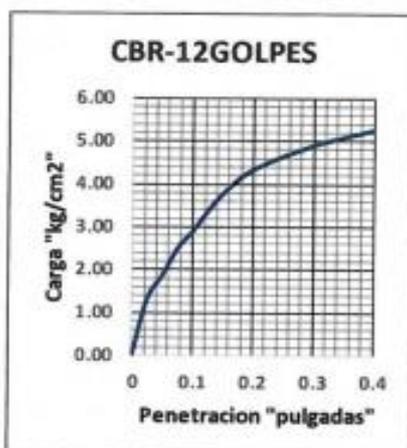




SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC, S.A.C

|           |  |          |          |   |       |
|-----------|--|----------|----------|---|-------|
| PROYECTO  | : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021." |          |          |   |       |
| UBICACIÓN | DIST:  | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-02 (10% adición) |       |
|           | PROV:  | Abancay  | C. B. R. | Humedad Óptima(%)                       | 12.08 |
|           | DPTO:  | Apurímac |          | Densidad Seca Máxima(g/cm3)             | 1.980 |
| FECHA     | Febrero, 2022  |          |          | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         | 1.881 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 14.35 | 1.76 | 1.19      | 4.12     | C.B.R. - 95%      | 8.80  |
| 25     | 13.30 | 1.88 | 1.10      | 8.60     | C.B.R. - 100%     | 11.10 |
| 56     | 12.08 | 1.98 | 0.88      | 11.10    |                   |       |



Ing. Elmer Huayra Suyo  
INGENIERO CIVIL  
REG. CP. N° 34645





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpala Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Región: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 02 (15% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-02 (15% adición)

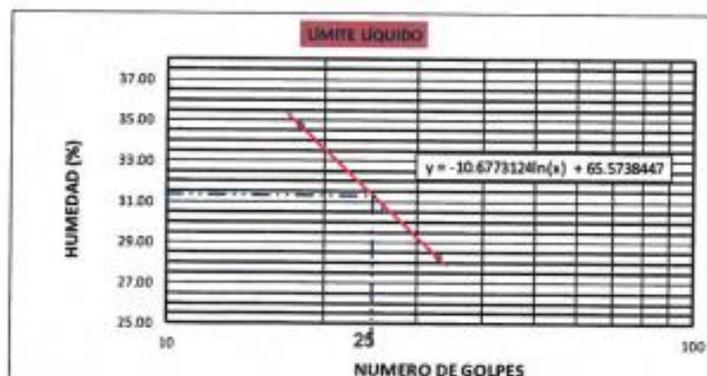
Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO   |              |              |              |   |
|------------------|--------------|--------------|--------------|---|
| Muestra          | 1            | 2            | 3            | 4 |
| Nº de Cápsula    | 1            | 2            | 3            |   |
| Caps.+ S. húmeda | 36.15        | 34.85        | 37.96        |   |
| Caps.+ S. seco   | 32.50        | 31.60        | 35.10        |   |
| Agua             | 3.65         | 3.25         | 2.86         |   |
| Peso Cápsula     | 22.00        | 21.00        | 25.00        |   |
| Peso S. seco     | 10.50        | 10.60        | 10.10        |   |
| % Humedad        | <b>34.76</b> | <b>30.66</b> | <b>28.32</b> |   |
| Nº de golpes     | <b>18</b>    | <b>26</b>    | <b>33</b>    |   |

| LÍMITE PLÁSTICO  |              |              |              |  |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Muestra          | 1            | 2            | 3            |  |
| Nº de Cápsula    | 1            | 2            | 3            |  |
| Caps.+ S. húmeda | 19.40        | 21.40        | 22.40        |  |
| Caps.+ S. seco   | 17.10        | 20.15        | 21.30        |  |
| Agua             | 2.30         | 1.25         | 1.10         |  |
| Peso Cápsula     | 6.50         | 14.51        | 16.20        |  |
| Peso S. seco     | 10.60        | 5.64         | 5.10         |  |
| % Humedad        | <b>21.70</b> | <b>22.16</b> | <b>21.57</b> |  |

|                           |   |                |
|---------------------------|---|----------------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | <b>31.20 %</b> |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | <b>21.81 %</b> |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | <b>9.4 %</b>   |



Ing. *[Signature]*  
Ingeniero Civil  
REG. C.O. 000005



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-02 (15% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 02 (15% adición)

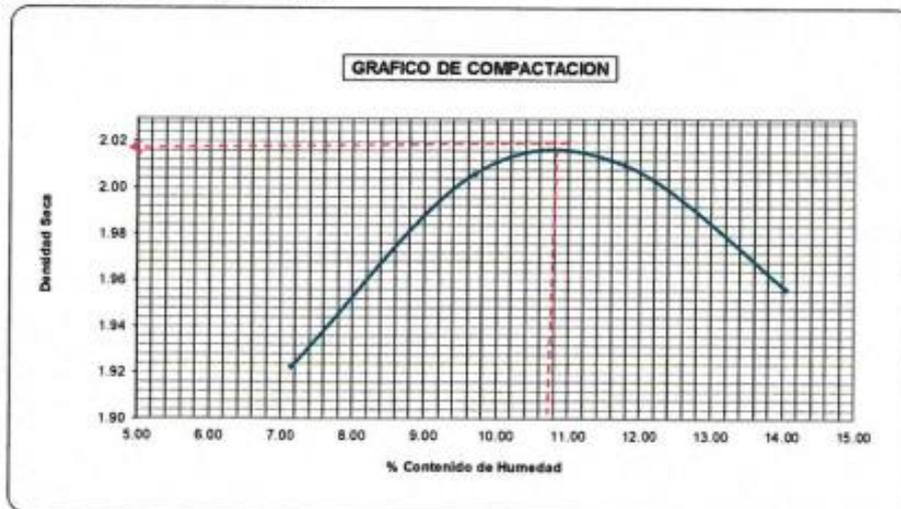
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                 |      |
|----------------------------|-----------------|------|
| N° de Capas: 5             | Volumen Molde : | 2124 |
| N° de golpes por capas: 56 |                 |      |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 98.00  | 105.00 | 112.00 | 113.00 |
| Wcap + sh. | 562.00 | 512.00 | 425.00 | 324.00 |
| Wcap + ss. | 531.00 | 476.00 | 392.00 | 298.00 |
| Wss.       | 433.00 | 371.00 | 260.00 | 185.00 |
| Ww.        | 31.00  | 36.00  | 33.00  | 26.00  |
| %CH.       | 7.16   | 9.70   | 11.79  | 14.05  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 7.16  | 9.70  | 11.79 | 14.05 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10151 | 10450 | 10548 | 10515 |
| Wsh.            | 4376  | 4675  | 4773  | 4740  |
| Densidad Humeda | 2.060 | 2.201 | 2.247 | 2.232 |
| Densidad Seca   | 1.923 | 2.006 | 2.010 | 1.957 |

|  |       |
|--|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) : | 2.010 |
| Contenido Óptimo de Agua(%) :              | 11.79 |



Ing. Elmer Alvarado Saldaña  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 106848





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).  
ASTM 1833 - 73

|   |       |                        |                       |              |           |   |              |              |          |              |           |              |          |              |
|---|-------|------------------------|-----------------------|--------------|-----------|---|--------------|--------------|----------|--------------|-----------|--------------|----------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b> *Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021.* |       |                        |                       |              |           |   |              |              |          |              |           |              |          |              |
| <b>UBICACIÓN:</b> DIST: Abancay   |       |                        |                       |              |           | Profundidad : 1.50 m C-02 (15% adición) |              |              |          |              |           |              |          |              |
| PROV: Abancay   |       |                        |                       |              |           | Humedad Óptima(%)                       |              |              | 11.79    |              |           |              |          |              |
| DPTO: Apurímac  |       |                        |                       |              |           | Densidad Seca Máxima(g/cm3)             |              |              | 2.010    |              |           |              |          |              |
| FECHA : Febrero, 2022   |       |                        |                       |              |           | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         |              |              | 1.910    |              |           |              |          |              |
| <b>DIMENSIONES DE MOLDE</b>   |       |                        | Diametro              |              | Altura    |   | Area         |              | Diametro |              | Altura    |              | Area     |              |
|   |       |                        | 15.24                 |              | 11.64     |   | 182.42       |              | 15.24    |              | 11.64     |              | 182.42   |              |
| <b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>  |       |                        | 12                    |              | 25        |   | 56           |              |          |              |           |              |          |              |
| <b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>  |       |                        | SIN MOJAR             |              | SATURADA  |   | SIN MOJAR    |              | SATURADA |              | SIN MOJAR |              | SATURADA |              |
| Peso del molde(gr).   |       |                        | 7860                  |              |           |   | 8015         |              |          |              | 7821      |              |          |              |
| Volumen de la Muestra(cc).  |       |                        | 2124                  |              |           |   | 2124         |              |          |              | 2124      |              |          |              |
| Muestra Humeda + Molde(gr).   |       |                        | 12128                 |              | 12153     |   | 12535        |              | 12555    |              | 12534     |              | 12511    |              |
| Muestra Humeda(gr).   |       |                        | 4268                  |              | 4293      |   | 4520         |              | 4540     |              | 4713      |              | 4690     |              |
| Densidad Humeda(gr/cm3).  |       |                        | 2.01                  |              | 2.02      |   | 2.13         |              | 2.14     |              | 2.22      |              | 2.21     |              |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>   |       |                        | MEDIO                 |              | MEDIO     |   | MIEDIO       |              | MEDIO    |              | MEDIO     |              | MEDIO    |              |
| Contenido de Humedad(%)   |       |                        | 12.00                 |              | 14.60     |   | 12.00        |              | 13.50    |              | 12.08     |              | 12.43    |              |
| Densidad Seca(gr/cm3).  |       |                        | 1.794                 |              | 1.764     |   | 1.900        |              | 1.883    |              | 1.980     |              | 1.964    |              |
| <b>MEDICION DE LA EXPANSION</b>   | DIA   | HORA                   | INTERVALO (DIAS)      | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |   | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN    |          | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |              |          |              |
|   |       |                        |                       |              | PULGS     | %                                       |              | PULGS        | %        |              | PULGS     | %            |          |              |
|   | 1.00  | 14:05                  | 0.00                  | 0.6254       |           |   | 0.8525       |              |          |              | 0.5687    |              |          |              |
|   | 2.00  | 14:02                  | 1.00                  | 0.6150       | 0.0104    | 0.2269                                  | 0.8410       | 0.0115       | 0.2509   | 0.5542       | 0.0145    | 0.3163       |          |              |
|   | 3.00  | 14:10                  | 2.00                  | 0.5980       | 0.0274    | 0.5977                                  | 0.8305       | 0.0220       | 0.4799   | 0.5475       | 0.0212    | 0.4625       |          |              |
|   | 4.00  | 14:04                  | 3.00                  | 0.5840       | 0.0414    | 0.9032                                  | 0.8214       | 0.0311       | 0.6785   | 0.5362       | 0.0325    | 0.7090       |          |              |
| 5.00  | 14:58 | 4.00                   | 0.5710                | 0.0544       | 1.1868    | 0.8020                                  | 0.0505       | 1.1017       | 0.5285   | 0.0402       | 0.8770    |              |          |              |
| <b>ENSAYO DE PENETRACION</b>  |       | PENETRACION *PULGADAS* | CARG. PATRON *kg/cm2* | FACTOR CARGA |           | FACTOR CARGA                            |              | FACTOR CARGA |          | FACTOR CARGA |           | FACTOR CARGA |          | FACTOR CARGA |
|   |       |                        |                       | DIAL         | kg/cm2    | 12                                      | DIAL         | kg/cm2       | 25       | DIAL         | kg/cm2    | 56           |          |              |
|   |       | 0                      |                       | 0            | 0.00      |   | 0            | 0.00         |          | 0            | 0.00      |              |          |              |
|   |       | 0.025                  |                       | 52           | 2.69      |   | 95           | 4.91         |          | 150          | 7.75      |              |          |              |
|   |       | 0.050                  |                       | 66           | 3.41      |   | 116          | 5.99         |          | 171          | 8.84      |              |          |              |
|   |       | 0.075                  |                       | 79           | 4.08      |   | 125          | 6.46         |          | 185          | 9.56      |              |          |              |
|   |       | 0.100                  | 70.31                 | 89           | 4.60      | 6.54                                    | 136          | 7.03         | 10.00    | 192          | 9.92      | 14.11        |          |              |
|   |       | 0.125                  |                       | 94           | 4.86      |   | 145          | 7.49         |          | 201          | 10.39     |              |          |              |
|   |       | 0.150                  |                       | 101          | 5.22      |   | 151          | 7.80         |          | 209          | 10.80     |              |          |              |
|   |       | 0.200                  | 105.46                | 112          | 5.79      | 5.49                                    | 165          | 8.53         | 8.09     | 216          | 11.16     | 10.58        |          |              |
|   | 0.300 |                        | 125                   | 6.46         |           | 176                                     | 9.10         |              | 224      | 11.58        |           |              |          |              |
|   | 0.400 |                        | 131                   | 6.77         |           | 184                                     | 9.51         |              | 235      | 12.14        |           |              |          |              |



Ing. Egguer Huamán Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166045



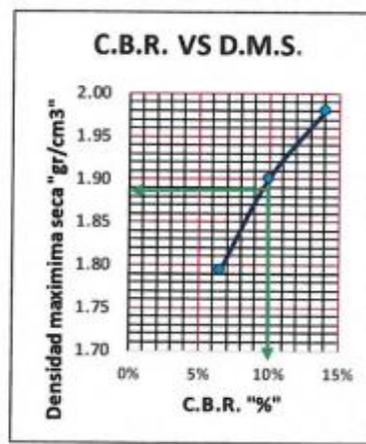
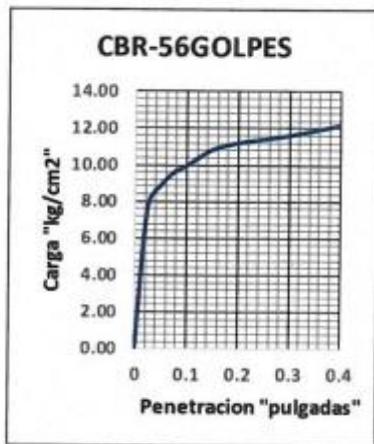
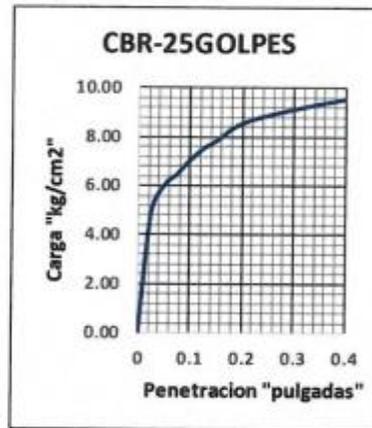
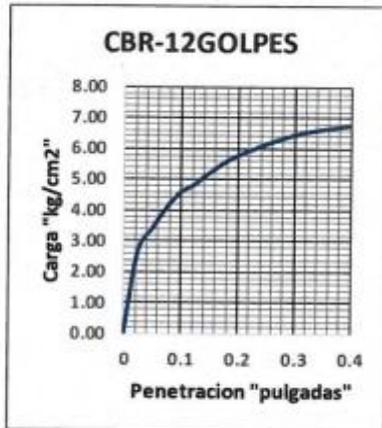


SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |               |          |          |   |       |
|-----------|---------------|----------|----------|---|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-02 (15% adición) |       |
|           | PROV:         | Abancay  |          | Humedad Optima(%)                       | 11.79 |
|           | DPTO:         | Apurímac |          | Densidad Seca Maxima(g/cm3)             | 2.010 |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          | C. B. R. | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         | 1.910 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 12.00 | 1.79 | 1.19      | 6.54     | C.B.R. - 95%      | 11.05 |
| 25     | 12.00 | 1.90 | 1.10      | 10.00    | C.B.R. - 100%     | 14.11 |
| 56     | 12.08 | 1.98 | 0.88      | 14.11    |                   |       |

  
 Ing. Pío Víctor Huamán Sutila  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP Nº 166945





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 02 (20% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-02 (20% adición)

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

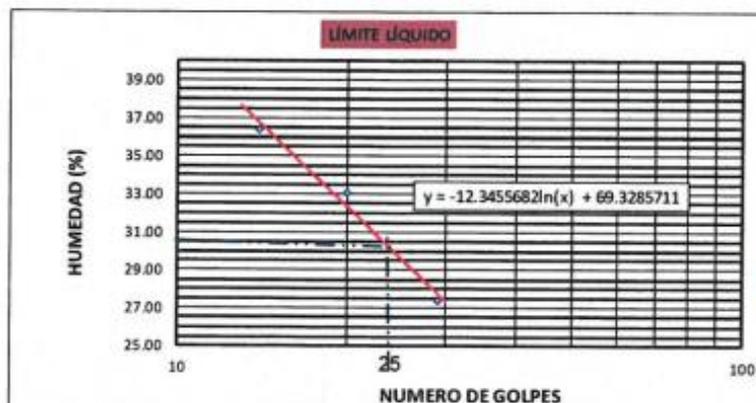
#### LÍMITE LÍQUIDO

| Muestra          | 1            | 2            | 3            | 4 |
|------------------|--------------|--------------|--------------|---|
| Nº de Cápsula    | 1            | 2            | 3            |   |
| Caps.+ S. húmeda | 34.61        | 32.50        | 34.10        |   |
| Caps.+ S. seco   | 30.98        | 29.89        | 30.10        |   |
| Agua             | 3.63         | 2.61         | 4.00         |   |
| Peso Cápsula     | 21.00        | 22.00        | 15.50        |   |
| Peso S. seco     | 9.98         | 7.89         | 14.60        |   |
| <b>% Humedad</b> | <b>36.37</b> | <b>33.08</b> | <b>27.40</b> |   |
| Nº de golpes     | 14           | 20           | 29           |   |

#### LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra          | 1            | 2            | 3            |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| Nº de Cápsula    | 1            | 2            | 3            |
| Caps.+ S. húmeda | 13.42        | 21.40        | 19.40        |
| Caps.+ S. seco   | 12.74        | 20.85        | 19.06        |
| Agua             | 0.68         | 0.55         | 0.34         |
| Peso Cápsula     | 9.50         | 18.23        | 17.44        |
| Peso S. seco     | 3.24         | 2.62         | 1.62         |
| <b>% Humedad</b> | <b>20.99</b> | <b>20.99</b> | <b>20.99</b> |

|                           |   |                |
|---------------------------|---|----------------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | <b>29.59 %</b> |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | <b>20.99 %</b> |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | <b>8.60 %</b>  |



Ing. Elguer Huamán Salta  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O.R. N° 156045



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnemocco – Atumpala Alta, Apurimac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-02 (20% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 02 (20% adición)

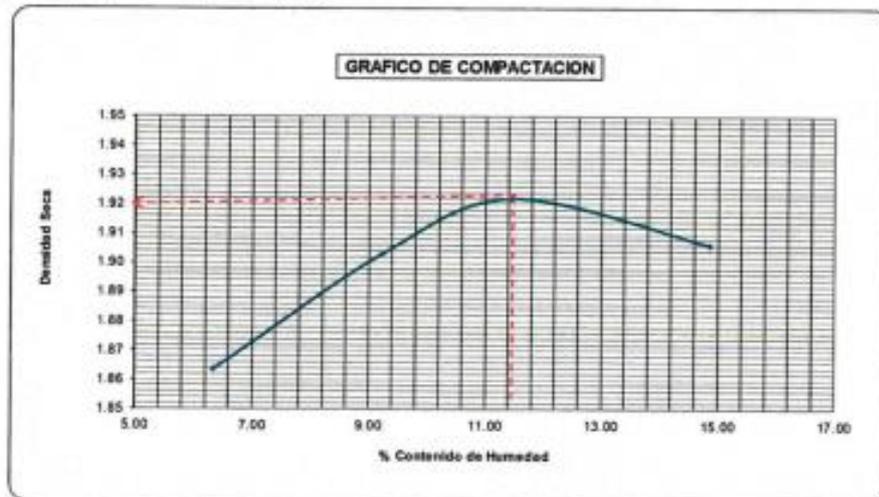
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             |                      |
| N° de golpes por capas: 56 | Volumen Molde : 2124 |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 135.00 | 130.00 | 105.00 | 110.00 |
| Wcap + sh. | 470.00 | 485.00 | 523.00 | 512.00 |
| Wcap + ss. | 450.00 | 455.00 | 480.00 | 460.00 |
| Wss.       | 315.00 | 325.00 | 375.00 | 350.00 |
| Ww.        | 20.00  | 30.00  | 43.00  | 52.00  |
| %CH.       | 6.35   | 9.23   | 11.47  | 14.86  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 6.35  | 9.23  | 11.47 | 14.86 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5770  | 5770  |
| Wsh + molde     | 9985  | 10190 | 10320 | 10420 |
| Wsh.            | 4210  | 4415  | 4550  | 4650  |
| Densidad Humeda | 1.982 | 2.079 | 2.142 | 2.189 |
| Densidad Seca   | 1.864 | 1.903 | 1.922 | 1.906 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 1.922 |
| Contenido Optimo de Agua(%):  | 11.47 |



Ing. Ricardo Robinson Sullib  
Ingeniero Civil  
RUC. CUC. N° 14645





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

|  |                        |                       |                  |              |           |        |              |   |          |              |              |        |          |  |
|--|------------------------|-----------------------|------------------|--------------|-----------|--------|--------------|---|----------|--------------|--------------|--------|----------|--|
| PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021." |                        |                       |                  |              |           |        |              |   |          |              |              |        |          |  |
| UBICACIÓN:   |                        | DIST: Abancay         |                  |              |           |        |              | Profundidad : 1.50 m C-02 (20% adición) |          |              |              |        |          |  |
|  |                        | PROV: Abancay         |                  |              |           |        |              | Humedad Óptima(%)                       |          | 11.47        |              |        |          |  |
|  |                        | DPTO: Apurímac        |                  |              |           |        |              | Densidad Seca Máxima(g/cm3)             |          | 1.922        |              |        |          |  |
| FECHA :  |                        | Febrero, 2022         |                  |              |           |        |              | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         |          | 1.826        |              |        |          |  |
| DIMENSIONES DE MOLDE   |                        |                       | Diametro         |              | Altura    |        | Area         |   | Diametro |              | Altura       |        | Area     |  |
|  |                        |                       | 15.24            |              | 11.64     |        | 182.42       |   | 15.24    |              | 11.64        |        | 182.42   |  |
| N° DE GOLPES POR CAPA  |                        |                       | 12               |              | 25        |        | 56           |   |          |              |              |        |          |  |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA  |                        |                       | SIN MOJAR        |              | SATURADA  |        | SIN MOJAR    |   | SATURADA |              | SIN MOJAR    |        | SATURADA |  |
| Peso del molde(gr).  |                        |                       | 7860             |              | 8020      |        | 8020         |   |          |              |              |        |          |  |
| Volumen de la Muestra(cc).   |                        |                       | 2124             |              | 2124      |        | 2124         |   |          |              |              |        |          |  |
| Muestra Humeda + Molde(gr).  |                        |                       | 12050            |              | 12075     |        | 12410        |   | 12430    |              | 12580        |        | 12605    |  |
| Muestra Humeda(gr).  |                        |                       | 4190             |              | 4215      |        | 4390         |   | 4410     |              | 4560         |        | 4585     |  |
| Densidad Humeda(gr/cm3).   |                        |                       | 1.97             |              | 1.98      |        | 2.07         |   | 2.08     |              | 2.15         |        | 2.16     |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |                        |                       | MEDIO            |              | MEDIO     |        | MEDIO        |   | MEDIO    |              | MEDIO        |        | MEDIO    |  |
| Contenido de Humedad(%).   |                        |                       | 11.70            |              | 14.50     |        | 11.50        |   | 12.30    |              | 11.47        |        | 11.50    |  |
| Densidad Seca(gr/cm3).   |                        |                       | 1.766            |              | 1.733     |        | 1.854        |   | 1.849    |              | 1.926        |        | 1.936    |  |
| MEDICION DE LA EXPANSION   | DIA                    | HORA                  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN                               |          | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN    |        |          |  |
|  |                        |                       |                  |              | PULGS     | %      |              | PULGS                                   | %        |              | PULGS        | %      |          |  |
|  | 1.00                   | 14:05                 | 0.00             | 0.7560       |           |        | 0.4260       |   |          | 0.5687       |              |        |          |  |
|  | 2.00                   | 14:02                 | 1.00             | 0.7501       | 0.0059    | 0.1287 | 0.4156       | 0.0104                                  | 0.2269   | 0.5542       | 0.0145       | 0.3163 |          |  |
|  | 3.00                   | 14:10                 | 2.00             | 0.7415       | 0.0145    | 0.3163 | 0.4056       | 0.0204                                  | 0.4450   | 0.5475       | 0.0212       | 0.4625 |          |  |
|  | 4.00                   | 14:04                 | 3.00             | 0.7315       | 0.0245    | 0.5345 | 0.3952       | 0.0308                                  | 0.6719   | 0.5362       | 0.0325       | 0.7090 |          |  |
| 5.00   | 14:58                  | 4.00                  | 0.7152           | 0.0408       | 0.8901    | 0.3905 | 0.0355       | 0.7745                                  | 0.5395   | 0.0292       | 0.6370       |        |          |  |
| ENSAYO DE PENETRACION  | PENETRACION "PULGADAS" | CARG. PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA     |              | CBR       |        | FACTOR CARGA |   | CBR      |              | FACTOR CARGA |        | CBR      |  |
|  |                        |                       | DIAL             | kg/cm2       | 12        | DIAL   | kg/cm2       | 25                                      | DIAL     | kg/cm2       | 56           |        |          |  |
|  | 0                      |                       | 0                | 0.00         |           | 0      | 0.00         |   | 0        | 0.00         |              |        |          |  |
|  | 0.025                  |                       | 75               | 3.88         |           | 110    | 5.68         |   | 191      | 9.87         |              |        |          |  |
|  | 0.050                  |                       | 89               | 4.60         |           | 152    | 7.86         |   | 212      | 10.96        |              |        |          |  |
|  | 0.075                  |                       | 98               | 5.06         |           | 163    | 8.42         |   | 225      | 11.63        |              |        |          |  |
|  | 0.100                  | 70.31                 | 108              | 5.58         | 7.94      | 170    | 8.79         | 12.50                                   | 232      | 11.99        | 17.05        |        |          |  |
|  | 0.125                  |                       | 114              | 5.89         |           | 179    | 9.25         |   | 245      | 12.66        |              |        |          |  |
|  | 0.150                  |                       | 119              | 6.15         |           | 186    | 9.61         |   | 254      | 13.13        |              |        |          |  |
|  | 0.200                  | 105.46                | 126              | 6.51         | 6.17      | 191    | 9.87         | 9.36                                    | 263      | 13.59        | 12.89        |        |          |  |
| 0.300  |                        | 139                   | 7.18             |              | 198       | 10.23  |              | 275                                     | 14.21    |              |              |        |          |  |
| 0.400  |                        | 146                   | 7.55             |              | 202       | 10.44  |              | 286                                     | 14.78    |              |              |        |          |  |



Ing. Elmer Huamán Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIR. N° 136645

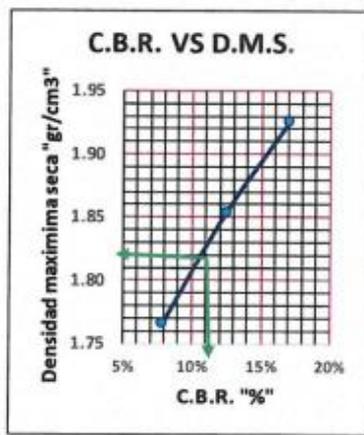
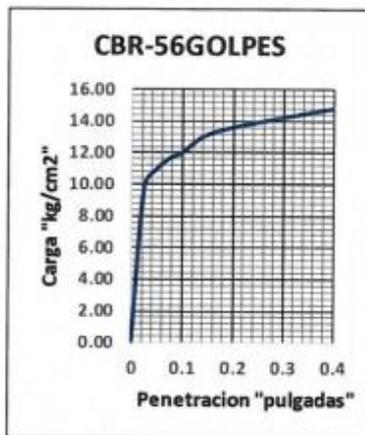
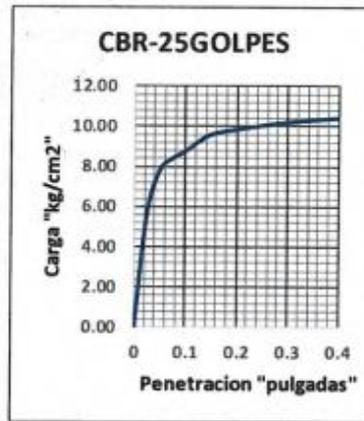
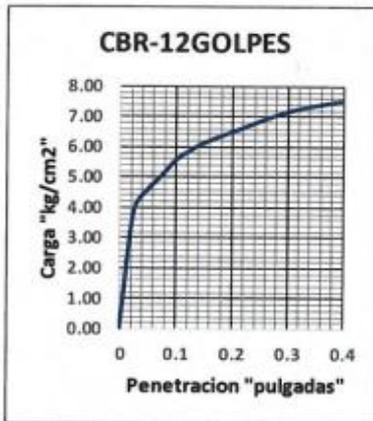




SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

|           |  |          |          |   |       |
|-----------|--|----------|----------|---|-------|
| PROYECTO  | : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021." |          |          |   |       |
| UBICACIÓN | DIST:  | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-02 (20% adición) |       |
|           | PROV:  | Abancay  | C. B. R. | Humedad Optima(%)                       | 11.47 |
|           | DPTO:  | Apurímac |          | Densidad Seca Maxima(g/cm3)             | 1.922 |
| FECHA     | Febrero, 2022  |          |          | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         | 1.826 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 11.70 | 1.77 | 0.89      | 7.94     | C.B.R. - 95%      | 12.60 |
| 25     | 11.50 | 1.85 | 0.77      | 12.50    | C.B.R. - 100%     | 17.05 |
| 56     | 11.47 | 1.93 | 0.64      | 17.05    |                   |       |





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Sector: Atumpata Alta.  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Hecho por: Muestreo: Interesado

Calicata : C - 03  
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani.

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

#### LÍMITE LÍQUIDO

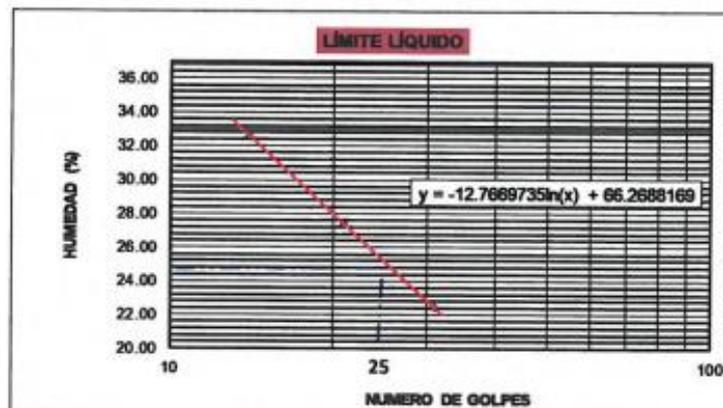
| Muestra           | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| N° de Cápsula     | 1     | 2     | 3     |
| Caps. + S. húmedo | 49.60 | 48.70 | 47.12 |
| Caps. + S. seco   | 46.01 | 45.60 | 45.54 |
| Agua              | 3.59  | 3.10  | 1.58  |
| Peso Cápsula      | 35.00 | 34.26 | 38.51 |
| Peso S. seco      | 11.01 | 11.34 | 7.04  |
| % Humedad         | 32.61 | 27.34 | 22.46 |
| N° de golpes      | 14    | 21    | 31    |

2.62906733 3.01492438 3.43285704

#### LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra           | 1     | 2     | 3     | 4 |
|-------------------|-------|-------|-------|---|
| N° de Cápsula     | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps. + S. húmedo | 18.40 | 17.45 | 16.45 |   |
| Caps. + S. seco   | 17.84 | 16.78 | 15.87 |   |
| Agua              | 0.56  | 0.67  | 0.58  |   |
| Peso Cápsula      | 14.10 | 12.00 | 12.00 |   |
| Peso S. seco      | 3.74  | 4.78  | 3.87  |   |
| % Humedad         | 14.97 | 14.02 | 14.99 |   |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 25.17 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 14.66 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 10.5 %  |



  
Ing. Efraim Huaman Sullo  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIR. N° 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-03

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 03

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| N° de Capas: 5             |                     |
| N° de golpes por capas: 25 | Volumen Molde : 944 |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 130.00 | 120.00 | 110.00 | 115.00 |
| Wcap + sh. | 541.00 | 523.00 | 450.00 | 412.00 |
| Wcap + ss. | 510.00 | 485.00 | 413.00 | 375.00 |
| Wss.       | 380.00 | 365.00 | 303.00 | 260.00 |
| Ww.        | 31.00  | 38.00  | 37.00  | 37.00  |
| %CH.       | 8.16   | 10.41  | 12.21  | 14.23  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 8.16  | 10.41 | 12.21 | 14.23 |
| Wmolde          | 3557  | 3557  | 3557  | 3557  |
| Wsh + molde     | 5520  | 5595  | 5644  | 5660  |
| Wsh.            | 1953  | 2038  | 2087  | 2103  |
| Densidad Humeda | 2.079 | 2.159 | 2.211 | 2.228 |
| Densidad Seca   | 1.923 | 1.955 | 1.970 | 1.950 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 1.970 |
| Contenido Optimo de Agua(%) : | 12.21 |



*[Signature]*  
 Ing° Elmer Huayán Sullá  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O. Nº 160243





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

UBICACIÓN: DIST: Abancay Profundidad : 1.50 m C-03

PROV: Abancay Humedad Optima(%) 12.21

DPTO: Apurímac Densidad Seca Máxima(g/cm3) 1.970

FECHA : Febrero, 2022 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) 1.872

| DIMENSIONES DE MOLDE |  |  | Diametro |       |        | Altura |       |        | Área  |       |        |
|----------------------|--|--|----------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
|                      |  |  | 15.24    | 11.64 | 182.42 | 15.24  | 11.64 | 182.42 | 15.24 | 11.64 | 182.42 |

Nº DE GOLPES POR CAPA 12 25 56

CONDICIONES DE LA MUESTRA SIN MOJAR SATURADA SIN MOJAR SATURADA SIN MOJAR SATURADA

|                                    |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso del molde(gr).                | 8110   |        | 8124   |        | 8105   |        |
| Volumen de la Muestra(cc).         | 2124   |        | 2124   |        | 2124   |        |
| Muestra Humeda + Molde(gr).        | 12210  | 12220  | 12630  | 12655  | 12804  | 12829  |
| Muestra Humeda(gr).                | 4100   | 4110   | 4506   | 4531   | 4699   | 4724   |
| Densidad Humeda(gr/cm3).           | 1.93   | 1.94   | 2.12   | 2.13   | 2.21   | 2.22   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA |        | MEDIO  | MEDIO  | MEDIO  | MEDIO  | MEDIO  |
| Peso de la capsula(gr).            | 140.00 | 165.00 | 132.00 | 142.00 | 99.00  | 114.00 |
| Muestra Humeda + Capsula(gr).      | 640.00 | 658.00 | 765.00 | 805.50 | 714.00 | 714.00 |
| Muestra Seca + Capsula(gr).        | 585.00 | 595.00 | 694.00 | 725.00 | 647.00 | 647.00 |
| Muestra Seca(gr).                  | 445.00 | 430.00 | 562.00 | 583.00 | 548.00 | 533.00 |
| Contenido de Agua(gr)              | 55.00  | 63.00  | 71.00  | 80.50  | 67.00  | 67.00  |
| Contenido de Humedad(%)            | 12.36  | 14.65  | 12.63  | 13.81  | 12.23  | 12.57  |
| Densidad Seca(gr/cm3)              | 1.718  | 1.688  | 1.884  | 1.874  | 1.971  | 1.98   |

|                          | DIA  | HORA  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        |
|--------------------------|------|-------|------------------|--------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|
|                          |      |       |                  |              | PULGS     | %      |              | PULGS     | %      |              | PULGS     | %      |
| MEDICION DE LA EXPANSION | 1.00 | 13:05 | 0.00             | 0.7800       |           |        | 0.6150       |           |        | 0.6240       |           |        |
|                          | 2.00 | 13:02 | 1.00             | 0.6691       | 0.1109    | 2.4194 | 0.5585       | 0.0565    | 1.2326 | 0.6089       | 0.0151    | 0.3294 |
|                          | 3.00 | 13:10 | 2.00             | 0.6636       | 0.1164    | 2.5393 | 0.5544       | 0.0606    | 1.3220 | 0.6055       | 0.0185    | 0.4036 |
|                          | 4.00 | 13:04 | 3.00             | 0.6585       | 0.1215    | 2.6506 | 0.5498       | 0.0652    | 1.4224 | 0.6025       | 0.0215    | 0.4690 |
|                          | 5.00 | 12:58 | 4.00             | 0.6549       | 0.1251    | 2.7291 | 0.5457       | 0.0693    | 1.5118 | 0.6001       | 0.0239    | 0.5214 |

|                       | PENETRACION "PULGADAS" | CARG. PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA |        |      | CBR  |        |      | FACTOR CARGA |        |      | CBR |  |  |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------|--------|------|------|--------|------|--------------|--------|------|-----|--|--|
|                       |                        |                       | DIAL         | kg/cm2 | 12   | DIAL | kg/cm2 | 25   | DIAL         | kg/cm2 | 56   |     |  |  |
|                       |                        |                       |              |        |      |      |        |      |              |        |      |     |  |  |
| ENSAYO DE PENETRACION | 0                      |                       | 0            | 0.00   |      | 0    | 0.00   |      | 0            | 0.00   |      |     |  |  |
|                       | 0.025                  |                       | 5            | 0.26   |      | 30   | 1.55   |      | 45           | 2.33   |      |     |  |  |
|                       | 0.050                  |                       | 14           | 0.72   |      | 45   | 2.33   |      | 61           | 3.15   |      |     |  |  |
|                       | 0.075                  |                       | 20           | 1.03   |      | 58   | 3.00   |      | 75           | 3.88   |      |     |  |  |
|                       | 0.100                  | 70.31                 | 27           | 1.40   | 1.98 | 67   | 3.46   | 4.92 | 89           | 4.60   | 6.54 |     |  |  |
|                       | 0.125                  |                       | 34           | 1.76   |      | 75   | 3.88   |      | 96           | 4.96   |      |     |  |  |
|                       | 0.150                  |                       | 39           | 2.02   |      | 81   | 4.19   |      | 104          | 5.37   |      |     |  |  |
|                       | 0.200                  | 105.46                | 47           | 2.43   | 2.30 | 95   | 4.91   | 4.66 | 114          | 5.89   | 5.59 |     |  |  |
|                       | 0.300                  |                       | 56           | 2.89   |      | 115  | 5.94   |      | 125          | 6.46   |      |     |  |  |
| 0.400                 |                        | 62                    | 3.20         |        | 126  | 6.51 |        | 134  | 6.93         |        |      |     |  |  |

  
Ing. Edgar Huamán Sulfo  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166945

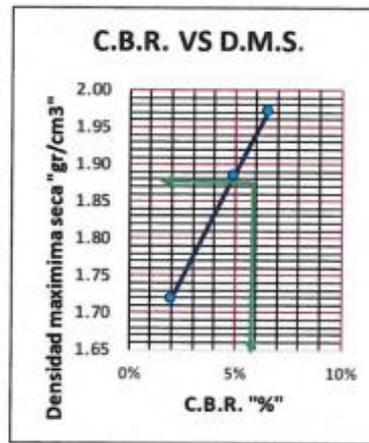
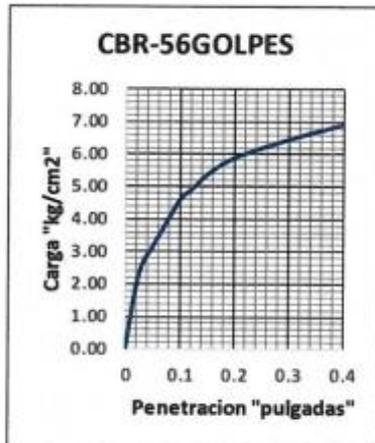
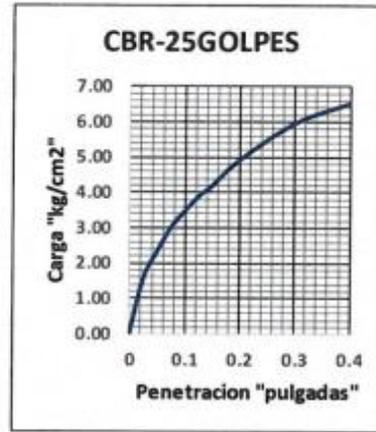
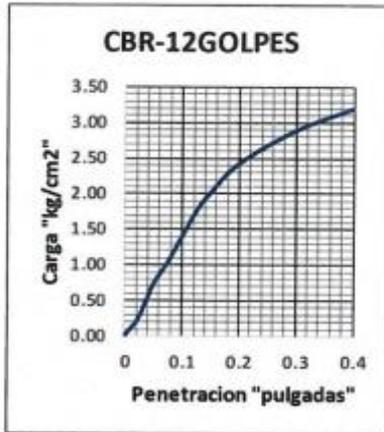




**SAYWITE  
APURIMAC S.A.C**

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

|           |  |          |          |                                 |       |
|-----------|--|----------|----------|---------------------------------|-------|
| PROYECTO  | "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021." |          |          |                                 |       |
| UBICACIÓN | DIST:  | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-03       |       |
|           | PROV:  | Abancay  | C. B. R. | Humedad Óptima(%)               | 12.21 |
|           | DPTO:  | Apurímac |          | Densidad Seca Máxima(g/cm3)     | 1.970 |
| FECHA     | Febrero, 2022  |          |          | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) | 1.872 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |      |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| 12     | 12.36 | 1.72 | 2.73      | 1.98     | C.B.R. - 95%      | 4.80 |
| 25     | 12.63 | 1.88 | 1.51      | 4.92     | C.B.R. - 100%     | 6.54 |
| 56     | 12.23 | 1.97 | 0.52      | 6.54     |                   |      |

  
 Inge. Elmer Huamán Salta  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 166049





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: **Osnomocco**  
Distrito: **Abancay**

Provincia: **Abancay**  
Región: **Apurímac**

Fecha: **Febrero, 2022**

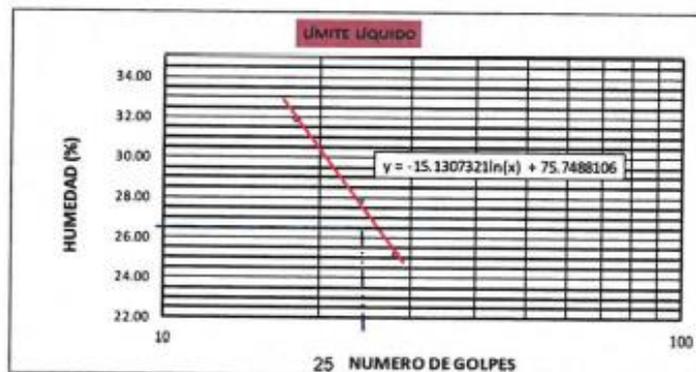
Calicata : **C - 03 (10% adición)**  
Profundidad: **1.50 m C-03 (10% adición)**

Solicitante: **Bach. Julieta Zamora Huamani**

| LÍMITES DE CONSISTENCIA |              |              |              |   |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|---|
| LÍMITE LÍQUIDO          |              |              |              |   |
| Muestra                 | 1            | 2            | 3            | 4 |
| Nº de Cápsula           | 1            | 2            | 3            |   |
| Caps.+ S. húmeda        | 38.01        | 37.28        | 26.67        |   |
| Caps.+ S. seco          | 36.30        | 35.55        | 24.98        |   |
| Agua                    | 1.71         | 1.73         | 1.69         |   |
| Peso Cápsula            | 29.52        | 29.34        | 19.69        |   |
| Peso S. seco            | 6.79         | 6.21         | 5.29         |   |
| % Humedad               | <b>25.20</b> | <b>27.86</b> | <b>31.95</b> |   |
| Nº de golpes            | <b>28</b>    | <b>24</b>    | <b>18</b>    |   |

| LÍMITE PLÁSTICO  |              |              |              |  |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Muestra          | 1            | 2            | 3            |  |
| Nº de Cápsula    | 1            | 2            | 3            |  |
| Caps.+ S. húmeda | 10.72        | 20.81        | 18.88        |  |
| Caps.+ S. seco   | 10.18        | 20.28        | 18.53        |  |
| Agua             | 0.54         | 0.53         | 0.35         |  |
| Peso Cápsula     | 7.06         | 17.25        | 16.48        |  |
| Peso S. seco     | 3.12         | 3.03         | 2.05         |  |
| % Humedad        | <b>17.31</b> | <b>17.49</b> | <b>17.07</b> |  |

|                           |   |                |
|---------------------------|---|----------------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | <b>27.04 %</b> |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | <b>17.29 %</b> |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | <b>9.76 %</b>  |



Ing. *[Firma]*  
Ingeniero Civil  
REG. CIP. Nº 166045



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-03 (10% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 03 (10% adición)

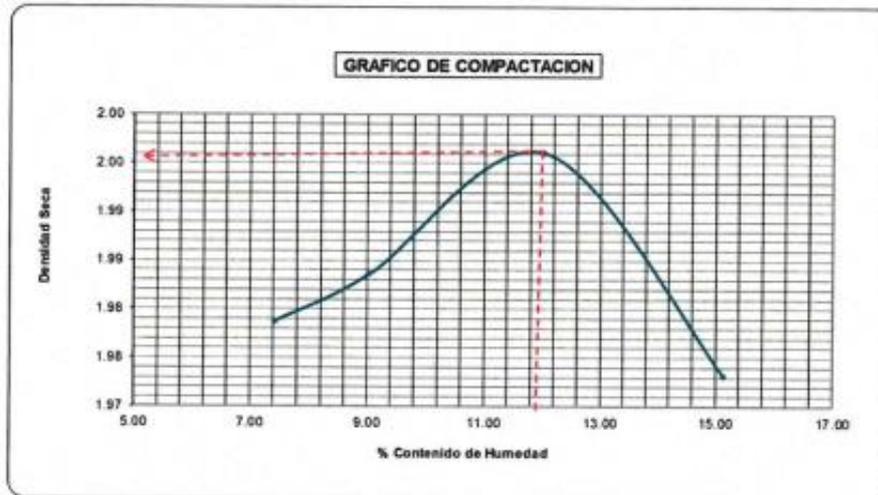
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             |                      |
| N° de golpes por capas: 56 | Volumen Molde : 2124 |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap       | 131.00 | 128.00 | 95.00  | 120.00 |
| Wcap + sh. | 536.00 | 512.00 | 458.00 | 462.00 |
| Wcap + ss. | 508.00 | 480.00 | 419.00 | 417.00 |
| Wss.       | 377.00 | 354.00 | 324.00 | 297.00 |
| Ww.        | 28.00  | 32.00  | 39.00  | 45.00  |
| %CH.       | 7.43   | 9.04   | 12.04  | 15.15  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 7.43  | 9.04  | 12.04 | 15.15 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10290 | 10369 | 10525 | 10601 |
| Wsh             | 4515  | 4594  | 4750  | 4826  |
| Densidad Humeda | 2.126 | 2.163 | 2.236 | 2.272 |
| Densidad Seca   | 1.979 | 1.984 | 1.996 | 1.973 |

|  |       |
|--|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) : | 1.996 |
| Contenido Optimo de Agua(%) :              | 12.04 |



Ing. Eusebio Huamán Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 146045





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).  
ASTM 1833 - 73

|  |                        |                       |                  |              |           |   |              |           |            |              |           |        |          |  |
|--|------------------------|-----------------------|------------------|--------------|-----------|---|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|--------|----------|--|
| PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021." |                        |                       |                  |              |           |   |              |           |            |              |           |        |          |  |
| UBICACIÓN: DIST: Abancay   |                        |                       |                  |              |           | Profundidad : 1.50 m C-03 (10% adición) |              |           |            |              |           |        |          |  |
| PROV: Abancay  |                        |                       |                  |              |           | Humedad Optima(%)                       |              |           | 12.04      |              |           |        |          |  |
| DPTO: Apurímac   |                        |                       |                  |              |           | Densidad Seca Maxima(g/cm3)             |              |           | 1.996      |              |           |        |          |  |
| FECHA : Febrero, 2022  |                        |                       |                  |              |           | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         |              |           | 1.896      |              |           |        |          |  |
| DIMENSIONES DE MOLDE   |                        |                       | Diametro         |              | Altura    |   | Area         |           | Diametro   |              | Altura    |        | Area     |  |
|  |                        |                       | 15.24            |              | 11.64     |   | 182.42       |           | 15.24      |              | 11.64     |        | 182.42   |  |
| N° DE GOLPES POR CAPA  |                        |                       | 12               |              |           |   | 25           |           |            |              | 56        |        |          |  |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA  |                        |                       | SIN MOJAR        |              | SATURADA  |   | SIN MOJAR    |           | SATURADA   |              | SIN MOJAR |        | SATURADA |  |
| Peso del molde(gr).  |                        |                       | 7860             |              |           |   | 8015         |           |            |              | 7821      |        |          |  |
| Volumen de la Muestra(cc).   |                        |                       | 2124             |              |           |   | 2124         |           |            |              | 2124      |        |          |  |
| Muestra Humeda + Molde(gr).  |                        |                       | 12128            |              | 12153     |   | 12535        |           | 12555      |              | 12560     |        | 12511    |  |
| Muestra Humeda(gr).  |                        |                       | 4268             |              | 4293      |   | 4520         |           | 4540       |              | 4739      |        | 4690     |  |
| Densidad Humeda(gr/cm3).   |                        |                       | 2.01             |              | 2.02      |   | 2.13         |           | 2.14       |              | 2.23      |        | 2.21     |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |                        |                       | MEDIO            |              | MEDIO     |   | MEDIO        |           | MEDIO      |              | MEDIO     |        | MEDIO    |  |
| Contenido de Humedad(%)  |                        |                       | 12.20            |              | 14.60     |   | 12.00        |           | 13.50      |              | 12.04     |        | 12.43    |  |
| Densidad Seca(gr/cm3).   |                        |                       | 1.791            |              | 1.764     |   | 1.900        |           | 1.883      |              | 1.991     |        | 1.964    |  |
| MEDICION DE LA EXPANSION   | DIA                    | HORA                  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |   | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |            | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        |          |  |
|  |                        |                       |                  |              | PULGS     | %                                       |              | PULGS     | %          |              | PULGS     | %      |          |  |
|  | 1.00                   | 14:05                 | 0.00             | 0.7526       |           |   | 0.2560       |           |            | 0.5687       |           |        |          |  |
|  | 2.00                   | 14:02                 | 1.00             | 0.7236       | 0.0290    | 0.6327                                  | 0.2358       | 0.0202    | 0.4407     | 0.5542       | 0.0145    | 0.3163 |          |  |
|  | 3.00                   | 14:10                 | 2.00             | 0.7105       | 0.0421    | 0.9184                                  | 0.2146       | 0.0414    | 0.9032     | 0.5475       | 0.0212    | 0.4625 |          |  |
|  | 4.00                   | 14:04                 | 3.00             | 0.6825       | 0.0701    | 1.5293                                  | 0.1956       | 0.0604    | 1.3177     | 0.5362       | 0.0325    | 0.7090 |          |  |
| 5.00   | 14:58                  | 4.00                  | 0.6405           | 0.1121       | 2.4455    | 0.1911                                  | 0.0650       | 1.4169    | 0.5285     | 0.0402       | 0.8770    |        |          |  |
| ENSAYO DE PENETRACION  | PENETRACION "PULGADAS" | CARG. PATRON "kg/cm2" | LECT. DIAL       | kg/cm2       | CBR       | LECT. DIAL                              | kg/cm2       | CBR       | LECT. DIAL | kg/cm2       | CBR       |        |          |  |
|  | 0                      |                       | 0                | 0.00         |           | 0                                       | 0.00         |           | 0          | 0.00         |           |        |          |  |
|  | 0.025                  |                       | 35               | 1.81         |           | 85                                      | 4.39         |           | 102        | 5.27         |           |        |          |  |
|  | 0.050                  |                       | 54               | 2.79         |           | 105                                     | 5.43         |           | 138        | 7.13         |           |        |          |  |
|  | 0.075                  |                       | 65               | 3.36         |           | 120                                     | 6.20         |           | 152        | 7.86         |           |        |          |  |
|  | 0.100                  | 70.31                 | 76               | 3.93         | 5.59      | 130                                     | 6.72         | 9.56      | 165        | 8.53         | 12.13     |        |          |  |
|  | 0.125                  |                       | 84               | 4.34         |           | 138                                     | 7.13         |           | 175        | 9.04         |           |        |          |  |
|  | 0.150                  |                       | 92               | 4.75         |           | 146                                     | 7.55         |           | 182        | 9.41         |           |        |          |  |
|  | 0.200                  | 105.46                | 101              | 5.22         | 4.95      | 154                                     | 7.96         | 7.55      | 194        | 10.03        | 9.51      |        |          |  |
|  | 0.300                  |                       | 109              | 5.63         |           | 168                                     | 8.68         |           | 216        | 11.16        |           |        |          |  |
| 0.400  |                        | 116                   | 5.99             |              | 172       | 8.89                                    |              | 226       | 11.68      |              |           |        |          |  |



  
Ing. Elguer Huamán Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIR. N° 166845

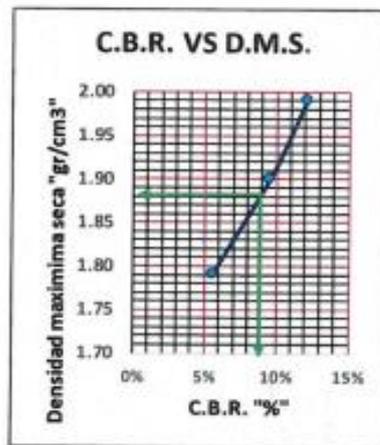
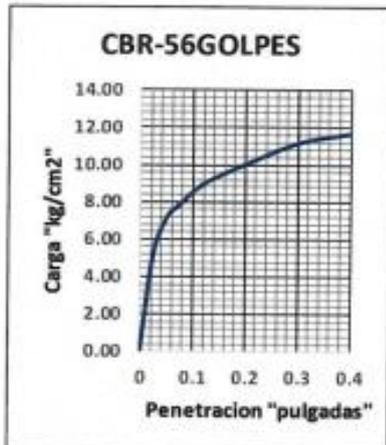
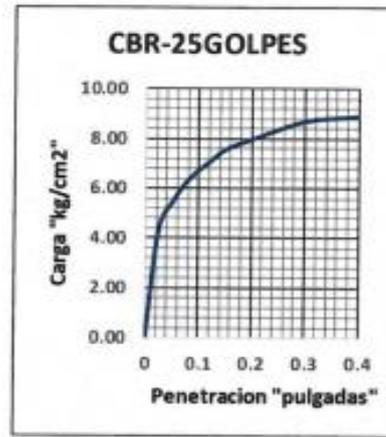
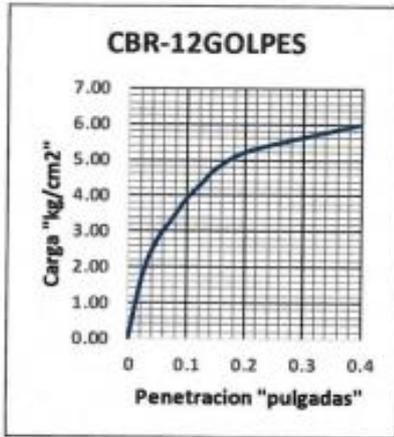


SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |               |          |        |   |       |
|-----------|---------------|----------|--------|---|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO | Profundidad : 1.50 m C-03 (10% adición) |       |
|           | PROV:         | Abancay  |        | Humedad Optima(%).                      | 12.04 |
| FECHA     | DPTO:         | Apurímac | C.B.R. | Densidad Seca Máxima(g/cm3)             | 1.996 |
|           | Febrero, 2022 |          |        | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         | 1.896 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100%      |
|--------|-------|------|-----------|----------|------------------------|
| 12     | 12.20 | 1.79 | 2.45      | 5.59     | C.B.R. - 95%<br>9.80   |
| 25     | 12.00 | 1.90 | 1.42      | 9.56     | C.B.R. - 100%<br>12.13 |
| 56     | 12.04 | 1.99 | 0.88      | 12.13    |                        |



Ing. *[Firma]*  
Ingeniero Civil  
REG. C.O. N° 20000





SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpala Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Región: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 03 (15% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-03 (15% adición)

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 38.01 | 37.28 | 26.68 |   |
| Caps.+ S. seco   | 36.08 | 35.40 | 25.00 |   |
| Agua             | 1.93  | 1.88  | 1.68  |   |
| Peso Cápsula     | 29.52 | 29.33 | 19.69 |   |
| Peso S. seco     | 6.57  | 6.07  | 5.32  |   |
| % Humedad        | 29.40 | 30.97 | 31.61 |   |
| Nº de golpes     | 30    | 21    | 18    |   |

LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     |  |
|------------------|-------|-------|-------|--|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |  |
| Caps.+ S. húmeda | 10.82 | 20.93 | 18.93 |  |
| Caps.+ S. seco   | 10.21 | 20.31 | 18.53 |  |
| Agua             | 0.61  | 0.62  | 0.40  |  |
| Peso Cápsula     | 7.25  | 17.35 | 16.62 |  |
| Peso S. seco     | 2.96  | 2.96  | 1.91  |  |
| % Humedad        | 20.61 | 20.95 | 20.94 |  |

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | 30.20 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | 20.83 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | 9.36 %  |



Ing. Eddy Alejandro Salda  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIPRO 145645





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-03 (15% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 03 (15% adición)

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             |                      |
| N° de golpes por capas: 56 | Volumen Molde : 2124 |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 56.00  | 98.00  | 105.00 | 100.00 |
| Wcap + sh. | 623.00 | 524.00 | 546.00 | 541.00 |
| Wcap + ss. | 595.00 | 492.00 | 500.00 | 485.00 |
| Wss.       | 539.00 | 394.00 | 395.00 | 385.00 |
| Ww.        | 28.00  | 32.00  | 46.00  | 56.00  |
| %CH        | 5.19   | 8.12   | 11.65  | 14.55  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH             | 5.19  | 8.12  | 11.65 | 14.55 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10277 | 10450 | 10637 | 10670 |
| Wsh.            | 4502  | 4675  | 4862  | 4895  |
| Densidad Humeda | 2.120 | 2.201 | 2.289 | 2.305 |
| Densidad Seca   | 2.015 | 2.036 | 2.050 | 2.012 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 2.050 |
| Contenido Óptimo de Agua(%) : | 11.65 |



  
 Ing. Elmer Huareda Salda  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.G. CITA N° 156648





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).  
ASTM 1833 - 73

|  |                           |                             |                     |                 |           |   |                 |           |           |                 |           |        |
|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------|---|-----------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|--------|
| PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021." |                           |                             |                     |                 |           |   |                 |           |           |                 |           |        |
| UBICACIÓN: DIST: Abancay   |                           |                             |                     |                 |           | Profundidad : 1.50 m C-03 (15% adición) |                 |           |           |                 |           |        |
| PROV: Abancay  |                           |                             |                     |                 |           | Humedad Óptima(%)                       |                 |           | 11.65     |                 |           |        |
| DPTO: Apurímac   |                           |                             |                     |                 |           | Densidad Seca Máxima(g/cm3)             |                 |           | 2.050     |                 |           |        |
| FECHA : Febrero, 2022  |                           |                             |                     |                 |           | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         |                 |           | 1.948     |                 |           |        |
| DIMENSIONES DE MOLDE   |                           |                             | Diametro            | Altura          | Area      | Diametro                                | Altura          | Area      | Diametro  | Altura          | Area      |        |
|  |                           |                             | 15.24               | 11.64           | 182.42    | 15.24                                   | 11.64           | 182.42    | 15.24     | 11.64           | 182.42    |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA  |                           |                             | 12                  |                 |           | 25                                      |                 |           | 56        |                 |           |        |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA  |                           |                             | SIN MOJAR           |                 | SATURADA  | SIN MOJAR                               |                 | SATURADA  | SIN MOJAR |                 | SATURADA  |        |
| Peso del molde(gr).  |                           |                             | 8010                |                 |           | 8020                                    |                 |           | 8020      |                 |           |        |
| Volumen de la Muestra(cc).   |                           |                             | 2124                |                 |           | 2124                                    |                 |           | 2124      |                 |           |        |
| Muestra Humeda + Molde(gr).  |                           |                             | 12250               |                 | 12275     | 12620                                   |                 | 12640     | 12895     |                 | 12920     |        |
| Muestra Humeda(gr).  |                           |                             | 4240                |                 | 4265      | 4600                                    |                 | 4620      | 4875      |                 | 4900      |        |
| Densidad Humeda(g/cm3).  |                           |                             | 2.00                |                 | 2.01      | 2.17                                    |                 | 2.18      | 2.30      |                 | 2.31      |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |                           |                             | MEDIO               |                 | MEDIO     | MEDIO                                   |                 | MEDIO     | MEDIO     |                 | MEDIO     |        |
| Contenido de Humedad(%)  |                           |                             | 11.34               |                 | 14.60     | 11.50                                   |                 | 12.50     | 11.65     |                 | 11.80     |        |
| Densidad Seca(g/cm3).  |                           |                             | 1.793               |                 | 1.752     | 1.942                                   |                 | 1.933     | 2.056     |                 | 2.063     |        |
| MEDICION<br>DE LA<br>EXPANSION   | DIA                       | HORA                        | INTERVALO<br>(DIAS) | LECT.<br>DEFOR. | EXPANSIÓN |   | LECT.<br>DEFOR. | EXPANSIÓN |           | LECT.<br>DEFOR. | EXPANSIÓN |        |
|  |                           |                             |                     |                 | PULGS     | %                                       |                 | PULGS     | %         |                 | PULGS     | %      |
|  | 1.00                      | 14.05                       | 0.00                | 0.3865          |           |   | 0.2569          |           |           | 0.5687          |           |        |
|  | 2.00                      | 14.02                       | 1.00                | 0.3642          | 0.0223    | 0.4865                                  | 0.2405          | 0.0164    | 0.3578    | 0.5542          | 0.0145    | 0.3163 |
|  | 3.00                      | 14.10                       | 2.00                | 0.3487          | 0.0378    | 0.8246                                  | 0.2325          | 0.0244    | 0.5323    | 0.5475          | 0.0212    | 0.4625 |
|  | 4.00                      | 14.04                       | 3.00                | 0.3259          | 0.0606    | 1.3222                                  | 0.2256          | 0.0313    | 0.6828    | 0.5362          | 0.0325    | 0.7090 |
| 5.00   | 14.58                     | 4.00                        | 0.3045              | 0.0820          | 1.7889    | 0.2105                                  | 0.0464          | 1.0122    | 0.5285    | 0.0402          | 0.8770    |        |
| ENSAYO DE<br>PENETRACION   | PENETRACION<br>"PULGADAS" | CARG.<br>PATRON<br>"kg/cm2" | FACTOR              | CARGA           | CBR       | FACTOR                                  | CARGA           | CBR       | FACTOR    | CARGA           | CBR       |        |
|  |                           |                             | DIAL                | kg/cm2          | 12        | DIAL                                    | kg/cm2          | 25        | DIAL      | kg/cm2          | 56        |        |
|  | 0                         |                             | 0                   | 0.00            |           | 0                                       | 0.00            |           | 0         | 0.00            |           |        |
|  | 0.025                     |                             | 52                  | 2.69            |           | 110                                     | 5.68            |           | 150       | 7.75            |           |        |
|  | 0.050                     |                             | 76                  | 3.93            |           | 130                                     | 6.72            |           | 175       | 9.04            |           |        |
|  | 0.075                     |                             | 87                  | 4.50            |           | 144                                     | 7.44            |           | 192       | 9.92            |           |        |
|  | 0.100                     | 70.31                       | 96                  | 4.96            | 7.06      | 150                                     | 7.75            | 11.03     | 206       | 10.65           | 15.14     |        |
|  | 0.125                     |                             | 103                 | 5.32            |           | 158                                     | 8.17            |           | 216       | 11.16           |           |        |
|  | 0.150                     |                             | 112                 | 5.79            |           | 163                                     | 8.42            |           | 225       | 11.63           |           |        |
|  | 0.200                     | 105.46                      | 124                 | 6.41            | 6.08      | 169                                     | 8.73            | 8.28      | 234       | 12.09           | 11.47     |        |
| 0.300  |                           | 137                         | 7.08                |                 | 178       | 9.20                                    |                 | 249       | 12.87     |                 |           |        |
| 0.400  |                           | 142                         | 7.34                |                 | 186       | 9.61                                    |                 | 256       | 13.23     |                 |           |        |



*Ing. Eguier Huaman Sullo*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166845



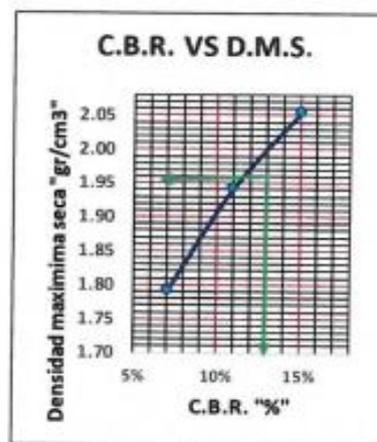
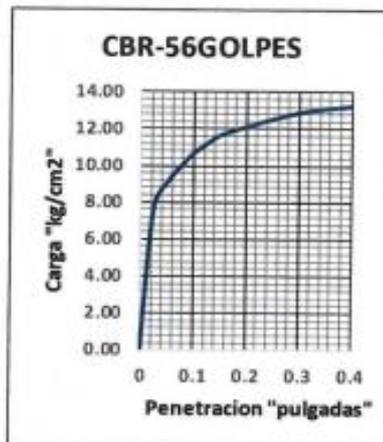
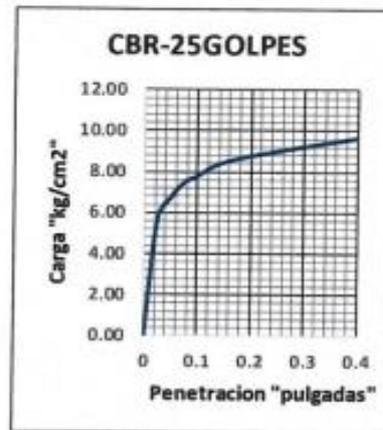
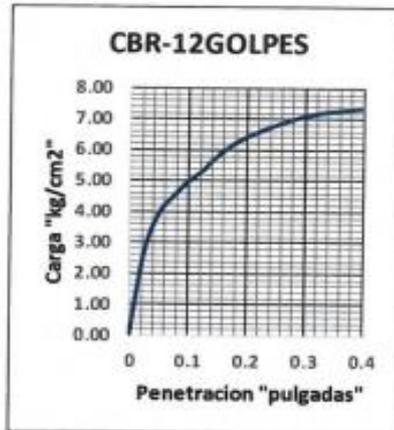


SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |               |          |          |   |       |
|-----------|---------------|----------|----------|---|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-03 (15% adición) |       |
|           | PROV:         | Abancay  |          | Humedad Optima(%)                       | 11.65 |
|           | DPTO:         | Apurímac |          | Densidad Seca Maxima(g/cm3)             | 2.050 |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          | C. B. R. | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         | 1.948 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 11.34 | 1.79 | 1.79      | 7.06     | C.B.R. - 95%      | 12.30 |
| 25     | 11.50 | 1.94 | 1.01      | 11.03    | C.B.R. - 100%     | 15.14 |
| 56     | 11.65 | 2.06 | 0.88      | 15.14    |                   |       |



*[Signature]*  
Ing. **Edgar Huamán Solís**  
INGENIERO CIVIL  
MIG. CAP. M. SÓCRAS





SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Alumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Región: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata: C - 03 (20% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-03 (20% adición)

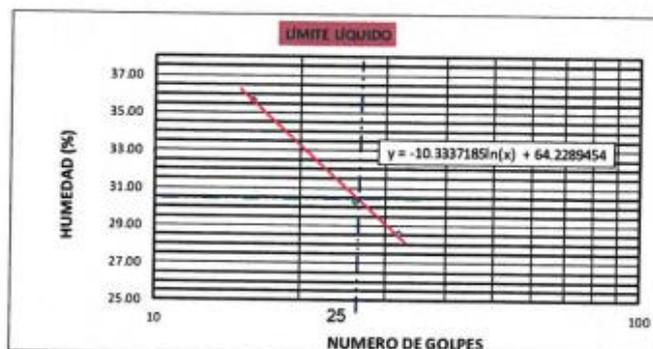
Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

LÍMITES DE CONSISTENCIA

| LÍMITE LÍQUIDO   |       |       |       |   |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 37.50 | 29.80 | 28.45 |   |
| Caps.+ S. seco   | 35.40 | 25.66 | 26.50 |   |
| Agua             | 2.10  | 4.14  | 1.95  |   |
| Peso Cápsula     | 29.51 | 12.00 | 19.68 |   |
| Peso S. seco     | 5.89  | 13.66 | 6.82  |   |
| % Humedad        | 35.65 | 30.31 | 28.59 |   |
| Nº de golpes     | 16    | 26    | 32    |   |

| LÍMITE PLÁSTICO  |       |       |       |  |
|------------------|-------|-------|-------|--|
| Muestra          | 1     | 2     | 3     |  |
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |  |
| Caps.+ S. húmeda | 14.50 | 22.60 | 21.50 |  |
| Caps.+ S. seco   | 14.03 | 20.86 | 19.74 |  |
| Agua             | 0.47  | 1.74  | 1.76  |  |
| Peso Cápsula     | 11.90 | 13.00 | 11.95 |  |
| Peso S. seco     | 2.13  | 7.86  | 7.79  |  |
| % Humedad        | 22.07 | 22.14 | 22.59 |  |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 30.97 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 22.27 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 8.70 %  |



Ing. Elguar Huamani Solís  
INGENIERO CIVIL  
MIL. CIV. N. 166045



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-03 (20% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 03 (20% adición)

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                 |      |
|----------------------------|-----------------|------|
| N° de Capas: 5             | Volumen Molde : | 2124 |
| N° de golpes por capas: 56 |                 |      |

| Muestra   | I      | II     | III    | IV     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.     | 125.00 | 100.00 | 83.00  | 95.00  |
| Wcap+ sh. | 469.00 | 384.00 | 521.00 | 546.00 |
| Wcap+ ss. | 449.00 | 360.00 | 476.00 | 490.00 |
| Wss.      | 324.00 | 260.00 | 393.00 | 395.00 |
| Ww.       | 20.00  | 24.00  | 45.00  | 56.00  |
| %CH       | 6.17   | 9.23   | 11.45  | 14.18  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH             | 6.17  | 9.23  | 11.45 | 14.18 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5775  | 5775  |
| Wsh + molde     | 10050 | 10250 | 10370 | 10420 |
| Wsh.            | 4275  | 4475  | 4595  | 4645  |
| Densidad Humeda | 2.013 | 2.107 | 2.163 | 2.187 |
| Densidad Seca   | 1.896 | 1.929 | 1.941 | 1.915 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 1.941 |
| Contenido Optimo de Agua(%) : | 11.45 |



*[Signature]*  
 Ing. Elguer Huadán Salla  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O. N° 808945





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
|--|------------------------|-----------------------|------------------|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|
| RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).   |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
| ASTM 1833 - 73   |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
| PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021." |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
| UBICACIÓN: DIST: Abancay <span style="float: right;">Profundidad : 1.50 m C-03 (20% adición)</span>  |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
| PROV: Abancay <span style="float: right;">Humedad Optima(%) 11.45</span>   |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
| DPTO: Apurímac <span style="float: right;">Densidad Seca Maxima(g/cm3) 1.941</span>  |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
| FECHA : Febrero, 2022 <span style="float: right;">95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) 1.844</span>   |                        |                       |                  |              |           |           |              |           |           |              |           |        |
| DIMENSIONES DE MOLDE   |                        |                       | Diametro         | Altura       | Area      | Diametro  | Altura       | Area      | Diametro  | Altura       | Area      |        |
|  |                        |                       | 15.24            | 11.64        | 182.42    | 15.24     | 11.64        | 182.42    | 15.24     | 11.64        | 182.42    |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA  |                        |                       | 12               |              |           | 25        |              |           | 56        |              |           |        |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA  |                        |                       | SIN MOJAR        |              | SATURADA  | SIN MOJAR |              | SATURADA  | SIN MOJAR |              | SATURADA  |        |
| Peso del molde(gr).  |                        |                       | 8020             |              |           | 7425      |              |           | 8125      |              |           |        |
| Volumen de la Muestra(cc).   |                        |                       | 2124             |              |           | 2124      |              |           | 2124      |              |           |        |
| Muestra Humeda + Molde(gr).  |                        |                       | 12156            |              | 12181     | 11845     |              | 11865     | 12720     |              | 12745     |        |
| Muestra Humeda(gr).  |                        |                       | 4136             |              | 4161      | 4420      |              | 4440      | 4595      |              | 4620      |        |
| Densidad Humeda(g/cm3).  |                        |                       | 1.95             |              | 1.96      | 2.08      |              | 2.09      | 2.16      |              | 2.18      |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |                        |                       | MEDIO            |              | MEDIO     | MEDIO     |              | MEDIO     | MEDIO     |              | MEDIO     |        |
| Contenido de Humedad(%)  |                        |                       | 11.20            |              | 14.60     | 11.95     |              | 12.40     | 11.45     |              | 11.60     |        |
| Densidad Seca(g/cm3).  |                        |                       | 1.751            |              | 1.709     | 1.859     |              | 1.860     | 1.941     |              | 1.949     |        |
| MEDICION DE LA EXPANSION   | DIA                    | HORA                  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |           | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |           | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        |
|  |                        |                       |                  |              | PULGS     | %         |              | PULGS     | %         |              | PULGS     | %      |
|  | 1.00                   | 14:05                 | 0.00             | 0.6589       |           |           | 0.4268       |           |           | 0.8563       |           |        |
|  | 2.00                   | 14:02                 | 1.00             | 0.6256       | 0.0333    | 0.7265    | 0.4015       | 0.0253    | 0.5519    | 0.8452       | 0.0111    | 0.2422 |
|  | 3.00                   | 14:10                 | 2.00             | 0.6145       | 0.0444    | 0.9686    | 0.3826       | 0.0442    | 0.9643    | 0.8360       | 0.0203    | 0.4429 |
| 4.00   | 14:04                  | 3.00                  | 0.5869           | 0.0720       | 1.5707    | 0.3702    | 0.0566       | 1.2348    | 0.8240    | 0.0323       | 0.7046    |        |
| 5.00   | 14:58                  | 4.00                  | 0.5710           | 0.0879       | 1.9176    | 0.3540    | 0.0728       | 1.5882    | 0.8160    | 0.0403       | 0.8792    |        |
| ENSAYO DE PENETRACION  | PENETRACION "PULGADAS" | CARGA PATRON "kg/cm2" | FACTOR           | CARGA        | CBR       | FACTOR    | CARGA        | CBR       | FACTOR    | CARGA        | CBR       |        |
|  |                        |                       | DIAL             | kg/cm2       | 12        | DIAL      | kg/cm2       | 25        | DIAL      | kg/cm2       | 56        |        |
|  | 0                      |                       | 0                | 0.00         |           | 0         | 0.00         |           | 0         | 0.00         |           |        |
|  | 0.025                  |                       | 76               | 3.93         |           | 120       | 6.20         |           | 165       | 8.53         |           |        |
|  | 0.050                  |                       | 92               | 4.75         |           | 165       | 8.53         |           | 210       | 10.85        |           |        |
|  | 0.075                  |                       | 103              | 5.32         |           | 187       | 9.66         |           | 241       | 12.45        |           |        |
|  | 0.100                  | 70.31                 | 110              | 5.68         | 8.09      | 201       | 10.39        | 14.77     | 253       | 13.07        | 18.60     |        |
|  | 0.125                  |                       | 115              | 5.94         |           | 216       | 11.16        |           | 269       | 13.90        |           |        |
|  | 0.150                  |                       | 120              | 6.20         |           | 224       | 11.58        |           | 275       | 14.21        |           |        |
|  | 0.200                  | 105.46                | 127              | 6.56         | 6.22      | 232       | 11.99        | 11.37     | 284       | 14.68        | 13.92     |        |
| 0.300  |                        | 140                   | 7.24             |              | 245       | 12.66     |              | 296       | 15.30     |              |           |        |
| 0.400  |                        | 146                   | 7.55             |              | 250       | 12.92     |              | 304       | 15.71     |              |           |        |



*Ing. Elmer Huamán Sullta*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 166845

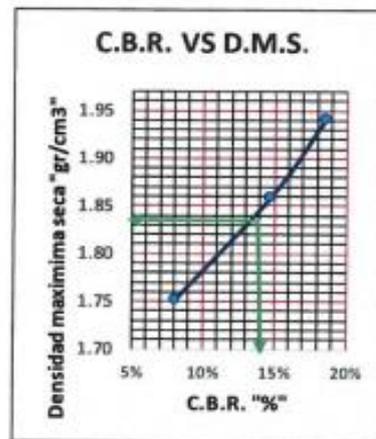
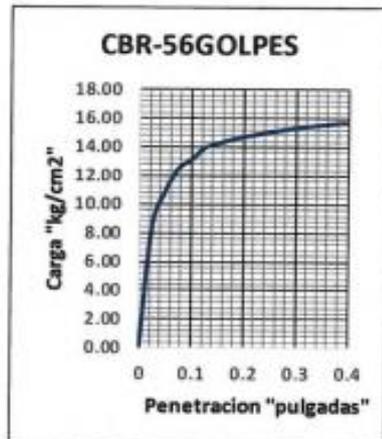
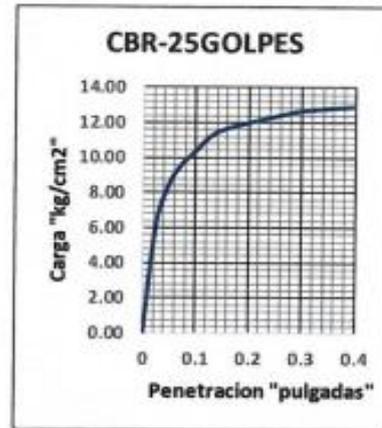
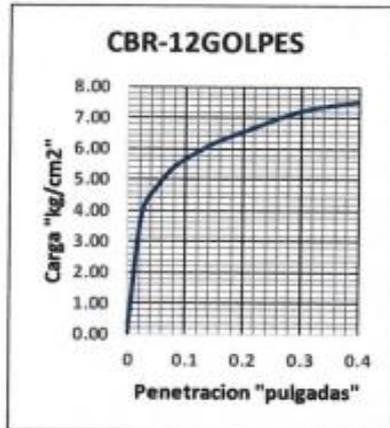




SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE  
APURIMAC. S.A.C

|           |  |          |          |   |       |
|-----------|--|----------|----------|---|-------|
| PROYECTO  | "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021." |          |          |   |       |
| UBICACIÓN | DIST:  | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-03 (20% adición) |       |
|           | PROV:  | Abancay  | C. B. R. | Humedad Optima(%)                       | 11.45 |
|           | DPTO:  | Apurímac |          | Densidad Seca Maxima(g/cm3)             | 1.941 |
| FECHA     | Febrero, 2022  |          |          | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         | 1.844 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 11.20 | 1.75 | 1.92      | 8.09     | C.B.R. - 95%      | 15.00 |
| 25     | 11.95 | 1.86 | 1.59      | 14.77    | C.B.R. - 100%     | 18.60 |
| 56     | 11.45 | 1.94 | 0.88      | 18.60    |                   |       |

  
 Ing. Alejandro Huamán Sotillo  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O. Nº 364845





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Sector: Atumpata Alta.  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Hecho por: Muestreo: Interesado

Calicala : C - 04  
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

#### LÍMITE LÍQUIDO

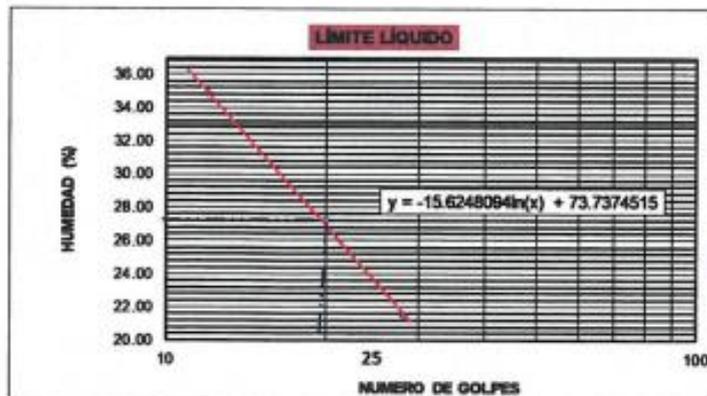
| Muestra           | 1     | 2     | 3     |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Nº de Cápsula     | 1     | 2     | 3     |
| Caps. + S. húmedo | 43.75 | 46.90 | 47.60 |
| Caps. + S. seco   | 40.20 | 43.50 | 44.75 |
| Agua              | 3.55  | 3.40  | 2.85  |
| Peso Cápsula      | 30.00 | 31.00 | 31.50 |
| Peso S. seco      | 10.20 | 12.50 | 13.25 |
| % Humedad         | 34.80 | 27.20 | 21.51 |
| Nº de golpes      | 12    | 20    | 28    |

2.4849066b 2.936/377/4 3.332704b1

#### LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra           | 1     | 2     | 3     | 4 |
|-------------------|-------|-------|-------|---|
| Nº de Cápsula     | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps. + S. húmedo | 19.43 | 18.34 | 18.42 |   |
| Caps. + S. seco   | 18.72 | 17.85 | 17.82 |   |
| Agua              | 0.71  | 0.49  | 0.60  |   |
| Peso Cápsula      | 13.50 | 14.20 | 13.42 |   |
| Peso S. seco      | 5.22  | 3.65  | 4.40  |   |
| % Humedad         | 13.60 | 13.42 | 13.64 |   |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 23.44 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 13.55 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 9.89 %  |



Ing. Eliquis Huamani Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. COL. N° 146485



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.

Ubicación: Lugar: Atumpata Alta.  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Departamento: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Hecho por: Muestreo: Interesado

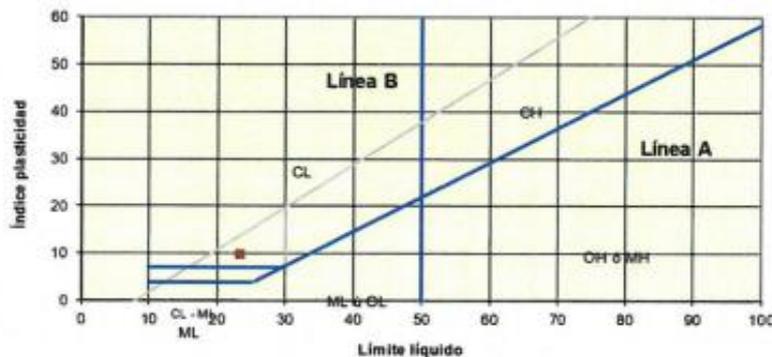
Calicata : C - 04  
Profundidad: 1.50 m

Solicitante:

Bach. Julieta Zamora Huamani

| ITEM                 | PROPIEDAD                  | RESULTADO DE ENSAYOS            |
|----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 01.01                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº4    | 78.94                           |
| 01.02                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº10   | 71.93                           |
| 01.03                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº40   | 53.18                           |
| 01.04                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº100  | 45.67                           |
| 01.05                | % QUE PASA EL TAMIZ Nº200  | 43.51                           |
| 01.06                | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD | NO TIENE                        |
| 01.07                | COEFICIENTE DE CONCAVIDAD  | NO TIENE                        |
| 01.08                | INDICE DE GRUPO (%)        | 1                               |
| 02.01                | LIMITE LIQUIDO (%)         | 23.44                           |
| 02.02                | LIMITE PLÁSTICO (%)        | 13.55                           |
| 02.02                | INDICE DE PLASTICIDAD (%)  | 9.89                            |
| 03.01                | HUMEDAD NATURAL (%)        | 13.39                           |
| CLASIFICACIÓN AASHTO |                            | A-4 Suelo limoso                |
| CLASIFICACIÓN SUCS   |                            | SC Arena arcillosa con grava SC |
| Observaciones        | A-4 Suelo limoso           |                                 |

Ábaco de Casagrande



Ing. *Julieta Zamora Huamani*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 104945





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-04

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 04

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| N° de Capas: 5             |                     |
| N° de golpes por capas: 25 | Volumen Molde : 944 |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 122.00 | 132.00 | 147.00 | 161.00 |
| Wcap + sh. | 523.00 | 419.00 | 505.00 | 416.00 |
| Wcap + ss. | 495.00 | 392.00 | 463.50 | 380.50 |
| Wss.       | 373.00 | 260.00 | 316.50 | 219.50 |
| Ww.        | 28.00  | 27.00  | 41.50  | 35.50  |
| %CH        | 7.51   | 10.38  | 13.11  | 16.17  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 7.51  | 10.38 | 13.11 | 16.17 |
| Wmolde          | 3557  | 3557  | 3557  | 3557  |
| Wsh + molde     | 5520  | 5595  | 5682  | 5701  |
| Wsh.            | 1963  | 2038  | 2125  | 2144  |
| Densidad Humeda | 2.079 | 2.159 | 2.251 | 2.271 |
| Densidad Seca   | 1.934 | 1.956 | 1.990 | 1.955 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 1.990 |
| Contenido Óptimo de Agua(%) : | 13.11 |



Ing. *[Signature]*  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O. N° 1666AS



SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).  
ASTM 1833 - 73

PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

UBICACIÓN: DIST: Abancay Profundidad : 1.50 m C-04  
 PROV: Abancay Humedad Optima(%) 13.11  
 DPTO: Apurimac Densidad Seca Máxima(g/cm3) 1.990  
 FECHA : Febrero, 2022 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) 1.891

| DIMENSIONES DE MOLDE               |                        |       | Diametro              | Altura       | Area      | Diametro     | Altura       | Area         | Diametro  | Altura       | Area      |              |  |
|------------------------------------|------------------------|-------|-----------------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--|
|                                    |                        |       | 15.24                 | 11.64        | 182.42    | 15.24        | 11.64        | 182.42       | 15.24     | 11.64        | 182.42    |              |  |
| N° DE GOLPES POR CAPA              |                        |       | 12                    |              |           | 25           |              |              | 56        |              |           |              |  |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA          |                        |       | SIN MOJAR             |              | SATURADA  | SIN MOJAR    |              | SATURADA     | SIN MOJAR |              | SATURADA  |              |  |
| Peso del molde(gr).                |                        |       | 8120                  |              |           | 7860         |              |              | 7860      |              |           |              |  |
| Volumen de la Muestra(cc).         |                        |       | 2124                  |              |           | 2124         |              |              | 2124      |              |           |              |  |
| Muestra Humeda + Molde(gr).        |                        |       | 12250                 |              | 12260     | 12440        |              | 12465        | 12640     |              | 12665     |              |  |
| Muestra Humeda(gr).                |                        |       | 4130                  |              | 4140      | 4580         |              | 4605         | 4780      |              | 4805      |              |  |
| Densidad Humeda(g/cm3).            |                        |       | 1.94                  |              | 1.95      | 2.16         |              | 2.17         | 2.25      |              | 2.26      |              |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA |                        |       | MEDIO                 |              | MEDIO     | MEDIO        |              | MEDIO        | MEDIO     |              | MEDIO     |              |  |
| Peso de la capsula(gr).            |                        |       | 120.00                |              | 145.00    | 110.00       |              | 120.00       | 106.00    |              | 125.00    |              |  |
| Muestra Humeda + Capsula(gr).      |                        |       | 514.00                |              | 523.00    | 624.00       |              | 714.00       | 650.00    |              | 660.00    |              |  |
| Muestra Seca + Capsula(gr).        |                        |       | 470.00                |              | 472.00    | 563.00       |              | 637.00       | 587.00    |              | 597.00    |              |  |
| Muestra Seca(gr).                  |                        |       | 350.00                |              | 327.00    | 453.00       |              | 517.00       | 481.00    |              | 472.00    |              |  |
| Contenido de Agua(gr)              |                        |       | 44.00                 |              | 51.00     | 61.00        |              | 77.00        | 63.00     |              | 63.00     |              |  |
| Contenido de Humedad(%)            |                        |       | 12.57                 |              | 15.60     | 13.47        |              | 14.89        | 13.10     |              | 13.35     |              |  |
| Densidad Seca(g/cm3).              |                        |       | 1.727                 |              | 1.686     | 1.900        |              | 1.887        | 1.990     |              | 2.00      |              |  |
| MEDICION DE LA EXPANSION           | DIA                    | HORA  | INTERVALO (DIAS)      | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |              | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN    |           | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |              |  |
|                                    |                        |       |                       |              | PULGS     | %            |              | PULGS        | %         |              | PULGS     | %            |  |
|                                    | 1.00                   | 13:05 | 0.00                  | 0.4850       |           |              | 0.6400       |              |           | 0.6240       |           |              |  |
|                                    | 2.00                   | 13:02 | 1.00                  | 0.4760       | 0.0090    | 0.1963       | 0.5835       | 0.0565       | 1.2326    | 0.6089       | 0.0151    | 0.3294       |  |
|                                    | 3.00                   | 13:10 | 2.00                  | 0.4620       | 0.0230    | 0.5018       | 0.5794       | 0.0606       | 1.3220    | 0.6055       | 0.0185    | 0.4036       |  |
|                                    | 4.00                   | 13:04 | 3.00                  | 0.4504       | 0.0346    | 0.7548       | 0.5748       | 0.0652       | 1.4224    | 0.6025       | 0.0215    | 0.4690       |  |
| 5.00                               | 12:58                  | 4.00  | 0.4158                | 0.0692       | 1.5096    | 0.5707       | 0.0693       | 1.5118       | 0.6001    | 0.0239       | 0.5214    |              |  |
| ENSAYO DE PENETRACION              | PENETRACION "PULGADAS" |       | CARGA PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA |           | FACTOR CARGA |              | FACTOR CARGA |           | FACTOR CARGA |           | FACTOR CARGA |  |
|                                    |                        |       |                       | DIAL         | kg/cm2    | 12           | DIAL         | kg/cm2       | 25        | DIAL         | kg/cm2    | 56           |  |
|                                    | 0                      |       |                       | 0            | 0.00      |              | 0            | 0.00         |           | 0            | 0.00      |              |  |
|                                    | 0.025                  |       |                       | 8            | 0.41      |              | 32           | 1.65         |           | 51           | 2.64      |              |  |
|                                    | 0.050                  |       |                       | 16           | 0.83      |              | 48           | 2.48         |           | 68           | 3.51      |              |  |
|                                    | 0.075                  |       |                       | 24           | 1.24      |              | 62           | 3.20         |           | 82           | 4.24      |              |  |
|                                    | 0.100                  |       | 70.31                 | 31           | 1.60      | 2.28         | 69           | 3.57         | 5.07      | 94           | 4.86      | 6.91         |  |
|                                    | 0.125                  |       |                       | 36           | 1.86      |              | 77           | 3.98         |           | 106          | 5.48      |              |  |
|                                    | 0.150                  |       |                       | 41           | 2.12      |              | 83           | 4.29         |           | 112          | 5.79      |              |  |
|                                    | 0.200                  |       | 105.46                | 48           | 2.48      | 2.35         | 98           | 5.06         | 4.80      | 124          | 6.41      | 6.08         |  |
| 0.300                              |                        |       | 58                    | 3.00         |           | 118          | 6.10         |              | 139       | 7.18         |           |              |  |
| 0.400                              |                        |       | 64                    | 3.31         |           | 128          | 6.61         |              | 148       | 7.65         |           |              |  |



  
 Ing. Elmer Huamán Salla  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CO. N° 160845



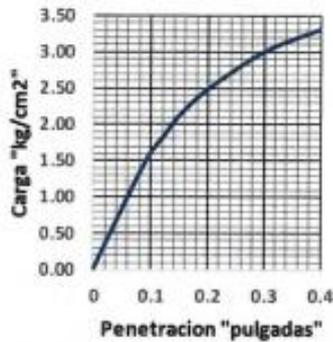
SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

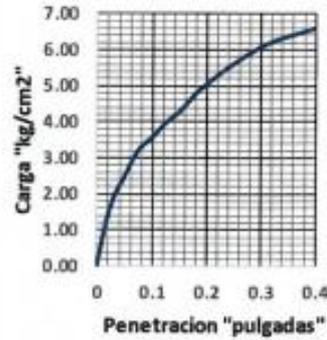
PROYECTO : \*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

|           |               |          |        |                                 |       |
|-----------|---------------|----------|--------|---------------------------------|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO | Profundidad : 1.50 m C-04       |       |
|           | PROV:         | Abancay  | C.B.R. | Humedad Optima(%)               | 13.11 |
|           | DPTO:         | Apurímac |        | Densidad Seca Maxima(g/cm3)     | 1.990 |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          |        | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) | 1.891 |

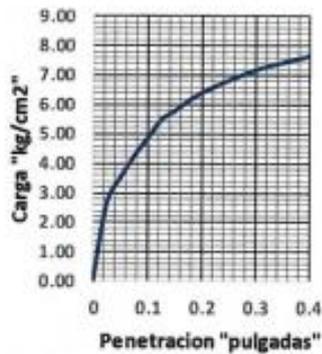
**CBR-12GOLPES**



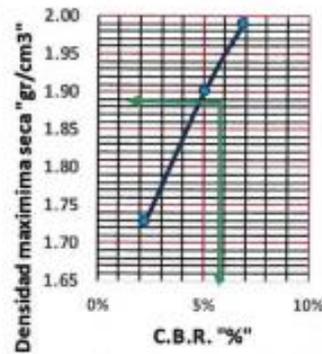
**CBR-25GOLPES**



**CBR-56GOLPES**



**C.B.R. VS D.M.S.**



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |      |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| 12     | 12.57 | 1.73 | 1.51      | 2.28     | C.B.R. - 95%      | 5.00 |
| 25     | 13.47 | 1.90 | 1.51      | 5.07     | C.B.R. - 100%     | 6.91 |
| 56     | 13.10 | 1.99 | 0.52      | 6.91     |                   |      |



Ing. Elmer Huamán Salla  
Ingeniero Civil  
No. 011556645



SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Enero, 2022

Calicata : C - 04 (10% adición)  
Profundidad: 1.50 m C - 04 (10% adición)

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 42.60 | 34.50 | 31.50 |   |
| Caps.+ S. seco   | 39.47 | 32.20 | 29.40 |   |
| Agua             | 3.13  | 2.30  | 2.10  |   |
| Peso Cápsula     | 31.00 | 25.00 | 21.00 |   |
| Peso S. seco     | 8.47  | 7.20  | 8.40  |   |
| % Humedad        | 36.95 | 31.94 | 25.00 |   |
| Nº de golpes     | 12    | 18    | 31    |   |

LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     |
|------------------|-------|-------|-------|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |
| Caps.+ S. húmeda | 21.40 | 22.79 | 24.46 |
| Caps.+ S. seco   | 20.25 | 22.20 | 22.85 |
| Agua             | 1.15  | 0.59  | 1.61  |
| Peso Cápsula     | 14.00 | 18.95 | 14.00 |
| Peso S. seco     | 6.25  | 3.25  | 8.85  |
| % Humedad        | 18.40 | 18.15 | 18.19 |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | 27.74 %   |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = 18.25 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = 9.5 %   |



Ing. Edgar Maximin Saita  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.P. N° 164845



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnemocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C - 04 (10% adición)

FECHA: Enero, 2022

DESCRIPCION: C - 04 (10% adición)

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-190-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             |                      |
| N° de golpes por capas: 56 | Volumen Molde : 2124 |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 95.00  | 123.00 | 115.00 | 124.00 |
| Wcap + sh. | 536.00 | 652.00 | 652.00 | 421.00 |
| Wcap + ss. | 505.00 | 602.00 | 580.00 | 380.00 |
| Wss.       | 410.00 | 479.00 | 475.00 | 256.00 |
| Ww.        | 31.00  | 50.00  | 62.00  | 41.00  |
| %CH.       | 7.56   | 10.44  | 13.05  | 16.02  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 7.56  | 10.44 | 13.05 | 16.02 |
| Wmolde          | 5770  | 5770  | 5770  | 5770  |
| Wsh + molde     | 10250 | 10440 | 10587 | 10620 |
| Wsh.            | 4480  | 4670  | 4827  | 4850  |
| Densidad Humeda | 2.109 | 2.199 | 2.273 | 2.283 |
| Densidad Seca   | 1.961 | 1.991 | 2.010 | 1.968 |

|  |       |
|--|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) : | 2.010 |
| Contenido Optimo de Agua(%) :              | 13.05 |



  
 Ing. César Ramón Solís  
 TECNICO EN MECANICA DE SUELOS  
 REG. C.O.T. N° 10564





SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).  
ASTM 1833 - 73

PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021."

UBICACIÓN: DIST: Abancay Profundidad : 1.50 m C - 04 (10% adición)

PROV: Abancay Humedad Óptima(%) 13.05

DPTO: Apurímac Densidad Seca Máxima(g/cm3) 2.010

FECHA : Enero, 2022 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) 1.910

| DIMENSIONES DE MOLDE |  |  | Diametro | Altura | Area   | Diametro | Altura | Area   | Diametro | Altura | Area   |
|----------------------|--|--|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
|                      |  |  | 15.24    | 11.64  | 182.42 | 15.24    | 11.64  | 182.42 | 15.24    | 11.64  | 182.42 |

Nº DE GOLPES POR CAPA 12 25 56

CONDICIONES DE LA MUESTRA SIN MOJAR SATURADA SIN MOJAR SATURADA SIN MOJAR SATURADA

Peso del molde(gr) 7420 7426 8125

Volumen de la Muestra(cc) 2124 2124 2124

Muestra Humeda + Molde(gr) 11885 11869 12056 12421 12960 12985

Muestra Humeda(gr) 4465 4449 4630 4995 4835 4860

Densidad Humeda(g/cm3) 2.10 2.09 2.18 2.35 2.28 2.29

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO

Contenido de Humedad(%) 13.00 15.64 13.05 14.60 13.05 13.20

Densidad Seca(g/cm3) 1.860 1.811 1.928 2.052 2.014 2.021

|                          | DIA  | HORA  | INTERVALO (DIAS) | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        | LECT. DEFOR. | EXPANSIÓN |        |
|--------------------------|------|-------|------------------|--------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|
|                          |      |       |                  |              | PULGS     | %      |              | PULGS     | %      |              | PULGS     | %      |
| MEDICION DE LA EXPANSION | 1.00 | 13:05 | 0.00             | 0.6249       |           |        | 0.5842       |           |        | 0.8059       |           |        |
|                          | 2.00 | 13:02 | 1.00             | 0.5689       | 0.0560    | 1.2217 | 0.5466       | 0.0376    | 0.8203 | 0.7711       | 0.0348    | 0.7592 |
|                          | 3.00 | 13:10 | 2.00             | 0.5642       | 0.0607    | 1.3242 | 0.5421       | 0.0421    | 0.9184 | 0.7689       | 0.0370    | 0.8072 |
|                          | 4.00 | 13:04 | 3.00             | 0.5596       | 0.0651    | 1.4202 | 0.5388       | 0.0454    | 0.9904 | 0.7666       | 0.0393    | 0.8574 |
|                          | 5.00 | 12:58 | 4.00             | 0.5547       | 0.0702    | 1.5315 | 0.5336       | 0.0506    | 1.1039 | 0.7632       | 0.0427    | 0.9315 |

|                       | PENETRACION "PULGADAS" | CARGA PATRON "kg/cm2" | FACTOR CARGA |        | FACTOR CARGA |        | FACTOR CARGA |        | FACTOR CARGA |        |       |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------|
|                       |                        |                       | DIAL         | kg/cm2 | DIAL         | kg/cm2 | DIAL         | kg/cm2 | DIAL         | kg/cm2 |       |
| ENSAYO DE PENETRACION | 0                      |                       | 0            | 0.00   | 0            | 0.00   | 0            | 0.00   | 0            | 0.00   |       |
|                       | 0.025                  |                       | 24           | 1.24   | 75           | 3.88   | 120          | 6.20   |              |        |       |
|                       | 0.050                  |                       | 38           | 1.96   | 98           | 5.06   | 152          | 7.86   |              |        |       |
|                       | 0.075                  |                       | 48           | 2.48   | 110          | 5.68   | 168          | 8.68   |              |        |       |
|                       | 0.100                  | 70.31                 | 56           | 2.89   | 4.12         | 119    | 6.15         | 8.75   | 184          | 9.51   | 13.52 |
|                       | 0.125                  |                       | 65           | 3.36   |              | 129    | 6.67         |        | 196          | 10.13  |       |
|                       | 0.150                  |                       | 72           | 3.72   |              | 136    | 7.03         |        | 210          | 10.85  |       |
|                       | 0.200                  | 105.46                | 86           | 4.44   | 4.21         | 145    | 7.49         | 7.11   | 221          | 11.42  | 10.83 |
|                       | 0.300                  |                       | 98           | 5.06   |              | 156    | 8.06         |        | 238          | 12.30  |       |
| 0.400                 |                        | 106                   | 5.48         |        | 168          | 8.68   |              | 249    | 12.87        |        |       |



Ing. Javier Ildefonso Sulca  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. Nº 188845

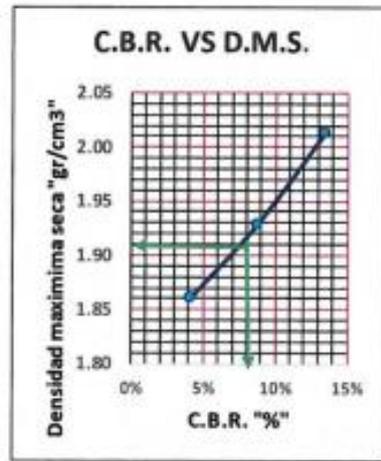
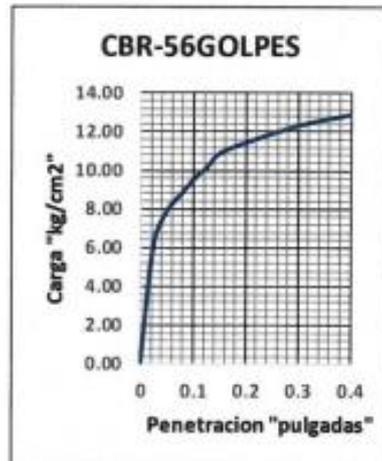
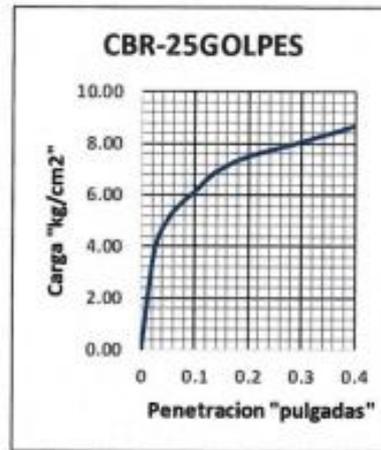
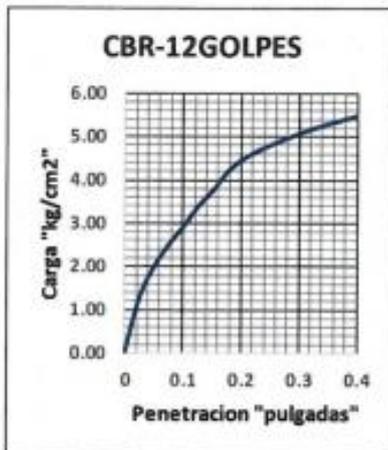


SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |             |          |          |   |       |
|-----------|-------------|----------|----------|---|-------|
| UBICACIÓN | DIST:       | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C - 04 (10% adición) |       |
|           | PROV:       | Abancay  |          | Humedad Optima(%)                         | 13.05 |
|           | DPTO:       | Apurímac |          | Densidad Seca Máxima(g/cm3)               | 2.010 |
| FECHA     | Enero, 2022 |          | C. B. R. | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)           | 1.910 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 13.00 | 1.86 | 1.53      | 4.12     | C.B.R. - 95%      | 9.00  |
| 25     | 13.05 | 1.93 | 1.10      | 8.75     | C.B.R. - 100%     | 13.52 |
| 56     | 13.05 | 2.01 | 0.93      | 13.52    |                   |       |



Ing. *[Signature]* Hórsón Sulba  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.O.T. Nº 160045



SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpata Alta, Apurímac 2022."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 04 (15% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-04 (15% adición)

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

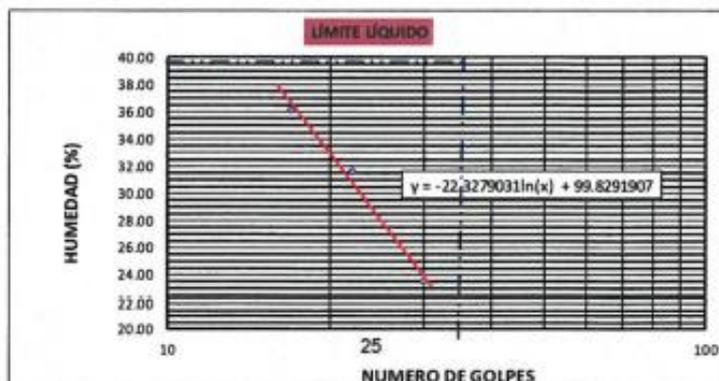
LÍMITE LÍQUIDO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 31.75 | 34.20 | 36.40 |   |
| Caps.+ S. seco   | 28.10 | 30.55 | 32.80 |   |
| Agua             | 3.65  | 3.65  | 3.60  |   |
| Peso Cápsula     | 18.00 | 19.00 | 17.50 |   |
| Peso S. seco     | 10.10 | 11.55 | 15.30 |   |
| % Humedad        | 36.14 | 31.60 | 23.53 |   |
| Nº de golpes     | 17    | 22    | 30    |   |

LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     |
|------------------|-------|-------|-------|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |
| Caps.+ S. húmeda | 15.89 | 24.50 | 26.53 |
| Caps.+ S. seco   | 14.60 | 22.35 | 24.69 |
| Agua             | 1.29  | 2.15  | 1.84  |
| Peso Cápsula     | 7.80  | 11.00 | 14.95 |
| Peso S. seco     | 6.80  | 11.35 | 9.74  |
| % Humedad        | 18.97 | 18.94 | 18.89 |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 27.96 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 18.93 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 9.02 %  |



Ing° Elmer Huatún Sultu  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 266845



SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2022.\*

Cantera: 1.50 m C-04 (15% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 04 (15% adición)

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                 |      |
|----------------------------|-----------------|------|
| N° de Capas: 5             | Volumen Molde : | 2124 |
| N° de golpes por capas: 56 |                 |      |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap       | 99.00  | 106.00 | 115.00 | 114.00 |
| Wcap + sh  | 562.00 | 510.00 | 420.00 | 320.00 |
| Wcap + ss. | 531.00 | 473.00 | 387.00 | 294.00 |
| Wss.       | 432.00 | 367.00 | 272.00 | 180.00 |
| Ww         | 31.00  | 37.00  | 33.00  | 26.00  |
| %CH        | 7.18   | 10.08  | 12.13  | 14.44  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH             | 7.18  | 10.08 | 12.13 | 14.44 |
| Wmolde          | 5775  | 5775  | 5770  | 5770  |
| Wsh + molde     | 10250 | 10512 | 10676 | 10605 |
| Wsh.            | 4475  | 4737  | 4906  | 4835  |
| Densidad Humeda | 2.107 | 2.230 | 2.310 | 2.276 |
| Densidad Seca   | 1.966 | 2.026 | 2.060 | 1.989 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm3) : | 2.060 |
| Contenido Óptimo de Agua(%) : | 12.13 |



  
 Ing. Elymer Huamán Salla  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O.T. N° 108845



SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2022."

UBICACIÓN: DIST: Abancay Profundidad : 1.50 m C-04 (15% adición)  
 PROV: Abancay Humedad Optima(%) 12.13  
 DPTO: Apurímac Densidad Seca Maxima(g/cm3) 2.060  
 FECHA : Febrero, 2022 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) 1.957

| DIMENSIONES DE MOLDE               |  |  | Diametro  | Altura | Area     | Diametro  | Altura | Area     | Diametro  | Altura | Area     |
|------------------------------------|--|--|-----------|--------|----------|-----------|--------|----------|-----------|--------|----------|
|                                    |  |  | 15.24     | 11.64  | 182.42   | 15.24     | 11.64  | 182.42   | 15.24     | 11.64  | 182.42   |
| N° DE GOLPES POR CAPA              |  |  | 12        |        |          | 25        |        |          | 56        |        |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA          |  |  | SIN MOJAR |        | SATURADA | SIN MOJAR |        | SATURADA | SIN MOJAR |        | SATURADA |
| Peso del molde(gr).                |  |  | 7860      |        |          | 8015      |        |          | 7821      |        |          |
| Volumen de la Muestra(cc).         |  |  | 2124      |        |          | 2124      |        |          | 2124      |        |          |
| Muestra Humeda + Molde(gr).        |  |  | 12236     |        | 12261    | 12695     |        | 12720    | 12728     |        | 12753    |
| Muestra Humeda(gr).                |  |  | 4376      |        | 4401     | 4680      |        | 4705     | 4907      |        | 4932     |
| Densidad Humeda(g/cm3).            |  |  | 2.06      |        | 2.07     | 2.20      |        | 2.22     | 2.31      |        | 2.32     |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA |  |  | MEDIO     |        | MEDIO    | MEDIO     |        | MEDIO    | MEDIO     |        | MEDIO    |
| Contenido de Humedad(%)            |  |  | 12.00     |        | 14.20    | 12.03     |        | 13.50    | 12.13     |        | 12.30    |
| Densidad Seca(g/cm3)               |  |  | 1.840     |        | 1.814    | 1.967     |        | 1.952    | 2.060     |        | 2.068    |

|                          | DIA                    | HORA  | INTERVALO (DIAS)      | LECT. DEFOR.  | EXPANSIÓN        |                | LECT. DEFOR.     | EXPANSIÓN       |                  | LECT. DEFOR.    | EXPANSIÓN        |        |
|--------------------------|------------------------|-------|-----------------------|---------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|--------|
|                          |                        |       |                       |               | PULGS            | %              |                  | PULGS           | %                |                 | PULGS            | %      |
| MEDICION DE LA EXPANSION | 1.00                   | 14:05 | 0.00                  | 0.8562        |                  |                | 0.1589           |                 |                  | 0.5687          |                  |        |
|                          | 2.00                   | 14:02 | 1.00                  | 0.8342        | 0.0220           | 0.4799         | 0.1426           | 0.0163          | 0.3565           | 0.5542          | 0.0145           | 0.3163 |
|                          | 3.00                   | 14:10 | 2.00                  | 0.8146        | 0.0416           | 0.9075         | 0.1356           | 0.0233          | 0.5083           | 0.5475          | 0.0212           | 0.4625 |
|                          | 4.00                   | 14:04 | 3.00                  | 0.7925        | 0.0637           | 1.3897         | 0.1246           | 0.0343          | 0.7483           | 0.5362          | 0.0325           | 0.7090 |
|                          | 5.00                   | 14:58 | 4.00                  | 0.7862        | 0.0700           | 1.5271         | 0.1156           | 0.0433          | 0.9446           | 0.5285          | 0.0402           | 0.8770 |
| ENSAYO DE PENETRACION    | PENETRACION "PULGADAS" |       | CARG. PATRON "kg/cm2" |               | FACTOR CARGA CBR |                | FACTOR CARGA CBR |                 | FACTOR CARGA CBR |                 | FACTOR CARGA CBR |        |
|                          | 0                      |       |                       |               | 12               |                | 25               |                 | 12               |                 | 56               |        |
|                          | 0.025                  |       |                       |               | DIAL kg/cm2      |                | DIAL kg/cm2      |                 | DIAL kg/cm2      |                 | DIAL kg/cm2      |        |
|                          | 0.050                  |       |                       |               | 65 0.00          |                | 0 0.00           |                 | 0 0.00           |                 | 0 0.00           |        |
|                          | 0.075                  |       |                       |               | 70 3.62          |                | 95 4.91          |                 | 160 8.27         |                 | 160 8.27         |        |
|                          | 0.100                  |       | 70.31                 |               | 86 4.44          |                | 125 6.46         |                 | 195 10.08        |                 | 195 10.08        |        |
|                          | 0.125                  |       |                       |               | 98 5.06          |                | 154 7.96         |                 | 220 11.37        |                 | 220 11.37        |        |
|                          | 0.150                  |       |                       |               | 105 5.43 7.72    |                | 165 8.53 12.13   |                 | 229 11.83 16.83  |                 | 229 11.83 16.83  |        |
|                          | 0.200                  |       | 105.46                |               | 111 5.74         |                | 176 9.10         |                 | 236 12.20        |                 | 236 12.20        |        |
|                          | 0.300                  |       |                       |               | 119 6.15         |                | 184 9.51         |                 | 248 12.82        |                 | 248 12.82        |        |
| 0.400                    |                        |       |                       | 126 6.51 6.17 |                  | 196 10.13 9.60 |                  | 256 13.23 12.55 |                  | 256 13.23 12.55 |                  |        |
|                          |                        |       |                       | 134 6.93      |                  | 206 10.65      |                  | 267 13.80       |                  | 267 13.80       |                  |        |
|                          |                        |       |                       | 141 7.29      |                  | 213 11.01      |                  | 275 14.21       |                  | 275 14.21       |                  |        |



  
 Ing. Elguer Huamán Sulta  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.R. N° 166045

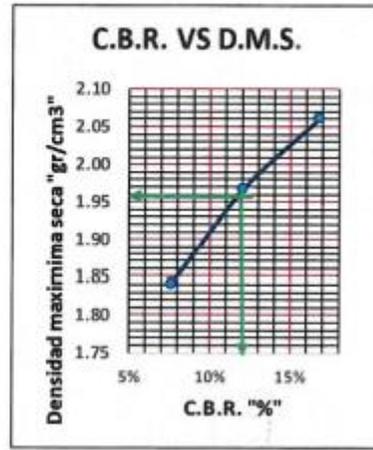
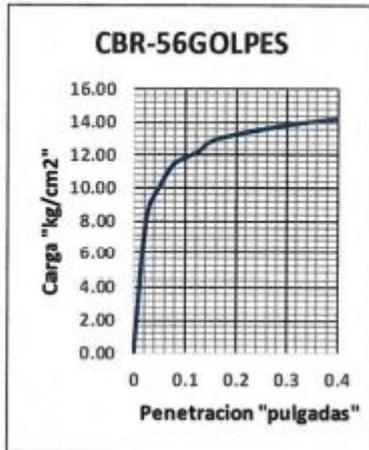
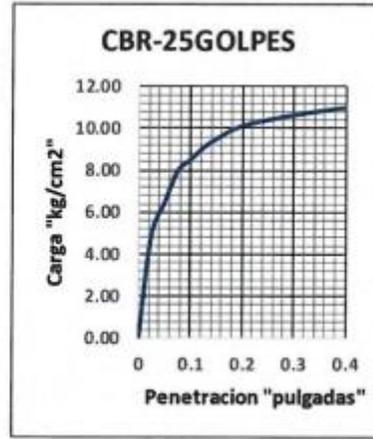
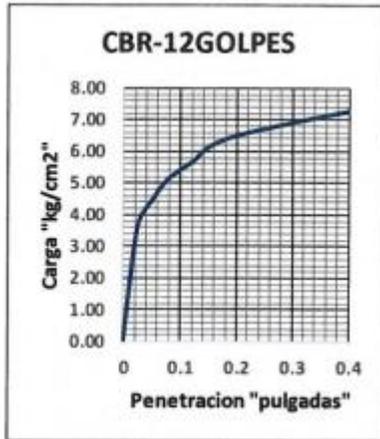


SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2022."

|           |               |          |          |   |       |
|-----------|---------------|----------|----------|---|-------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO   | Profundidad : 1.50 m C-04 (15% adición) |       |
|           | PROV:         | Abancay  |          | Humedad Optima(%)                       | 12.13 |
|           | DPTO:         | Apurímac |          | Densidad Seca Maxima(g/cm3)             | 2.060 |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          | C. B. R. | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         | 1.957 |



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 12.00 | 1.84 | 1.53      | 7.72     | C.B.R. - 95%      | 12.40 |
| 25     | 12.03 | 1.97 | 0.94      | 12.13    | C.B.R. - 100%     | 16.83 |
| 56     | 12.13 | 2.06 | 0.88      | 16.83    |                   |       |



Ing. Efraim Riquén Saldaña  
INGENIERO CIVIL  
REG. CO. N° 166945



SAYWITE APURIMAC S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC.  
S.A.C

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Alumpata Alta, Apurímac 2021."

Ubicación: Sector: Osnomocco  
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay  
Región: Apurímac

Fecha: Febrero, 2022

Calicata : C - 04 (20% adición)  
Profundidad: 1.50 m C-04 (20% adición)

Solicitante: Bach. Julieta Zamora Huamani

LÍMITES DE CONSISTENCIA

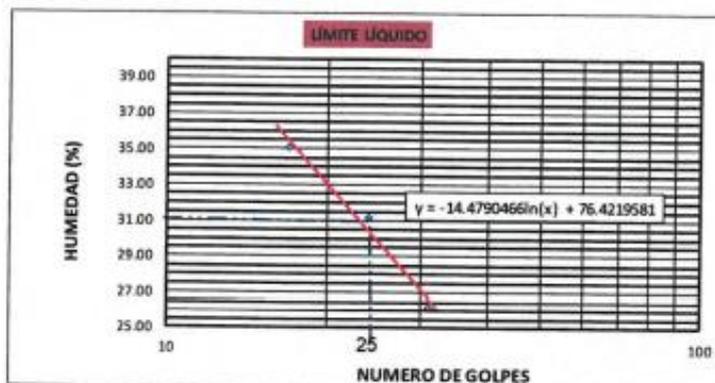
LÍMITE LÍQUIDO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     | 4 |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |   |
| Caps.+ S. húmeda | 31.40 | 36.80 | 34.70 |   |
| Caps.+ S. seco   | 28.70 | 33.40 | 32.60 |   |
| Agua             | 2.70  | 3.40  | 2.10  |   |
| Peso Cápsula     | 21.00 | 22.50 | 24.60 |   |
| Peso S. seco     | 7.70  | 10.90 | 8.00  |   |
| % Humedad        | 35.06 | 31.19 | 26.25 |   |
| Nº de golpes     | 17    | 24    | 31    |   |

LÍMITE PLÁSTICO

| Muestra          | 1     | 2     | 3     |
|------------------|-------|-------|-------|
| Nº de Cápsula    | 1     | 2     | 3     |
| Caps.+ S. húmeda | 22.40 | 21.60 | 21.60 |
| Caps.+ S. seco   | 20.55 | 20.45 | 20.45 |
| Agua             | 1.85  | 1.15  | 1.15  |
| Peso Cápsula     | 11.98 | 15.06 | 15.06 |
| Peso S. seco     | 8.57  | 5.39  | 5.39  |
| % Humedad        | 21.59 | 21.34 | 21.34 |

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| LÍMITE LÍQUIDO            | = | 29.82 % |
| LÍMITE PLÁSTICO           | = | 21.42 % |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | = | 8.40 %  |



Ing.º Elmer Acuña Sullta  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. Nº 149045





SAYWITE APURIMAC S.A.C

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021.\*

Cantera: 1.50 m C-04 (20% adición)

FECHA: Febrero, 2022

DESCRIPCION: C - 04 (20% adición)

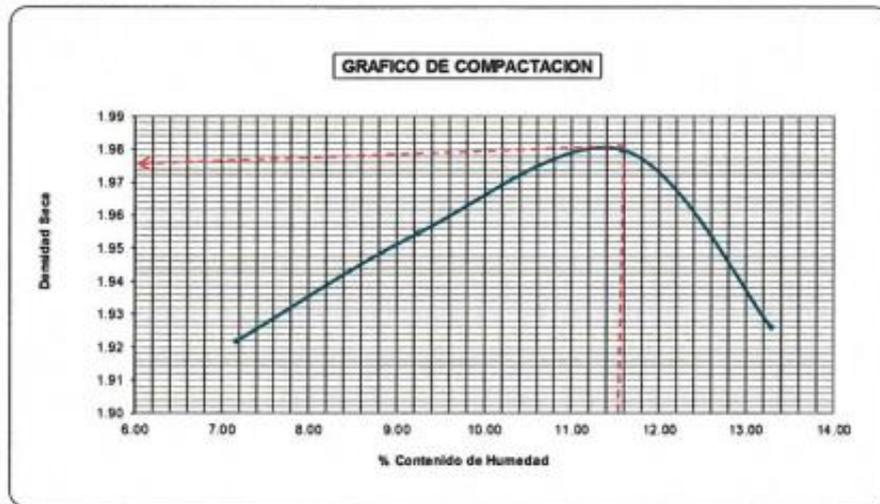
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| N° de Capas: 5             | Volumen Molde : 2124 |
| N° de golpes por capas: 56 |                      |

| Muestra    | I      | II     | III    | IV     |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wcap.      | 115.00 | 125.00 | 86.00  | 100.00 |
| Wcap + sh. | 369.00 | 456.00 | 563.00 | 641.00 |
| Wcap + ss. | 352.00 | 428.00 | 513.50 | 577.50 |
| Wss.       | 237.00 | 303.00 | 427.50 | 477.50 |
| Ww.        | 17.00  | 28.00  | 49.50  | 63.50  |
| %CH.       | 7.17   | 9.24   | 11.58  | 13.30  |

|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| %CH.            | 7.17  | 9.24  | 11.58 | 13.30 |
| Wmolde          | 5770  | 5770  | 5770  | 5770  |
| Wsh + molde     | 10145 | 10305 | 10462 | 10405 |
| Wsh.            | 4375  | 4535  | 4692  | 4635  |
| Densidad Humeda | 2.060 | 2.135 | 2.209 | 2.182 |
| Densidad Seca   | 1.922 | 1.955 | 1.980 | 1.926 |

|  |       |
|--|-------|
| Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) : | 1.980 |
| Contenido Óptimo de Agua(%) :              | 11.58 |



  
 Ing. Elgueta Robinson Sullo  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 1566945



SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

|  |                           |                             |                     |                 |           |              |   |           |              |                 |           |        |
|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------|--------------|---|-----------|--------------|-----------------|-----------|--------|
| PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco - Atumpata Alta, Apurímac 2021." |                           |                             |                     |                 |           |              |   |           |              |                 |           |        |
| UBICACIÓN:   |                           | DIST: Abancay               |                     |                 |           |              | Profundidad : 1.50 m C-04 (20% adición) |           |              |                 |           |        |
|  |                           | PROV: Abancay               |                     |                 |           |              | Humedad Óptima(%)                       |           |              | 11.58           |           |        |
|  |                           | DPTO: Apurímac              |                     |                 |           |              | Densidad Seca Máxima(g/cm3)             |           |              | 1.980           |           |        |
| FECHA :  |                           | Febrero, 2022               |                     |                 |           |              | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)         |           |              | 1.881           |           |        |
| DIMENSIONES DE MOLDE   |                           |                             | Diametro            | Altura          | Area      | Diametro     | Altura                                  | Area      | Diametro     | Altura          | Area      |        |
|  |                           |                             | 15.24               | 11.64           | 182.42    | 15.24        | 11.64                                   | 182.42    | 15.24        | 11.64           | 182.42    |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA  |                           |                             | 12                  |                 |           | 25           |   |           | 56           |                 |           |        |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA  |                           |                             | SIN MOJAR           |                 | SATURADA  | SIN MOJAR    |   | SATURADA  | SIN MOJAR    |                 | SATURADA  |        |
| Peso del molde(gr).  |                           |                             | 8020                |                 |           | 8120         |   |           | 7124         |                 |           |        |
| Volumen de la Muestra(cc).   |                           |                             | 2124                |                 |           | 2124         |   |           | 2124         |                 |           |        |
| Muestra Humeda + Molde(gr).  |                           |                             | 12250               |                 | 12275     | 12570        |   | 12590     | 11745        |                 | 11770     |        |
| Muestra Humeda(gr).  |                           |                             | 4230                |                 | 4255      | 4450         |   | 4470      | 4621         |                 | 4646      |        |
| Densidad Humeda(g/cm3).  |                           |                             | 1.99                |                 | 2.00      | 2.10         |   | 2.10      | 2.18         |                 | 2.19      |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA   |                           |                             | MEDIO               |                 | MEDIO     | MEDIO        |   | MEDIO     | MEDIO        |                 | MEDIO     |        |
| Contenido de Humedad(%)  |                           |                             | 11.12               |                 | 14.26     | 11.03        |   | 12.68     | 11.58        |                 | 11.70     |        |
| Densidad Seca(g/cm3).  |                           |                             | 1.792               |                 | 1.753     | 1.887        |   | 1.868     | 1.950        |                 | 1.958     |        |
| MEDICION<br>DE LA<br>EXPANSION   | DIA                       | HORA                        | INTERVALO<br>(DIAS) | LECT.<br>DEFOR. | EXPANSIÓN |              | LECT.<br>DEFOR.                         | EXPANSIÓN |              | LECT.<br>DEFOR. | EXPANSIÓN |        |
|  |                           |                             |                     |                 | PULGS     | %            |   | PULGS     | %            |                 | PULGS     | %      |
|  | 1.00                      | 14:05                       | 0.00                | 0.6589          |           |              | 0.4268                                  |           |              | 0.8563          |           |        |
|  | 2.00                      | 14:02                       | 1.00                | 0.6256          | 0.0333    | 0.7265       | 0.4015                                  | 0.0253    | 0.5519       | 0.8452          | 0.0111    | 0.2422 |
|  | 3.00                      | 14:10                       | 2.00                | 0.6145          | 0.0444    | 0.9686       | 0.3826                                  | 0.0442    | 0.9643       | 0.8360          | 0.0203    | 0.4429 |
|  | 4.00                      | 14:04                       | 3.00                | 0.5869          | 0.0720    | 1.5707       | 0.3702                                  | 0.0566    | 1.2348       | 0.8240          | 0.0323    | 0.7046 |
| 5.00   | 14:58                     | 4.00                        | 0.5710              | 0.0879          | 1.9176    | 0.3540       | 0.0728                                  | 1.5882    | 0.8160       | 0.0403          | 0.8792    |        |
| ENSAYO DE<br>PENETRACION   | PENETRACION<br>"PULGADAS" | CARGA<br>PATRON<br>"kg/cm2" | FACTOR CARGA        |                 | CBR       | FACTOR CARGA |   | CBR       | FACTOR CARGA |                 | CBR       |        |
|  |                           |                             | DIAL                | kg/cm2          | 12        | DIAL         | kg/cm2                                  | 25        | DIAL         | kg/cm2          | 56        |        |
|  | 0                         |                             |                     | 0               | 0.00      |              | 0                                       | 0.00      |              | 0               | 0.00      |        |
|  | 0.025                     |                             |                     | 75              | 3.88      |              | 120                                     | 6.20      |              | 185             | 9.56      |        |
|  | 0.050                     |                             |                     | 105             | 5.43      |              | 165                                     | 8.53      |              | 230             | 11.89     |        |
|  | 0.075                     |                             |                     | 125             | 6.46      |              | 195                                     | 10.08     |              | 250             | 12.92     |        |
|  | 0.100                     | 70.31                       |                     | 140             | 7.24      | 10.29        | 205                                     | 10.59     | 15.07        | 266             | 13.75     | 19.55  |
|  | 0.125                     |                             |                     | 147             | 7.60      |              | 219                                     | 11.32     |              | 279             | 14.42     |        |
|  | 0.150                     |                             |                     | 156             | 8.06      |              | 226                                     | 11.68     |              | 286             | 14.78     |        |
| 0.200  | 105.46                    |                             | 168                 | 8.68            | 8.23      | 234          | 12.09                                   | 11.47     | 297          | 15.35           | 14.55     |        |
| 0.300  |                           |                             | 178                 | 9.20            |           | 248          | 12.82                                   |           | 306          | 15.81           |           |        |
| 0.400  |                           |                             | 187                 | 9.66            |           | 256          | 13.23                                   |           | 311          | 16.07           |           |        |



Ing. Roger Huamán Sullo  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.R. N° 196845



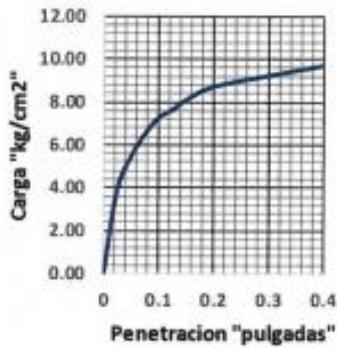
SAYWITE  
APURIMAC S.A.C

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SAYWITE APURIMAC. S.A.C

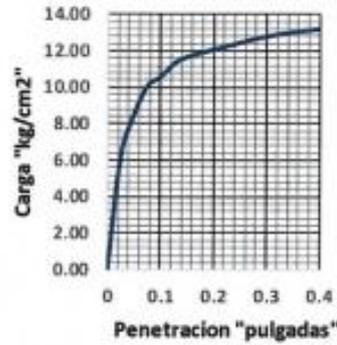
PROYECTO : "Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Apurímac 2021."

|           |               |          |                                 |   |                   |
|-----------|---------------|----------|---------------------------------|---|-------------------|
| UBICACIÓN | DIST:         | Abancay  | ENSAYO                          | Profundidad : 1.50 m C-04 (20% adición) |                   |
|           | PROV:         | Abancay  |                                 | C. B. R.                                | Humedad Óptima(%) |
|           | DPTO:         | Apurímac | Densidad Seca Máxima(g/cm3)     |   | 1.980             |
| FECHA     | Febrero, 2022 |          | 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3) | 1.881                                   |                   |

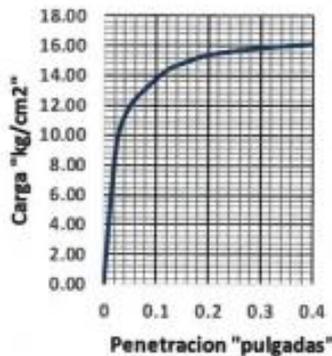
**CBR-12GOLPES**



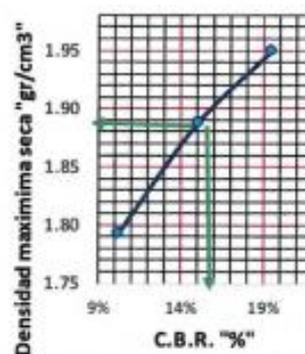
**CBR-25GOLPES**



**CBR-56GOLPES**



**C.B.R. VS D.M.S.**



| GOLPES | W%    | MDS  | EXPANS. % | C.B.R. % | C.B.R. 95% - 100% |       |
|--------|-------|------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 12     | 11.12 | 1.79 | 1.92      | 10.29    | C.B.R. - 95%      | 16.50 |
| 25     | 11.03 | 1.89 | 1.59      | 15.07    | C.B.R. - 100%     | 19.55 |
| 56     | 11.58 | 1.95 | 0.88      | 19.55    |                   |       |



Ing. Evaristo M. Sullu  
INGENIERO CIVIL  
R.D.C. Nº 186243

# Anexo N° 9: Certificado instrumentales de laboratorio



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

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 484 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 415-2021  
Fecha de emisión : 2021-09-28

1. Solicitante : SAYWITE APURIMAC S.A.C.

Dirección : MZA, E LOTE, 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS - ABANCAY  
- APURIMAC

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : MG LABORATORIOS  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : 012-0921

Marca de Celda : MAVIN  
Modelo de Celda : NS4-5t  
Serie de Celda : HE0400185  
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-X8  
Serie de Indicador : 985268821

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. LAS SILVITAS NRO. 276 SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
27 - SETIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO    | MARCA | CERTIFICADO           | TRAZABILIDAD          |
|----------------|-------|-----------------------|-----------------------|
| CELDA DE CARGA | MAVIN | CCP - 0340 - 005 - 20 | SISTEMA INTERNACIONAL |
| INDICADOR      | MCC   |                       |                       |

6. Condiciones Ambientales

|                | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 18,6    | 18,5  |
| Humedad %      | 72      | 73    |

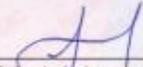
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

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



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

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

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

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



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 484 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) |         |             |             | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|------------------|------------|-------------|
|                         | SERIE 1                      | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % |                  |            |             |
| 500                     | 501,05                       | 500,45  | -0,21       | -0,09       | 500,75           | -0,15      | 0,12        |
| 1000                    | 1002,75                      | 1000,90 | -0,28       | -0,09       | 1001,83          | -0,18      | 0,19        |
| 1500                    | 1502,90                      | 1499,00 | -0,19       | 0,07        | 1500,95          | -0,06      | 0,26        |
| 2000                    | 2002,85                      | 1999,45 | -0,14       | 0,03        | 2001,15          | -0,06      | 0,17        |
| 2500                    | 2500,45                      | 2498,95 | -0,02       | 0,05        | 2499,65          | 0,01       | 0,06        |
| 3000                    | 2998,55                      | 2997,80 | 0,05        | 0,07        | 2998,18          | 0,06       | 0,03        |
| 3500                    | 3498,05                      | 3498,20 | 0,06        | 0,05        | 3498,13          | 0,05       | 0,00        |
| 4000                    | 3999,50                      | 4000,10 | 0,01        | 0,00        | 3999,80          | 0,01       | -0,01       |

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0008x - 1,9271$

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

GRÁFICO N° 1

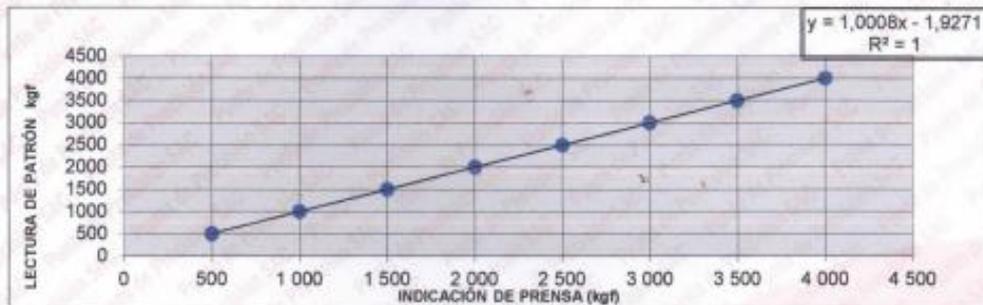
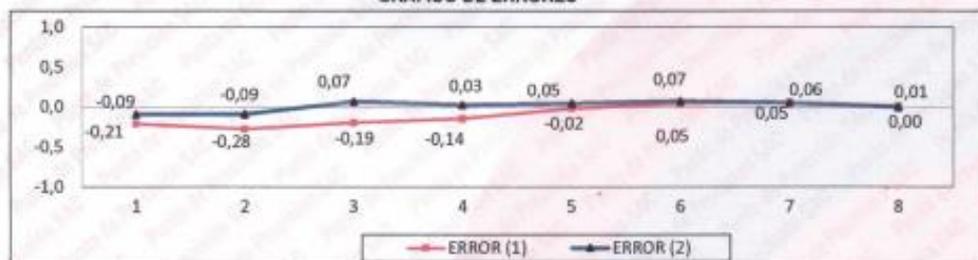


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

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

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

**067-2018 PLT**

Page / Pág 1 de 4

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Equipo</b><br><i>Instrument</i>  | HORNO   | <p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p> |
| <b>Fabricante</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR LTDA  |   |
| <b>Modelo</b><br><i>Model</i>   | PG 2001   |   |
| <b>Número de Serie</b><br><i>Serial Number</i>  | 117   |   |
| <b>Identificación Interna</b><br><i>Internal Identification</i>   | N.I.  |   |
| <b>Intervalo de Medición</b><br><i>Measurement Range</i>  | 0 °C a 100 °C   |   |
| <b>Solicitante</b><br><i>Customer</i>   | SAYWITE APURIMAC S.A.C.   |   |
| <b>Dirección</b><br><i>Address</i>  | MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS<br>(1 CDRA ARRIBA LOZA DEPORTIVA C2P<br>NARANJA) APURIMAC - ABANCAY -<br>ABANCAY |   |
| <b>Ciudad</b><br><i>City</i>  | ABANCAY   |   |
| <b>Ubicación del Equipo</b><br><i>Place of the instrument</i>   | LABORATORIO   |   |
| <b>Fecha de Calibración</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2021 - 10 - 04  |   |
| <b>Fecha de Emisión</b><br><i>Date of issue</i>   | 2021 - 10 - 05  |   |
| <b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b><br><i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 04  |   |

Si la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

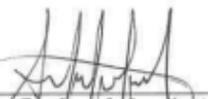
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**

Authorized signatures:



**Fis. Harold Jackson Orihuela Chipana**  
Coordinador Laboratorio de Metrología



**Tec. Aaron Soriano Nuyra**  
Técnico Laboratorio Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



## INFORME DE VERIFICACIÓN 047-2018 PLL

Pag. 1 de 2

|   |   |
|---|---|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | CAZUELA CASAGRANDE MANUAL                                 |
| <b>MARCA</b><br><i>Manufacturer</i>   | PINZUAR LTDA.   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | PS - 11   |
| <b>NUMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 865   |
| <b>RANGO DE MEDICIÓN</b><br><i>Measurement range</i>  | Ver Tabla de resultados                                   |
| <b>CODIGO INTERNO</b><br><i>Internal Code</i>   | N.I.  |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | SAYWITE APURIMAC S.A.C.                                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | LOZA DEPORTIVA (C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY |
| <b>Ciudad</b><br><i>City</i>  | APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY                              |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Calibration date</i>  | 2021 - 10 - 04  |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of Issue</i>  | 2021 - 10 - 04  |
| <b>NÚMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 02  |

### FIRMAS AUTORIZADAS

*Authorized Signatures*

**Harold Jackson Orihuela Chipana**  
Coordinador Laboratorio de Metrología

**Elvis Quinte Huiza**  
Técnico Laboratorio Metrología



No.

## INFORME DE VERIFICACIÓN 048-2018 PLM

Solicitante: SAYWITE APURIMAC S.A.C.

Dirección: MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA  
LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY -  
ABANCAY

### MARTILLO PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Norma: INV E-142

Referencia: PS4

| CARACTERÍSTICAS                        | RESULTADO | UNIDAD |
|--|-----------|--------|
| Masa de la pesa                        | 4,54      | kg     |
| Diámetro de la pesa                    | 50,80     | mm     |
| Altura de caída del martillo           | 45,50     | mm     |
| Perforaciones en la camisa guía        | 8,00      | und    |
| Diámetro de los orificios de la camisa | 9,56      | mm     |

N° Serie : 0264957020-003

Fecha: 2021-10-04

Firma: 

AC-P-01-F-14/Rev 0/ Válido desde 2017-11-15

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

## INFORME DE VERIFICACIÓN 050-2018

Solicitante: SAYWITE APURIMAC S.A.C.

Dirección: MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA  
LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY -  
ABANCAY

### MOLDE PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

Norma: INV E-142

Referencia: PS3

| CARACTERÍSTICAS             | RESULTADO | UNIDAD |
|-----------------------------|-----------|--------|
| Altura caja del collar      | 9,60      | mm     |
| Diámetro externo del collar | 173,20    | mm     |
| Altura del collar           | 61,00     | mm     |
| Diámetro interno del molde  | 151,90    | mm     |
| Altura del molde            | 116,80    | mm     |
| Altura caja del molde       | 9,49      | mm     |
| Altura de la base           | 13,80     | mm     |

N° Serie : 0255598011-011

Fecha: 2021-10-04

Firma: 

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

## INFORME DE VERIFICACIÓN 051-2018 PLL

Solicitante: SAYWITE APURIMAC S.A.C.

Dirección: MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RÍOS (1 CDRA ARRIBA  
LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY -  
ABANCAY

### MOLDE PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR ESTÁNDAR

Norma: INV E-141

Referencia: PS5

| CARACTERÍSTICAS             | RESULTADO | UNIDAD |
|-----------------------------|-----------|--------|
| Altura caja del collar      | 9,84      | mm     |
| Diámetro externo del collar | 113,34    | mm     |
| Altura del collar           | 60,32     | mm     |
| Diámetro interno del molde  | 101,50    | mm     |
| Altura del molde            | 116,57    | mm     |
| Altura caja del molde       | 9,49      | mm     |
| Altura de la base           | 11,35     | mm     |

N° Serie : 0201662005-004

Fecha: 2021-10-04

Firma: 

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

CERTIFICADO DE CALIBRACION 068-2018 PLM

**OBJETO DE PRUEBA** INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO Pág. 1 de 4  
*Instrument*

**RANGO(S)** 0-30 kg  
*Measurement range*

**FABRICANTE** OHAUS  
*Manufacturer*

**MODELO** R31P30  
*Model*

**SERIE** 8338500159  
*Identification number*

**INTERVALO CALIBRADO** 0-30 kg  
*Calibrated interval*

**SOLICITANTE** SAYWITE APURIMAC S.A.C.  
*Customer*

**DIRECCIÓN** MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA  
*Address* LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY -  
**CIUDAD** ABANCAY  
*City*

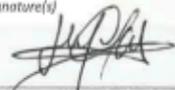
**UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO** Laboratorio  
*Location of the instrument*

**FECHA DE CALIBRACIÓN** 2021 - 10 - 04  
*Date of calibration*

**FECHA DE EXPEDICIÓN** 2021 - 10 - 05  
*Date of issue*

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS** 4  
*Number of pages of this certificate and documents attached*

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature(s)*

  
Harold Jackson Orihuela Chipana  
Coordinador Laboratorio Metrología

  
Aaron Sajana Huerta  
Técnico Laboratorio Metrología.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 74,78 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 74,78 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 6,14 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 3"  
MESH No.

SERIE No. 60168  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,58 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO 62,77 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 63,21 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 5,50 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 2 1/2"  
MESH No.

SERIE No. 49711  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,57 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA** TELS: (571) 415 7020 / 545 4957  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 49,50 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 50,08 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 5,09 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 2"  
MESH No.

SERIE No. 60496  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,57 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 37,67 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 38,01 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 4,57 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 1 1/2"  
MESH No.

SERIE No. 61211  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,56 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 24,94 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 25,18 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,57 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 1"  
MESH No.

SERIE No. 60541  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,56 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 18,92 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 19,03 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,18 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. ¾"  
MESH No.

SERIE No. 62904  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 12,38 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 12,65 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,60 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. ½"  
MESH No.

SERIE No. 60558  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 6,30 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 6,40 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,10 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. ¼"  
MESH No.

SERIE No. 57407  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA** TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO 12,38 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 12,65 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,60 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 1/2"  
MESH No.

SERIE No. 60558  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO 9,56 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 9,72 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,28 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 3/8"  
MESH No.

SERIE No. 61304  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 4,67 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 4,79 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 1,57 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 4  
MESH No.

SERIE No. 61238  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA

IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 6,30 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 6,40 mm  
MAXIMUM APERTURE

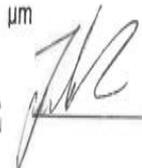
DIÁMETRO PROMEDIO 2,10 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. ¼"  
MESH No.

SERIE No. 57407  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN 



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA** TELS: (571) 7454555

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 2337,10  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2375,79  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 972,03  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 8  
MESH No.

SERIE No. 59461  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 26,88 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 2051,73  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2190,00  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 832,00  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

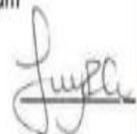
MALLA No. 10  
MESH No.

SERIE No. 62748  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 29,64 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 1189,08  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 1227,89  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 630,02  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 16  
MESH No.

SERIE No. 55549  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 13,56 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 7454555

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 840,40  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 855,41  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 459,05  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 20  
MESH No.

SERIE No. 61248  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 10,78 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR** LTDA  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 609,97  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 616,19  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 382,08  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 30  
MESH No.

SERIE No. 59467  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 7,14 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 419,59  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 426,28  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 272,17  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 40  
MESH No.

SERIE No. 61153  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 5,65 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 303,39  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 309,33  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 196,33  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 50  
MESH No.

SERIE No. 56887  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 4,05 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA *Eduñíguez*  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 7454555

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 251,72  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 258,34  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 155,55  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 60  
MESH No.

SERIE No. 59895  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 4,36 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA *Pinzuar*  
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 182,78  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 186,91  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 134,88  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

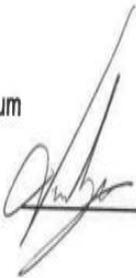
MALLA No. 80  
MESH No.

SERIE No. 59115  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 2,63 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 148,78  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 153,55  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 108,47  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 100  
MESH No.

SERIE No. 58310  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 2,53 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO 75,16  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 78,49  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 47,84  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 200  
MESH No.

SERIE No. 61259  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 1,80 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2021 - 10 - 04  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**

**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**



Anexo N° 10: Documento de los ensayos laboratorio

|  <p><b>Saywite Apurimac S.A.C.</b><br/>Realiza los servicios de ensayos de laboratorio de mecanica de suelos, pavimentos, concreto y otras consultorias en obras civiles<br/>De: Ing. Elguer Huaman Sullá CIP: 166845</p> |  | <p><b>RUC: 20602693423</b></p> <p><b>BOLETA DE VENTA</b></p> <p><b>001- N° 000060</b></p> |  |
|--|--|---|--|
| <p>Urb. VICTOR ACOSTA RIOS MzAa E Lote 7 - Cel. 957400022<br/>Abancay - Abancay - Apurimac</p>   |  |   |  |
| Señor (es):  | Julietta Zamora Huamani  |   |  |
| Dirección:   |  |   |  |
|  | DIA  | MES   | AÑO  |
|  | 19   | 03  | 2022   |
| CANT.  | DESCRIPCIÓN  | P. UNITARIO   | VALOR DE VENTA   |
| 1.00   | Ensayo de Clasificación Suelo natural; Calicata C-1, C-2, C-3, C-4             |   | 380.00   |
| 1.00   | Ensayo de Proctor modificado suelo natural Calicata C-1, C-2, C-3, C-4         |   | 380.00   |
| 1.00   | Ensayo de C.B.R suelo natural, calicata C-1, C-2, C-3, C-4.                    |   | 600.00   |
| 1.00   | Ensayo de Clasificación adicionando 10% 15% y 20% Concreto reciclado.          |   | 450.00   |
| 1.00   | Ensayo de Proctor modificado adicionando 10%, 15% y 20% de Concreto Reciclado. |   | 450.00   |
| 1.00   | Ensayo de C.B.R Adicionando 10%, 15% y 20% de Concreto Reciclado.              |   | 740.00   |
| <p>Av. Juan Pablo an - Urb. Victor Acosta Rios Tamburco - Cel. 983950079<br/>RUC: 20602693423 F. I. 29/12/2021<br/>Serie 001 del N° 000001 al 000100</p>   |  | <p>CANCELADO</p> <p>19, 03, 2022</p>  | <p>GRACIAS POR SU PREFERENCIA</p> <p>TOTAL S/ 3,000.00</p> <p><b>USUARIO</b></p> |

## Anexo N° 11: Análisis de precios unitarios (APU) y Presupuesto

S10

Página :

1

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto                    0102005    "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021"

Subpresupuesto                001 AFIRMADO 0.30 M

Partida                        01.01                            COSTO DEL AFIRMADO NORMAL DE 0.30 m

Rendimiento                **m3/DIA**                            MO. **300.0000**                            EQ. **300.0000**                            Costo unitario directo por : m3                            **93.84**

| Código              | Descripción Recurso                   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/.   | Parcial S/. |
|---------------------|---------------------------------------|--------|-----------|----------|--------------|-------------|
| <b>Mano de Obra</b> |                                       |        |           |          |              |             |
| 0101010005          | PEON                                  | hh     | 3.0000    | 0.0800   | 17.28        | 1.38        |
| 01010100060001      | OPERADOR DE EQUIPO PESADO             | hh     | 3.0000    | 0.0800   | 24.22        | 1.94        |
|                     |                                       |        |           |          | <b>3.32</b>  |             |
| <b>Materiales</b>   |                                       |        |           |          |              |             |
| 0207040001          | MATERIAL GRANULAR (AGREGADO NATURAL)  | m3     |           | 1.2500   | 60.00        | 75.00       |
|                     |                                       |        |           |          | <b>75.00</b> |             |
| <b>Equipos</b>      |                                       |        |           |          |              |             |
| 03010400030002      | MOTOBOMBA 3" (7 HP)                   | día    | 1.0000    | 0.0033   | 10.00        | 0.03        |
| 03011900020002      | RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25 | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 180.00       | 4.81        |
| 03012000010002      | MOTONIVELADORA FIAT FG-85A            | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 260.00       | 6.94        |
| 03012200050002      | CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)         | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 140.00       | 3.74        |
|                     |                                       |        |           |          | <b>15.52</b> |             |

## Presupuesto

Presupuesto            0102005        "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES,  
CARRETERA OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021"

Subpresupuesto        001            AFIRMADO 0.30 M

Cliente                ZAMORA HUAMANI JULIETA

Lugar                  APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY

| Item  | Descripción                                  | Und. | Metrado  | Precio S/. | Parcial S/.       |
|-------|--|------|----------|------------|-------------------|
| 01    | AFIRMADO                                     |      |          |            | 253,368.00        |
| 01.01 | COSTO DEL AFIRMADO NORMAL DE 0.30 m          | m3   | 2,700.00 | 93.84      | 253,368.00        |
|       | <b>COSTO DIRECTO</b>                         |      |          |            | <b>253,368.00</b> |
|       | <b>IGV 18%</b>                               |      |          |            | <b>45,606.24</b>  |
|       | =====  |      |          |            | =====             |
|       | <b>SUB TOTAL</b>                             |      |          |            | <b>298,974.24</b> |
|       | <b>GASTOS GENERALES 10%</b>                  |      |          |            | <b>29,897.42</b>  |
|       | <b>GASTOS DE SUPERVISION 5%</b>              |      |          |            | <b>14,948.71</b>  |
|       | <b>GASTOS ADMINISTRATIVOS (EXP. TECNICO)</b> |      |          |            | <b>12,830.00</b>  |
|       | =====  |      |          |            | =====             |
|       | <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                     |      |          |            | <b>356,650.37</b> |



## Presupuesto

Presupuesto            0102005        "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES,  
CARRETERA OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021"

Subpresupuesto       002            ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE AL 10% CR

Cliente                ZAMORA HUAMANI JULIETA

Lugar                  APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY

| Item  | Descripción  | Und. | Metrado  | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------|--|------|----------|------------|-------------|
| 02    | ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-10%                    |      |          |            | 249,993.00  |
| 02.01 | COSTO DE ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-10%, E=0.30 m | m3   | 2,700.00 | 92.59      | 249,993.00  |
|       | COSTO DIRECTO  |      |          |            | 249,993.00  |
|       | IGV 18%  |      |          |            | 44,998.74   |
|       | =====  |      |          |            | =====       |
|       | SUB TOTAL  |      |          |            | 294,991.74  |
|       | GASTOS GENERALES 10%                                       |      |          |            | 29,499.17   |
|       | GASTOS DE SUPERVISION 5%                                   |      |          |            | 14,749.59   |
|       | GASTOS ADMINISTRATIVOS (EXP. TECNICO)                      |      |          |            | 12,830.00   |
|       | =====  |      |          |            | =====       |
|       | TOTAL PRESUPUESTO  |      |          |            | 352,070.50  |

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0102005** "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021"

Subpresupuesto **003** ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE AL 15% CR

Partida **03.01** COSTO DE ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-15%, E=0.30 m

Rendimiento **m3/DIA** **300.0000** EQ. **300.0000** Costo unitario directo por : m3 **91.96**

| Código              | Descripción Recurso                   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/.  |
|---------------------|---------------------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b> |                                       |        |           |          |            |              |
| 0101010005          | PEON                                  | hh     | 3.0000    | 0.0800   | 17.28      | 1.38         |
| 01010100060001      | OPERADOR DE EQUIPO PESADO             | hh     | 3.0000    | 0.0800   | 24.22      | 1.94         |
|                     |                                       |        |           |          |            | <b>3.32</b>  |
| <b>Materiales</b>   |                                       |        |           |          |            |              |
| 02070100010006      | CONCRETO RECICLADO CHANCADO DE 1/2"   | m3     |           | 0.1880   | 50.00      | 9.40         |
| 0207040001          | MATERIAL GRANULAR                     | m3     |           | 1.0620   | 60.00      | 63.72        |
|                     |                                       |        |           |          |            | <b>73.12</b> |
| <b>Equipos</b>      |                                       |        |           |          |            |              |
| 03010400030002      | MOTOBOMBA 3" (7 HP)                   | dia    | 1.0000    | 0.0033   | 10.00      | 0.03         |
| 03011900020002      | RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25 | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 180.00     | 4.81         |
| 03012000010002      | MOTONIVELADORA FIAT FG-85A            | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 260.00     | 6.94         |
| 03012200050002      | CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)         | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 140.00     | 3.74         |
|                     |                                       |        |           |          |            | <b>15.52</b> |

Fecha : 21/05/2022 20:56:16

## Presupuesto

Presupuesto                    0102005                    "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021"

Subpresupuesto            003                    ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE AL 15% CR  
 Cliente                    ZAMORA HUAMANI JULIETA  
 Lugar                      APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY

| Item  | Descripción  | Und. | Metrado  | Precio S/. | Parcial S/.       |
|-------|--|------|----------|------------|-------------------|
| 03    | ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-15%                    |      |          |            | 248,292.00        |
| 03.01 | COSTO DE ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-15%, E=0.30 m | m3   | 2,700.00 | 91.96      | 248,292.00        |
|       | <b>COSTO DIRECTO</b>                                       |      |          |            | <b>248,292.00</b> |
|       | <b>IGV 18%</b>   |      |          |            | <b>44,692.56</b>  |
|       | =====  |      |          |            | =====             |
|       | <b>SUB TOTAL</b>   |      |          |            | <b>292,984.56</b> |
|       | <b>GASTOS GENERALES 10%</b>                                |      |          |            | <b>29,298.46</b>  |
|       | <b>GASTOS DE SUPERVISION 5%</b>                            |      |          |            | <b>14,649.23</b>  |
|       | <b>GASTOS ADMINISTRATIVOS (EXP. TECNICO)</b>               |      |          |            | <b>12,830.00</b>  |
|       | =====  |      |          |            | =====             |
|       | <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                                   |      |          |            | <b>349,762.25</b> |

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021"

Subpresupuesto 004 ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE AL 20% CR

Partida 04.01 COSTO DE ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-20%, E=0.30 m

Rendimiento m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m3 **91.34**

| Código              | Descripción Recurso                   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/.   | Parcial S/. |
|---------------------|---------------------------------------|--------|-----------|----------|--------------|-------------|
| <b>Mano de Obra</b> |                                       |        |           |          |              |             |
| 0101010005          | PEON                                  | hh     | 3.0000    | 0.0800   | 17.28        | 1.38        |
| 01010100060001      | OPERADOR DE EQUIPO PESADO             | hh     | 3.0000    | 0.0800   | 24.22        | 1.94        |
|                     |                                       |        |           |          | <b>3.32</b>  |             |
| <b>Materiales</b>   |                                       |        |           |          |              |             |
| 02070100010006      | CONCRETO RECICLADO CHANCADO DE 1/2"   | m3     |           | 0.2500   | 50.00        | 12.50       |
| 0207040001          | MATERIAL GRANULAR                     | m3     |           | 1.0000   | 60.00        | 60.00       |
|                     |                                       |        |           |          | <b>72.50</b> |             |
| <b>Equipos</b>      |                                       |        |           |          |              |             |
| 03010400030002      | MOTOBOMBA 3" (7 HP)                   | día    | 1.0000    | 0.0033   | 10.00        | 0.03        |
| 03011900020002      | RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25 | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 180.00       | 4.81        |
| 03012000010002      | MOTONIVELADORA FIAT FG-85A            | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 260.00       | 6.94        |
| 03012200050002      | CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)         | hm     | 1.0000    | 0.0267   | 140.00       | 3.74        |
|                     |                                       |        |           |          | <b>15.52</b> |             |

## Presupuesto

Presupuesto            0102005            "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CAMINOS VECINALES, CARRETERA OSNOMOCCO - ATUMPATA ALTA, ABANCAY, APURIMAC 2021"

Subpresupuesto        004            ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE AL 20% CR  
 Cliente                ZAMORA HUAMANI JULIETA  
 Lugar                  APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY

| Item  | Descripción  | Und. | Metrado  | Precio S/. | Parcial S/.       |
|-------|--|------|----------|------------|-------------------|
| 04    | ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-20%                    |      |          |            | 246,618.00        |
| 04.01 | COSTO DE ESTABILIZACION DE LA SUB RAZANTE CR-20%, E=0.30 m | m3   | 2,700.00 | 91.34      | 246,618.00        |
|       | <b>COSTO DIRECTO</b>                                       |      |          |            | <b>246,618.00</b> |
|       | <b>IGV 18%</b>   |      |          |            | <b>44,391.24</b>  |
|       | =====  |      |          |            | =====             |
|       | <b>SUB TOTAL</b>   |      |          |            | <b>291,009.24</b> |
|       | <b>GASTOS GENERALES 10%</b>                                |      |          |            | <b>29,100.92</b>  |
|       | <b>GASTOS DE SUPERVISION 5%</b>                            |      |          |            | <b>14,550.46</b>  |
|       | <b>GASTOS ADMINISTRATIVOS (EXP. TECNICO)</b>               |      |          |            | <b>12,830.00</b>  |
|       | =====  |      |          |            | =====             |
|       | <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                                   |      |          |            | <b>347,490.62</b> |