



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del cemento y aditivo con-aid sobre las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la avenida industrial, Puno 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

#### **AUTORES:**

Barra Mollocondo, Christian Nikolay (ORCID: 0000-0002-6484-1533)

Calsin Apaza, Jenner Carlos (ORCID: 0000-0001-8453-1922)

#### **ASESOR:**

M(o). De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (ORCID: 0000-0003-0254-301X)

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

CALLAO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este arduo esfuerzo a nuestra familia, artífices principales de este deseo de superación y triunfo en la vida. Y a todos aquellos que nos apoyaron en la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos el enorme apoyo hecho por nuestras familias en esta etapa de nuestra formación profesional.

A la Universidad César Vallejo por contribuir en esta etapa de crecimiento profesional y cumplimiento de nuestras metas.

Queremos agradecer a nuestro asesor Mg. Ing. Sleyther Arturo de la Cruz Vega por compartirnos su experiencia y conocimientos, su apoyo profesional nos permite alcanzar estos objetivos siendo tan anhelados de nuestra parte.

Y agradecemos a todos aquellos que de algún modo u otro nos ayudaron en el desarrollo de esta tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.- MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>II.- METODOLOGÍA</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación:</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Variables y Operacionalización:</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:</b>	<b>12</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Procedimientos:</b>	<b>14</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos:</b>	<b>28</b>
<b>3.7. Aspectos éticos:</b>	<b>29</b>
<b>IV.- RESULTADOS</b>	<b>31</b>
<b>V.- DISCUSIÓN</b>	<b>59</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>VII.- RECOMENDACIONES</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 1: Declaratoria de autenticidad (autores)</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 2: Declaratoria de autenticidad (asesor)</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables</b>	<b>71</b>

<b>ANEXO 4: Resultados de los ensayos en el Laboratorio de Suelos</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 5: Certificados de Calibración de los Equipos de Laboratorio usados</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO 6: Panel Fotográfico</b>	<b>136</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Volumen y peso de cemento .....	27
Tabla 2 Contenido de Humedad (%) .....	31
Tabla 3 Cálculos de granulometría del suelo natural.....	32
Tabla 4 Calculo del Limite Liquido del suelo natural.....	33
Tabla 5 Calculo del Limite Plástico del suelo natural.....	34
Tabla 6 Resultados de limite líquido, limite plástico y índice de plasticidad. ....	35
Tabla 7 Calculo compactación y humedad del suelo.....	36
Tabla 8 resultados de la densidad máxima seca y contenido de humedad optimo. .....	36
Tabla 9 Calculo de C.B.R.....	37
Tabla 10 Calculo de contenido de humedad. ....	37
Tabla 11 Calculo de expansión .....	38
Tabla 12 Calculo de Penetración. ....	38
Tabla 13 Resumen de los ensayos del suelo natural .....	39
Tabla 14 Calculo del ensayo LL y LP del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.....	40
Tabla 15 resultados del suelo natural + 6 de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	41
Tabla 16 Calculo de Proctor del suelo natural + 6 de cemento + 0.007lts de con- aid. ....	41
Tabla 17 Resultados de la densidad máxima seca y contenido de humedad optimo. ....	42
Tabla 18 Calculo del ensayo de relación de soporte de california (c.b.r) del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	42
Tabla 19 Calculo de contenido de humedad. ....	43
Tabla 20 Calculo de expansión. ....	43
Tabla 21 Calculo de penetración.....	44
Tabla 22 Resumen de los ensayos del suelo natural + 6 de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	45
Tabla 23 Calculo de limite líquido y limite plástico del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	46
Tabla 25 Resultados de LL y LP del suelo natural + 7.2% cemento + 0.007lts con- aid. ....	46
Tabla 26 Ensayo de Proctor del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	47
Tabla 27 Resultados de densidad máxima seca y contenido húmedo optimo. ....	47
Tabla 28 Calculo del ensayo de relación de soporte de california (c.b.r) del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	48
Tabla 29 calculo contenido de humedad. ....	49
Tabla 30 Calculo expansión. ....	49

Tabla 31 Resumen de los ensayos del suelo natural + 7.2 de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	50
Tabla 32 Calculo de ensayo limite líquido y limite plástico del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	51
Tabla 33 Resultados de LL y LP del suelo natural + 8.4% cemento + 0.007lts con-aid.....	52
Tabla 34 Calculo del ensayo de Proctor del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid.....	52
Tabla 35 Resultado de la densidad máxima seca y contenido húmedo optimo. ....	53
Tabla 36 Calculo ensayo de relación de soporte de california (c.b.r) del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	54
Tabla 37 Calculo de contenido de humedad .....	54
Tabla 38 Calculo de expansión. ....	55
Tabla 39 Calculo de penetración.....	55
Tabla 40 Resumen de los ensayos del suelo natural + 7.2 de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	56
Tabla 41 Resumen de cálculos de compresión simple con dosificaciones 6%, 7.2% y 8.4% de cemento y 3% de con-aid. ....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inicio de la ruta Km.0+00.....	14
Figura 2 estado de la carretera Km. 0+200.....	15
Figura 3 Estado de la carretera en el Km. 0+500.....	15
Figura 4 Vista trasera del ESSALUD Puno en la avenida industrial Km. 1+100.....	16
Figura 5 Vista de canales en mal estado Km. 1+300.....	16
Figura 6 Vista Km 0+00 en la avenida industrial.....	16
Figura 7 Vista del Km. 1+00 de la avenida industrial.....	17
Figura 8 Vista del Km. 0+400 de la avenida industrial.....	17
Figura 9 Coordenadas de la calicata 01 con el GPS navegador Garmin etrex 20.....	18
Figura 10 Extracción de material de la carretera de la calicata C-01 Km. 0+400.....	18
Figura 11 Ensayo de humedad del suelo natural.....	19
Figura 12 ensayo de granulometría.....	20
Figura 13 Ficha técnica de dosificaciones del con-aid.....	21
Figura 14 Dosificación del cemento, con-aid y agua.....	22
Figura 15 Ensayo de Limite Liquido.....	22
Figura 16 Ensayo de Limite Plástico.....	23
Figura 17 Ensayo Proctor Modificado.....	23
Figura 18 Ensayo C.B.R penetración.....	24
Figura 19 Ensayo C.B.R. Expansión.....	25
Figura 20 Probetas de dosificación D6, D7.2 Y D8.4.....	28
Figura 21 Rotura de probetas del ensayo compresión simple.....	28
Figura 22 Grafico de la curva granulométrica.....	33
Figura 23 Grafico del ensayo Limite Liquido.....	34
Figura 24 Carta de plasticidad SUCS.....	35
Figura 25 Carta de Plasticidad AASHTO.....	35
Figura 26 Grafico relación densidad seca y % de humedad.....	36
Figura 27 Grafico de resultados del C.B.R del suelo natural.....	39
Figura 28 Grafico de LL del suelo natural + 6 cemento + 0.007lts de con-aid.....	40
Figura 29 Grafico de la compactación y humedad del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.....	42
Figura 30 Grafico de C.B.R del suelo natura + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.....	45
Figura 31 Grafico de LL y LP del suelo natural + 7.2% cemento + 0.007lts con-aid.....	46
Figura 32 Grafico de la compactación y humedad del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid.....	47
Figura 33 Gráficos del C.B.R. del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007 lts de con-aid.....	50



Figura 34 Grafico de LL y LP del suelo natural + 8.4% cemento + 0.007lts con-aid .....	51
Figura 35 Calculo y grafico de la compactación y humedad del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid. ....	53
Figura 36 Gráficos del C.B.R. del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007 lts de con-aid.....	56

## RESUMEN

La finalidad de este trabajo investigativo fue describir la incidencia del cemento y aditivo con-aid en las características de suelos arcilloso en la avenida industrial Puno 2022.

La metodología es de tipo aplicada, diseño de investigación experimental puro y enfoque de desarrollo cuantitativo, analizaremos las propiedades físicas naturales del suelo con las dosificaciones propuestas por los investigadores.

La población del proyecto tiene como lugar de estudio la avenida industrial, la cual está ubicada entre la avenida Panamericana este hasta la avenida Condoruma con una longitud de 2.73 km. El espécimen para el desarrollo de la investigación fue de 01 calicata, tomando como punto de estudio la parte más crítica.

Se concluye que el suelo de estudio era de composición arcillosa de baja plasticidad obteniendo los siguientes valores IP de 26%, un grado de compactación con una densidad máxima de compactación de 1.453gr/cm<sup>3</sup> con contenido óptimo de 23% y un CBR de 4.8%, las dosificaciones planteadas fueron acertadas teniendo mejoras en el índice de plasticidad disminuyendo en un 5%, la densidad máxima seca incremento en un 22.71%, se redujo en 12.43% el óptimo contenido de humedad y el CBR tuvo una mejora de un 208.33% en comparación al suelo natural.

Palabras clave: estabilización, con-aid, cemento, subrasante, suelo arcilloso.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research work was to describe the incidence of cement and con-aid additive in the characteristics of clayey soils in the industrial avenue Puno 2022.

The methodology is applied, pure experimental research design and quantitative development approach, we will analyze the natural physical properties of the soil with the dosages proposed by the researchers.

The project population has as study site the industrial avenue, which is located between the Panamerican Avenue east to Condorama Avenue with a length of 2.73 km. The specimen for the development of the investigation was 01 test pit, taking the most critical part as the study point.

It was concluded that the study soil had a clayey composition of low plasticity, obtaining the following IP values of 26%, a degree of compaction with a maximum compaction density of 1,453gr/cm<sup>3</sup> with an optimum content of 23% and a CBR of 4.8%, the proposed dosages were successful with improvements in the plasticity index decreasing by 5%, the maximum dry density increased by 22.71%, the optimum moisture content was reduced by 12.43% and the CBR had an improvement of 208.33% compared to the natural soil.

Keywords: stabilization, con-aid, cement, subgrade, clay soil.

## I.- INTRODUCCIÓN

En el mundo el mayor problema que enfrenta un ingeniero civil en sus actividades realizadas en campo, es trabajar con suelos inestables ya que estas no cumplen con algunas de las especificaciones establecidas sobre estas, ya sean en el caso de un pavimento. Para suelos que no establezcan ciertas normas mínimas es necesario remover materiales inestables para sustituirlo por otro material con excelentes características físico mecánicas, lo que implica costos en la ejecución del proyecto.

La estabilización y mejora de suelos en la práctica de la ingeniería, especialmente en carreteras, la técnica en mención es ampliamente utilizada para mejorar las propiedades físico mecánicas de los suelos. Este proceso ha cumplido diversos requisitos, como la resistencia a los esfuerzos normales, a la deformación o compresión, la estabilidad que hay en presencia de agua, entre otros, tanto para una buena resistencia mecánica del suelo como en la estructura para la que está diseñado a lo largo de su vida útil.

Los suelos arcillosos son muy susceptibles a problemas vinculados con la inestabilidad de los suelos por ganancia o pérdida de agua. Para ello hay diferentes métodos para poder estabilizar distintos tipos de suelos; cada uno de estos métodos utiliza diferentes estabilizantes, entre los que se encuentran: cemento portland, cal, resinas y polímeros, productos asfálticos, ácidos orgánicos, sales, entre otros.

En el Perú actualmente, el gobierno está implementando un activo programa dirigido al desarrollo vial, este viene siendo llevado a través de construcciones y rehabilitaciones en la red vial del Perú. En este programa se incluye el uso de unos estabilizadores como un insumo imprescindible para poder darle una mayor vida útil y así lograr una red vial duradera.

La construcción de infraestructura vial cada vez más desarrollada requiere materiales de buena calidad de construcción para poder garantizar un buen nivel de servicio vial, al implementar este tipo de infraestructura por el bien del tráfico, en esta etapa hay tipos de suelo que no son aptos para una buena cimentación porque sus propiedades de dicho suelo no garantizan la estabilidad de la superficie de la carretera, por lo que se eliminan y, por lo tanto, se reemplazan con materiales de construcción de alta calidad, beneficiando al tráfico rodado y población en general.

Puno es una localidad de topografía mixta muy característica que se origina en las altas montañas de la cordillera occidental y oriental de los andes, donde el sitio del proyecto se encuentra en la ciudad de Puno, específicamente en la avenida industrial tramo desde la avenida Panamericana este hasta la avenida Condoruma.

Esta avenida es una vía principal en el centro poblado de Salcedo en la ciudad de Puno, ya que da acceso al establecimiento de ESSALUD de la ciudad, es una vía de conexión entre las calles y jirones, actualmente es una carretera afirmada que se encuentra en mal estado, debido a la inestabilidad de los suelos provocando molestias a vecinos y transportistas, dificultad de tránsito y accidentes de tránsito por la inadecuada infraestructura vial.

Analizando nuestra realidad problemática planteamos **nuestro problema general**: ¿De qué manera influye el cemento y aditivo cona-id en las propiedades físico mecánicas en los suelos arcillosos de la avenida Industrial, Puno 2022?, como **primer problema específico**: ¿Cómo influye el cemento y aditivo con-aid en los porcentajes del índice de plasticidad de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022?, como **segundo problema específico**: ¿Cómo influye el cemento y aditivo con-aid en la densidad máxima seca de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022?, como **tercer problema específico**: ¿Cómo influye el cemento y aditivo con-aid en la resistencia de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022?.

Para el presente proyecto de investigación se tiene como **justificación teórica**, en esta investigación se desarrollará con el fin de poder aportar conocimientos prácticos para poder mejorar y estabilizar los suelos para que pueda usarse en la

subrasante y/o sub-base, por lo cual los resultados obtenidos de este proyecto puedan ser usados como una propuesta o como medio de solución para poder estabilizar los suelos arcillosos. Para ello primero se analizará una dosificación entre el cemento y el aditivo con-aid para poder lograr mejorar y estabilizar la subrasante en los suelos arcillosos incorporando cemento y el aditivo con-aid. Y como **justificación técnica**, para el uso del cemento y aditivo con-aid se justifica técnicamente porque favorecerá a obtener un alto rendimiento y también elevar su capacidad de soporte en la subrasante en puntos críticos de suelos finos y bajo costo para poder minimizar los costos de transportes de afirmados y otros, obteniendo el aumento de la densidad del suelo, reduciendo problemas, aumentando y mejorando la capacidad de soporte (%CBR), aumentando la resistencia a la compresión, la presente tesis radica en solucionar los problemas de la deformación que sufren los suelos arcillosos y limosos, estas que producen fallas de tracción y compresión debilitamiento de la compresibilidad y posteriormente el colapso de la estructura.

Y como **justificación social**, en el avance tanto económico y social de esta zona en particular se vincula con el desarrollo del ámbito tales como: económico, social y cultural, los habitantes de esta zona en donde existen muchas vías de comunicación vinculadas a la avenida industrial, ya que estas se encuentran afectados por el deterioro de la carretera afirmada de la avenida industrial ya que esta se ve afectada por los factores climáticos (lluvias) ya que esta se encuentra ubicada en la zona sierra, por tipo de suelo y el transporte pesado. Actualmente, contamos con nuevas tecnologías relacionadas con estabilizadores para diferentes suelos, por lo que en este estudio buscamos utilizar una de estas tecnologías para mejorar la economía; reducción de costos de mantenimiento y construcción en rutas de bajo tráfico, beneficiando directamente a los vecinos de la avenida industrial en el centro de Salcedo, Puno.

Como **objetivo general** tenemos, determinar la influencia del cemento y aditivo con-aid en las propiedades físico mecánicas de suelos arcilloso en la avenida industrial, Puno 2022; **y como primer objetivo específico** determinar la influencia del cemento y aditivo con-aid en los porcentajes del índice de plasticidad de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022, **y como segundo objetivo**

**específico** determinar la influencia del cemento y aditivo con-aid en la máxima densidad seca de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022; **y como tercer objetivo específico**, determinar la influencia del cemento y aditivo con-aid en la resistencia de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022.

En el presente proyecto de investigación se plantea como **hipótesis general** la influencia cemento y aditivo con-aid para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022, **y sus hipótesis específicas** es la influencia del cemento y aditivo con-aid en los porcentajes del índice de plasticidad de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022. El efecto e influencia del cemento y aditivo con-aid en la máxima densidad seca de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022. El efecto e influencia cemento y aditivo con-aid en la resistencia de los suelos arcillosos en la avenida industrial, Puno 2022.

## II.- MARCO TEORICO

Ospina, Chaves y Jiménez (2020) en su artículo: *Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero*. Tuvo como objetivo: evaluar el cómo se comportaban las mezclas de suelo un arcilloso a través del acrecentamiento de residuos del acero, realizando una comparación entre sus principales cualidades para el área de superficie de la vía. La metodología aplicada fue del tipo experimental cuantitativo.

Llego a la conclusión de que el aditivo de escoria de acero trabaja muy bien materiales cohesivos, disminuyendo su plasticidad hasta 0% e incrementaba su valor de CBR en un 378.92% esto debido a que ambos materiales trabajan bien en conjunto. Se observa que la estructura química del (SiO<sub>2</sub>) y del (CaO), ambos de estos compuestos utilizados para subir la estabilización. Estos elementos empleados tienen una reacción que, al haber un roce con un líquido, generan una reacción expansiva en el material esto por consecuencia de la hidratación del material, lo que por siguiente ocasiona la mejora de la subrasante.

Gavilanes (2015) en su tesis para optar el título de ingeniero civil. Titulado: *Estabilización y mejoramiento de subrasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba barrio colinas del sur*. Con el objetivo: Investigar y analizar los atributos característicos de un terreno estabilizado, adicionando los materiales de cemento y cal con distintas dosificaciones para determinar la estabilización del componente presente en la subrasante de la vía. La metodología de aplicación para la tesis fue mixta.

Llego a la conclusión que, al estudiar los datos recolectados en laboratorio, la materia de estudio de la subrasante es un suelo característico de limo y arena, y cumpliendo las normas de carácter internacional se recomienda efectuar la estabilización con cemento. Según los resultados de índice de plasticidad obtenido, la plasticidad disminuye en cada dosificación de suelo propuesto con distinto porcentaje con respecto a la muestra sin aditivos. Se observo lo mismo con el



ensayo de índice de plasticidad, el cual se veía reducido significativamente por cada porcentaje de cemento. En cuanto a las propiedades para la compactación del suelo sin alterar y aquellos mejorados con cemento, los resultados fueron similares, ya que se pudo apreciar un aumento en densidad al ser compactado y su saturación ideal requerida disminuía. Llegando a concluir que el uso de cemento para la estabilización de suelos era ventajoso y lograba disminuir el gasto económico en construcciones, ya que aquellos suelos a los que se le añadía cemento incrementaban su capacidad de soporte.

Lozano, Ruiz y Carlos (2015) en su tesis aplicando al título de especialista en ingeniería de pavimentos. Titulado: *Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico*. Con el objetivo: fijar las mejoras en la resistencia y disminuir la plasticidad que se obtiene al adicionar un aditivo orgánico a un suelo de la subrasante. La metodología aplicada es de diseño experimental

Llego a concluir, el material aglutinante empleado para estabilizar y/o mejorar el trabajo supero y cumplió las expectativas previstas. En el caso de la densidad esta creció sustancialmente y se obtuvo una saturación de suelos optima. Con respecto a las pruebas hechas para el cbr, se obtuvo un cbr de 2.2% al iniciar la prueba y 8.8% luego de estabilizarla con el aditivo lo cual fue una mejora considerable para la resistencia del suelo. Al inicio del ensayo de la compresión inconfiada el suelo tenía una consistencia blanda y luego de la estabilización tuvo una consistencia fuerte. El uso del aditivo orgánico minimiza el uso de los costos triturados y consecuentemente se acrecentó la calidad del terreno aumentando su vida útil de la carretera. Esto además reduce el coste del mantenimiento de la vía ya que aumenta la capacidad portante de la base y la subbase, reduciendo la absorción con respecto a los líquidos externos y reduciendo su erosión del suelo.

Sangama y Morales (2018) en su tesis para optar el **título** de ingeniero civil. Titulado: *Conservación de superficie de rodadura utilizando el aditivo Con-Aid súper en la carretera departamental tramo: Emp. sm-100 - alto roque - buena vista, km. 6+000 al km 6+800. distrito de San Martin de Alao - provincia del dorado - San Martin*. Con el objetivo: Hallar si la adición con el compuesto con-aid brindaría

mejoras en las cualidades de la vía alargando su vida y reduciendo los continuos mantenimientos. La metodología aplicada fue de diseño experimental aplicada.

Llego a la conclusión que al agregarle la sustancia química con-aid mejoraba los atributos del suelo. Se precisó la composición física del suelo, su grado de compacidad máximo y el óptimo contenido de agua para el suelo sin añadidos químicos y para los otros con dosificación, también se buscó hallar la capacidad portante del terreno, se realizó la clasificación de granulometría de la muestra extraída y en aquellos ensayos que incluían el componente químico añadido lograron obtener óptimos resultados. Además, se tuvieron mejores resultados en las pruebas de CBR aumentando su valor de soporte y resistencia. Debido a las pruebas hechas y verificación de datos recolectados se precisó que la tipografía del suelo más una dosificación óptima del componente químico mejoran considerablemente sus características.

Cabrera y Dios (2020) en su tesis para optar el título de ingeniero civil. Titulado: *Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida pradera, urbanización la pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque*. Con el objetivo: Hallar y analizar la influencia del cloruro de calcio al añadirsele al suelo de estudio. La metodología tiene un enfoque cuantitativo.

Llego a concluir que de acuerdo a los resultados analizado de parte del laboratorio indicaban que la adición del cloruro cálcico mejoraba considerablemente la capa de rodado en la vía estudiada superando los mínimos establecidos del CBR en cada dosificación de porcentaje que se añadía a la muestra. Del mismo modo se obtuvieron mejoras en las cualidades constitutivas del suelo investigado, además también se logró incrementar la densidad del suelo. Por otro lado, según lo hallado en la resistencia soportante del terreno, esta resulto verse incrementada en gran medida obteniéndose resultados que mejoraban con cada aplicación del porcentaje de 3% del componente de cloruro de calcio.

Velarde (2015) en su tesis para optar el título de ingeniero civil. Titulado: *Aplicación de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento*. Con

el objetivo: Determinar su firmeza frente a la compresión de suelos de composición mayormente arcillosa estabilizándolos con cemento y cal aplicando resultados metódicos en la superficie de respuesta. La metodología aplicada es de enfoque cuantitativo.

Llego a la conclusión que, si era factible implementar la estrategia de trabajo en la superficie de respuesta con los componentes de cal y cemento, puesto que se obtuvieron resultados elevados a comparación de aquellos suelos que no incluían estabilizantes. Con respecto al coeficiente de determinación estos son aceptables en el área investiga ( $R^2 > 0.50$ ), esto no sucedía al otro extremo contrario de la ciudad siendo ( $R^2 < 0.50$ ) lo que lleva a concluir que la composición del área de estudio puede modificarse a fin de llegar a uno óptimos porcentajes necesarios de cemento y cal. Cabe considerarse que lo establecido por la norma de CE-020 Estabilización de suelos y taludes, nos sugiere que la cal añadida al suelo no debe exceder el 8% ya que a partir de este porcentaje se incrementara la plasticidad.

Suelos arcillosos son aquellos cuya composición es de silicatos hidratados de aluminio, estos toman la textura plástica si se les añade agua, esto supone que tienen elementos de gran absorción de agua.

Aditivo con-aid: Es un componente químico que optimiza la plasticidad del suelo y su tendencia a la expansión, además modifica sus propiedades de suelo hidrofílico a un suelo hidrofóbico Bada (2016)

Aditivos son productos químicos que modifican las propiedades de cualquier material al ser añadidas a este.

Afirmado es una capa de material granular que se encuentra compactada y soporta las cargas de los vehículos que transitan por esta, su extracción se hace a través de las canteras con el fin de reutilizar sus cualidades para la construcción de vías. MTC (2014)

Granulometría tiene como objetivo clasificar las dimensiones del material extraído y cuantificar el porcentaje de material pasante y el que queda retenido en cada tamiz, MTC (2016)

Ensayo de límite líquido es realizado con el fin de medir su porcentaje de humedad en la muestra inalterada usando el equipo de cuchara de Casagrande MTC (2016).

Ensayo límite plástico se realiza para determinar si el suelo tiene procedencia plástica, esto nos servirá para precisar que tan plástico es el terreno estudiado. Terronez (2018)

Humedad es la porción líquida que contiene el espécimen de suelo estudiada, pudiendo resultar desde un suelo con baja saturación a un suelo con alta saturación, mayormente los suelos con bastantes poros tienden a tener mayores partículas líquidas en su interior. Martínez (2016)

Contenido de humedad se calculará en el menor tiempo posible luego de haber sido extraída la muestra para evitar posibles alteraciones en su contenido, esto concorde a lo estipulado en el libro de texto para desarrollo de ensayos de materiales. MTC (2016).

Ensayo de Proctor modificado efectuado para ver la correlación de su densidad seca que hay entre su capacidad líquida y el grado de reducción de vacíos que tendrá el suelo, existen dos variables, el Proctor estándar y el Proctor modificado. MTC (2016)

Ensayo de CBR se realiza para precisar la presión ejercida en un área del suelo en específico, en afirmados, para construcción de terraplenes, vías. Si el resultado no es el más favorable se le añaden estabilizadores para mejorar sus propiedades. MTC (2016)

Mejoramiento de vías son obras de necesidad para la población centradas en fomentar el crecimiento poblacional, impulsando mejores condiciones de vivencia

para las personas beneficiadas. Comunican los pueblos y regiones de una nación, elevan y mejoran la red vial. Buitrago (2019)

Cemento portland es un material obtenido del proceso de pulverizar finamente el Clinker, con el objetivo de moler los elementos hasta lograr componentes finos, este se quema en un horno para luego en el proceso final añadirsele yeso. El resultado es un producto comercialmente usado en todo el mundo. Molina y Sencara (2018)

Estabilización química es la tecnología mediante la cual aplicamos un producto químico a otra sustancia para mejorar su relación frente al agua, en la actualidad existen distintos productos químicos a considerarse, pero se debe tener en cuenta su accesibilidad al producto y factor económico. F. Rivera et al. (2020)

Estabilización de suelos es el método por el cual se busca elevar la resistencia de un suelo frente a las cargas que estará sometido, esto se puede lograr mediante la adición de productos químicos con el fin de incrementar sus propiedades físicas y mecánicas.

## II.- METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

#### **Tipo de investigación**

El modelo de investigación a utilizarse en nuestro trabajo será aplicado, nuestro interés como investigadores se orienta a la solución de una problemática existente sin intención de crear nuevas teorías o conceptos.

#### **Diseño de investigación**

El análisis de la presente tesis muestra que tendrá un diseño experimental puro, analizaremos aquellos resultados recolectados agregándoles el aditivo en porcentajes planteados al suelo natural del sitio, esta adición de compuestos cambiará sus propiedades físico-mecánicas, su capacidad de soporte, y además del efecto sobre las fuerzas aplicadas a la carpeta de rodadura.

#### **Enfoque de investigación**

La presente tesis tiene un enfoque de desarrollo de investigación cuantitativa, porque se hará la recolección de datos al mejorar la subrasante, utilizaremos herramientas matemáticas y análisis estadístico en el desarrollo para el procesamiento de los datos.

### 3.2. Variables y Operacionalización:

#### **Variable cuantitativa I:**

***Propiedades de la subrasante:*** Se le conoce a la subrasante como el suelo ya compactado y listo para soportar las cargas estructurales del diseño para un

pavimento. Esta composición característica de la subrasante es el elemento primordial a considerarse a la hora del diseño de estructura de pavimento.

Su composición física no variara al verse sometidos a ensayos compactación y homogenización, pero, estas propiedades del elemento natural variaran cuando se les añada una sustancia química con la finalidad de estabilizar el suelo, como la cal, cemento, etc., u otros aditamentos químicos. Esta composición inicial del suelo se determinará mediante estudios en un laboratorio de suelos. Gil y Nuñez (2018)

#### **Variable cuantitativa II:**

**Cemento y aditivo Con-Aid:** Una vez extraída la muestra para su investigación, las pruebas serán realizadas en un laboratorio de suelos y se les añadirá un porcentaje de cemento y otro porcentaje del componente químico con-aid en litros, con el objetivo de mejorar los parámetros físicos y mecánicos de la arcilla en el área de estudio.

En el texto normado de carreteras, el apartado para pavimentos y suelos MTC (2013), este sugiere que la distribución en porcentaje para suelo-cemento se puede fijar dependiendo al tipo de suelo que vayamos a estudiar. De tal forma la compañía argentina de con-aid garantiza que 100 litros. de CON-AID Súper, alcanzan para un aproximado de 15000 m<sup>2</sup> de suelo con 15cm de espesor.

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

#### **Población:**

La población del proyecto se encuentra específicamente en la Avenida Industrial, entre la Avenida Panamericana este y Avenida Condorama del centro poblado de Salcedo – Puno, la cual cuenta con 2.7 km.

#### **Muestra:**

Como muestra para el desarrollo de investigación fue el reconocimiento de 01 calicatas hechas a cielo abierto, tomándose como puntos la parte crítica de la zona.

### **Muestreo:**

El tipo de muestreo para el nuestro trabajo de investigación es de modelo no probabilístico, puesto que las muestras que serán parte del estudio de investigación no dependen de la probabilidad, sino del juicio del investigador.

### **Unidad de análisis:**

El objeto a analizarse en nuestro trabajo de investigación será un espécimen del suelo

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

Emplearemos en nuestro trabajo la técnica de observación, porque se llevara a cabo un registro de los hechos sobre el terreno y obtener información mediante ensayos de laboratorio.

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Observación participante y/o no participante</b>	Ficha de observación

**Observación participante:** El buscador participa en el proceso de los observadores, y esto es completamente aceptado, por lo que se cree que las personas creen que lo que se observa esto no se afectaría según las acciones de la persona que observa. Campos y Lule (2012)

En el presente trabajo los investigadores realizaron la observación participante siendo participes durante la elaboración de las pruebas hechas en laboratorio con el objetivo de obtener datos para su posterior análisis.



**Ficha de observación:** Una ficha de observaciones es una herramienta de recopilación de datos que permite realizar un análisis detallado de una situación dada o del comportamiento y características de una persona. En este sentido, es una herramienta útil en muchos campos, como la docencia y la investigación científica. De manera similar, las hojas de observación se pueden usar para evaluar un problema y sugerir recomendaciones. Rojas (2021)

En el desarrollo de este estudio se recolectarán los datos en los formatos de laboratorio para cada uno de los ensayos para luego procesar datos recolectados.

### 3.5. Procedimientos:

#### Procedimiento de Recopilación de Datos.

**PRIMERO:** Para el presente proyecto de investigación nos ubicamos en la ciudad de Puno específicamente en la avenida Industrial del centro poblado de Salcedo tramo desde la avenida Panamericana, este hasta la avenida Condorama con una longitud de 2+730 Km. Actualmente es una carretera afirmada donde se encuentra bastante deteriorada tale como se muestra en las figuras:



*Figura 1 Inicio de la ruta Km.0+00*



*Figura 2 estado de la carretera Km. 0+200*



*Figura 3 Estado de la carretera en el Km. 0+500*



*Figura 4 Vista trasera del ESSALUD Puno en la avenida industrial Km. 1+100*



*Figura 5 Vista de canales en mal estado Km. 1+300*

**SEGUNDO:** Para nuestro estudio de investigación tomamos la zona más crítica, esta se encuentra entre los tramos Km. 0+00 hasta el tramo Km. 1+00.



*Figura 6 Vista Km 0+00 en la avenida industrial*



*Figura 7 Vista del Km. 1+00 de la avenida industrial.*

**TERCERO:** Se optó por un área en específico al momento de realizar la extracción de la cual sería nuestra muestra de suelo base que fue en el Km 0+400.



*Figura 8 Vista del Km. 0+400 de la avenida industrial*

**CUARTO:** Procedimos a excavar la calicata en el Km. 0+400 en la avenida industrial, la cual contaría de 1.5m. de profundidad, respecto a la vía de la rasante, luego se procedió a cubrir la calicata para evitar accidentes o

cualquier incidente posteriormente. El lugar de extracción de la muestra fue N: 8244730, E: 392818, Datum WGS84, del cual se obtuvo de un navegador GARMIN ETREX 20.



*Figura 9 Coordenadas de la calicata 01 con el GPS navegador Garmin etrex 20*



*Figura 10 Extracción de material de la carretera de la calicata C-01 Km. 0+400*

**QUINTO:** Se procedió a llevar las muestras al laboratorio de suelos que se encuentra en la ciudad de Juliaca-puno denominado **MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C. Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto** ubicado en: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Manzana. B26 Lote. 7B - Juliaca – Puno.

**SEXTO:** Se procedió hacer los ensayos de laboratorio, como primer ensayo se procedió a sacar el contenido de humedad del suelo natural, pesando la muestra húmeda para luego meterlo al horno luego determinar su contenido de humedad.



*Figura 11 Ensayo de humedad del suelo natural*

**SETIMO:** Se procedió hacer el ensayo de granulometría, en primera instancia se tomó aproximadamente 500gr. se realizó un cuarteo del cual consiste el partir dicho material en cuatro partes iguales, luego se procedió a secarlas naturalmente para luego pesarlas en la balanza electrónica, ya pesado enseguida se procedió al lavado del material en la malla N°200, esto con el fin de eliminar material fino, hasta que el agua llegue a ser clara. Terminado este proceso, luego se procedió a pesar la muestra y continuar con el ensayo de granulometría con el respectivo orden de mallas, luego se procedió a pesar el material retenido.



*Figura 12 ensayo de granulometría*

**OCTAVO:** En esta fase se procedimos a realizar los ensayos añadiendo cemento y aditivo con-aid para ello se hizo la dosificación guiándonos del manual de carreteras (MTC 2013) con porcentajes de cemento 10%-14%, donde consideramos los porcentajes de 10%, 12% y 14%, sin embargo, en la ficha técnica de la empresa CON-AID Argentina S.A.C. donde nos afirma que; para la estabilización con el aditivo con-aid nos indica reducir la Cal en un 50% y el cemento en un 40%.

Dicho esto, reducimos el porcentaje del cemento en un 40% siendo estos 6%, 7.2% y 8.4% de cemento. Y para la dosificación del aditivo con-aid nos basamos en la ficha técnica de dosificaciones del CON-AID tal como se muestra:

### Dosificación de CON-AID Súper:

1) Diluir la cantidad de estabilizador determinada (suministrada **Con-Aid Argentina S.A.** en cada caso – con un rango de **2,5 a 4cm<sup>3</sup>**-) en **1000 cm<sup>3</sup>** de agua potable. Esta solución agua-producto formada, será el total a aplicar en 100kg de suelo seco.

2) Es decir, que por **cada Kg. de suelo seco** a ensayar se deberán aplicar **10cm<sup>3</sup> de esta solución.**

3) Esto formara parte del agua total necesaria para llevar el suelo a la humedad de compactación (Proctor en suelo mas estabilizador). Se recomienda humedecer primero con agua sola hasta aproximarse a dicha humedad y finalizar con la adición de la solución agua-producto conformada, según los kgs. que se están preparando.

**Nota:** La dosificación en laboratorio entre 2,5 a 4cm<sup>3</sup>, representa una dosificación en campo de entre **0,006lts/m<sup>2</sup> a 0,008 lts/m<sup>2</sup> (0,15m de espesor)**, considerando un valor de Proctor promedio de 1300kg/m<sup>3</sup>. Este es el rango de dosificación mas usual.

#### Recomendaciones:

- Se recomienda poner todo el suelo (de una misma clasificación), necesario para realizar todos los ensayos (clasificación, Proctor y CBR, etc.), y dosificarlo todo junto (siempre 1 o 2% por encima de la optima). Con esto se minimizara mas aun el error de dosificación.
- Preparar una nueva solución agua-producto, para cada tipo de suelo, y no a partir de una solución sobrante utilizada anteriormente.

*Figura 13 Ficha técnica de dosificaciones del con-aid*

*FUENTE: CON-AID Argentina S.A.C.*

Según la dosificación de la ficha técnica del CON-AID Argentina S.A.C. nos indica una cantidad determinada que tiene un rango de 2.5 a 4cm<sup>3</sup> en 100 cm<sup>3</sup> de agua, esta proporción de agua será para 100kg de suelo seco, es decir que para 1kg de suelo seco su proporción de agua será 10cm<sup>3</sup>.

Entonces las dosificaciones 2.5 a 4cm<sup>3</sup> de con-aid en campo representa entre 0.006 lts/m<sup>2</sup> a 0.008 lts/m<sup>2</sup>. Para la presente investigación tomamos el promedio que es 0.007 lts/m<sup>2</sup> de con-aid. Ya definido las proporciones de cemento 6%, 7.2% y 8.4% y el aditivo con-aid de 0.007lts/m<sup>2</sup> se procedió a realizar los ensayos.





*Figura 14 Dosificación del cemento, con-aid y agua.*

**NOVENO:** Se procedió hacer el ensayo de limite líquido, en para dicho ensayo se realizó con la muestra pasante la malla N°40, para luego hacer el ensayo en la cuchara de Casagrande, en nuestro ensayo se realizaron con 03 muestras.



*Figura 15 Ensayo de Limite Liquido*

**DECIMO:** Se procedió hacer el ensayo de limite plástico, para este ensayo se realizó un amasado al suelo seco, esta sea pasante a la malla N°40 con ciertas proporciones de agua para luego formar rollitos esta con la palma de la mano sobre un vidrio hasta que dicho rollito llegue alcanzar un diámetro de 3mm y una longitud de 25 a 30mm hasta que lleguen a tener fisuras o se fraccionen, para este ensayo se realizaron 2 muestras donde su contenido de humedad.



*Figura 16 Ensayo de Limite Plástico*

**ONCEAVO:** Se procedió hacer el ensayo de Proctor modificado, para este ensayo hacemos el secado de la muestra en una bandeja, luego se procede a tamizar el suelo por el tamiz  $\frac{3}{4}$ " obteniendo un aproximado de 6 a 8kg. para obtener 04 muestras, luego se procede a pesar el molde, empezamos preparar 04 muestras con distintos porcentajes de agua y mezclarlos, luego se procede a meter la muestra al molde por capa para luego poder aplicar el proceso de compactación con ayuda del pisón esta con 56 golpes por capa, ya terminado el proceso de la compactación procedemos a retirar el collarín para luego enrasar el suelo compactado del molde, luego pesar el molde con el suelo compactado, finalmente se extrae una parte del suelo compactado para poder obtener el óptimo estimado, estas varían alrededor de 02%.

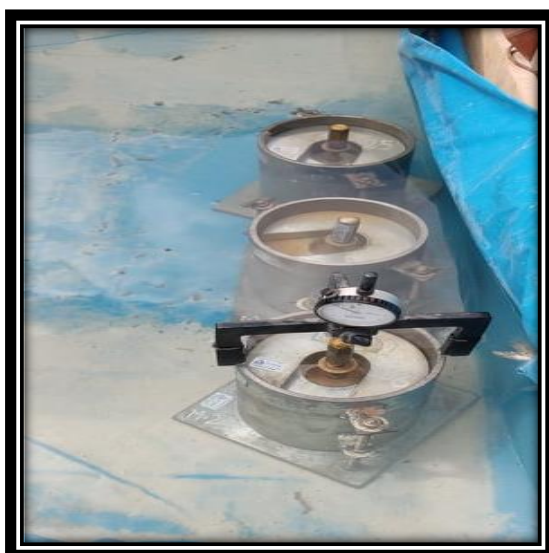


*Figura 17 Ensayo Proctor Modificado*

**DOCEAVO:** se procedió hacer el ensayo de relación de soporte de california (C.B.R.), para este ensayo primero hicimos una mezcla entre el suelo y porcentaje de agua para llegar alcanzar su humedad optima según el ensayo del Proctor modificado, luego se procedió a pesar el molde más su base en una balanza electrónica, luego procedimos a compactar la muestra en 03 capas por cada molde, posteriormente esta se enraza y este quede con humedad y su densidad esperada para luego poder sumergirlo los moldes al agua y encima el vástago, con ayuda del trípode tomar medidas de expansión esta realizaras durante 04 días y para proporciones de cemento y con-aid serán de 07 días, terminado estos días se escurre el agua de la muestra compactada en el molde, se lleva a la prensa CBR para aplicar las cargas sobre el pistón de penetración y así tomar las lecturas para la curva de presión penetración.



*Figura 18 Ensayo C.B.R penetración*



*Figura 19 Ensayo C.B.R. Expansión*

**TRECEAVO:** Luego procedimos con el ensayo de compresión simple, para este ensayo se realizaron 03 ensayos con las dosificaciones de 6%, 7.2% y 8.4% de cemento y con el 3 % del aditivo con-aid, estas respecto a los volúmenes del material de suelo, con el objetivo de poder calcular la resistencia a la compresión simple en las edades de 7,14 y 28 días. Para este ensayo se realizó 09 probetas por cada porcentaje de cemento y aditivo con-aid con un total de 27 probetas, en las edades de 7, 14 y 28 días, estas con la finalidad de poder obtener la resistencia a la compresión simple. Ya preparadas las probetas, estas se dejaron a fraguar al aire libre en las edades de 7, 14 y 28 días. Ya alcanzado dichas edades se procedió a realizar la rotura de dichas probetas para obtener la resistencia a la compresión simple.

Para este ensayo se procedió hacer la dosificación del cemento y aditivo con-aid respecto a los resultados del suelo natural, basándonos en el manual de carreteras (MTC 2014) suelo y pavimentos. La clasificación del suelo natural de la presente investigación es de A-7-6(23) y esta se encuentra dentro de la clasificación A-7

**Cuadro 9.2**  
**Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador**

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo <sup>(1)</sup>	Dosificación <sup>(3)</sup>	Curado (Apertura Al Tránsito) <sup>(5)</sup>	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO <sup>(2)</sup> < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca <sup>(4)</sup> - AF ≤ 10%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)

*Fuente (MTC 2014) suelos y pavimentos*

**Cuadro 9.1**  
**Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador**

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado	Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1) Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		

*Fuente (MTC 2014) suelos y pavimentos*

En el presente cuadro nos indica para estabilizar con cemento, el LL no debe ser menos de 40 y el IP no menor de 20 de igual manera en el tipo de suelo A-7 debe ser LL mayor a 40% y IP mayor 18%. En el cual el suelo natural de la presente investigación cumple con los requisitos establecidos para la estabilización Para la cantidad de cemento en volumen, nos vamos en el manual de carreteras (MTC 2013), donde nos indica que según AASTHO para un suelo A-7 es de 10% a 14% en su peso de 10% a 16%

Tabla 1 Volumen y peso de cemento

<b>cantidad de cemento requerido según PCA, para SUELO CEMENTO</b>		
<b>Grupo de suelo según AASTHO</b>	<b>% por volumen</b>	<b>% por peso</b>
A - 1 - a	5 - 7	3 - 5
A - 1 - b	7 - 9	5 - 8
A - 2 - 4	7 - 10	5 - 9
A - 2 - 5	7 - 10	5 - 9
A - 2 - 6	7 - 10	5 - 9
A - 2 - 7	7 - 10	5 - 9
A - 3	8 - 12	7 - 11
A - 4	8 - 12	7 - 12
A - 5	8 - 12	8 - 13
A - 6	10 - 14	9 - 15
A - 7	10 - 14	10 - 16

*Fuente (MTC 2013) suelos y pavimentos.*

Para esta investigación se realizaron 03 ensayos con una dosificación de 10%, 12% y 14%, sin embargo, como vemos en el octavo procedimiento reducimos el porcentaje del cemento en un 40% según las dosificaciones que establece CON-AID Argentina S.A.C. siendo estos 6%, 7.2% y 8.4% de cemento. Y para la dosificación del aditivo con-aid en 0.007lts.

Posteriormente con dicha dosificación se procedió hacer el ensayo de compresión simple, para este ensayo se realizaron 03 ensayos con las dosificaciones de 6%, 7.2% y 8.4% de cemento y con el 3 % del aditivo con-aid, respecto a los volúmenes del material de suelo, con el objetivo de calcular su resistencia a la compresión simple en las edades de 7,14 y 28 días. Para este ensayo se realizó 09 probetas por cada porcentaje de cemento y aditivo con-aid con un total de 27 probetas, en las edades de 7, 14 y 28 días con el fin de obtener la resistencia a la compresión simple. Una vez preparadas las probetas se dejó a fraguar al aire libre en las edades de 7, 14 y 28 días. Ya alcanzado dichas edades se procedió a la rotura de dichas probetas para obtener la resistencia a la compresión simple.



*Figura 20 Probetas de dosificación D6, D7.2 Y D8.4*



*Figura 21 Rotura de probetas del ensayo compresión simple*

**CATORCEAVO:** Finalmente se realizó los cálculos de los ensayos de laboratorio en gabinete.

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

Para el presente trabajo de investigación los datos fueron recolectados mediante los equipo e instrumentos de laboratorio, estos ensayos fueron realizados en un laboratorio particular, el cual está debidamente acreditado contando con las evidencias que certifican dicho instrumento.

Para analizar los resultados recolectados se tendrá en cuenta las siguientes pruebas realizadas en laboratorio.

- Ensayo MTC E 107 - Ensayo de Análisis granulométrico.
- Ensayo MTC E 110 - Ensayo de Limite Líquido.
- Ensayo MTC E 111 - Ensayo de Limite de plasticidad, Índice plástico.
- Ensayo MTC E 108 - Ensayo de Contenido de humedad.
- Ensayo MTC E 115 - Ensayo de Proctor modificado.
- Ensayo MTC E 132 - Ensayo de CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California).
- Ensayo MTC E 121 - Ensayo de compresión simple no confinada.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Nuestro trabajo desarrollado tuvo a consideración las reglas de ética y seguridad, entre las cuales hacemos la siguiente mención:

Honestidad: Toda información expuesta en este trabajo respeta los trabajos realizados de otros investigadores.

Búsqueda de bienestar: En la elaboración de esta investigación, las tomas de muestras y elaboración de ensayos en laboratorio, buscaron siempre evitar y/o mitigar dañar o crear perjuicio a la población cercana al área de investigación, buscando proteger la seguridad de las personas y conservación del medio ambiente.

Competencia profesional y científica: Para la elaboración de este trabajo tomamos como referencia los manuales y normas actualizadas a la fecha esto con el fin de garantizar su veracidad y rigor científico.



Responsabilidad: La información realizada en el presente trabajo viene cumpliendo con estándares éticos, de legalidad y que cumplan con la seguridad requerida en los proyectos de investigación. La información obtenida contara con las respectivas certificaciones necesarias para que validen los datos obtenidos.

## IV.- RESULTADOS

Para los ensayos realizados en el laboratorio nos basamos las siguientes normas, para el contenido de humedad la NORMA ASTM D2216-19, análisis granulométrico por tamizado NORMA ASTM D6913/D6913M-17, Ensayos para la clasificación de los suelos, NORMA ASTM D2487-17, limite liquido NORMA ASTM D4318-17e1, limite plástico ASTM D4318-17e1, Proctor modificado ASTM D1557-12e1 y ASTM D4718/D4718M-15, ensayo C.B.R. con la NORMA ASTM D1883-16, compresión simple suelo-cemento ASTM D1633-17.

### ENSAYOS DEL SUELO NATURAL EN LABORATORIO

#### ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

Para este ensayo te tomo una cantidad del material con su humedad natural, para luego meterlo al horno a una temperatura de 110° y así poder calcular su contenido de humedad tal como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 2 Contenido de Humedad (%)*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS
1	Peso del Recipiente	g	33.8
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	253.4
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	236.7
4	Tamaño max. de partículas	pulg	N° 8
5	Método de ensayo		"B"
6	Método de secado		Horno a 110 +/-5°C
7	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>8.23</b>
7	Cantidad mínima requerida	g	¡Cumple!

*FUENTE: Elaboración Propia*

## ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL SUELO NATURAL

*Tabla 3 Cálculos de granulometría del suelo natural*

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	SIN GRADACION	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm				100.00	-	-
No. 10	2.00 mm	12.0	2.40	2.40	97.60	-	-
No. 20	850 µm	10.0	2.00	4.40	95.60	-	-
No. 40	425 µm	10.0	2.00	6.40	93.60	-	-
No. 60	250 µm	9.0	1.80	8.20	91.80	-	-
No. 100	150 µm	8.2	1.64	9.84	90.16	-	-
No. 140	106 µm	7.4	1.48	11.32	88.68	-	-
No. 200	75 µm	15.2	3.04	14.36	85.64	-	-
< No. 200	< No. 200	428.2	85.64	100.00			

*Fuente: Elaboración Propia.*

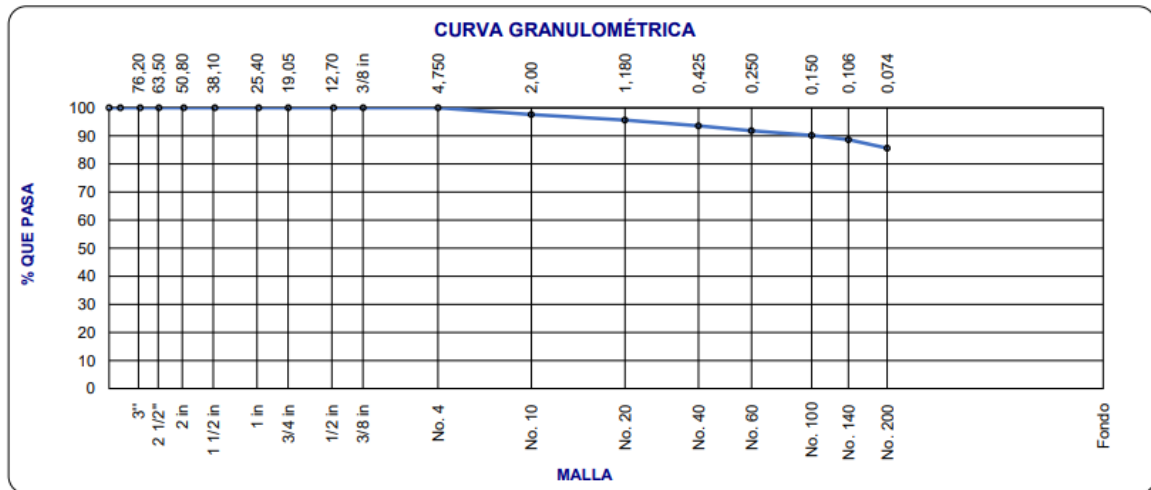


Figura 22 Grafico de la curva granulométrica

Fuente: Elaboración Propia.

Determinamos los en ensayo de granulometría junto a los límites de atterberg para determinar el tipo de suelo.

## LÍMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LÍQUIDO DEL SUELO NATURAL

Tabla 4 Calculo del Limite Liquido del suelo natural

DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03
Masa de Recipiente	13.80	13.80	13.80
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	36.20	35.40	34.80
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.40	28.50	27.70
Nº De Golpes	34	26	15
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	43.5	46.8	51.2

Fuente: Elaboración Propia.

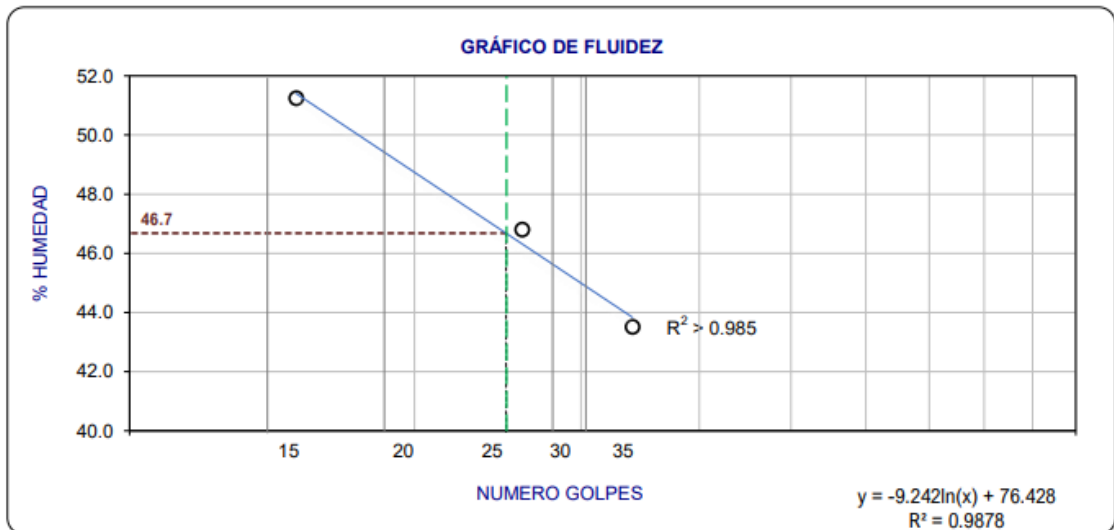


Figura 23 Grafico del ensayo Limite Liquido.

Fuente: Elaboración Propia.

Para este ensayo se realizaron con 03 muestras. En la muestra 01 esta cerró con 34 golpes, en la muestra 02 este cerro con 26 golpes y la muestra 03 cerró en 15 golpes. Posteriormente se procedió a sacar su contenido de humedad, obteniendo un Limite Liquido (LL) de 47%.

## LIMITE PLASTICO DEL SUELO NATURAL

Tabla 5 Calculo del Limite Plástico del suelo natural.

DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	7.20	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	15.20	14.70
Masa Recipiente + Suelo Seco	13.80	13.40
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	21.4	21.1

Fuente: Elaboración Propia.

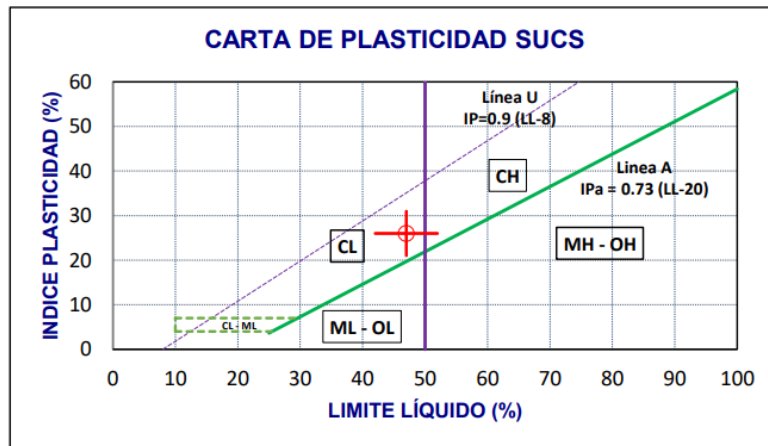


Figura 24 Carta de plasticidad SUCS.

Fuente: Elaboración Propia.

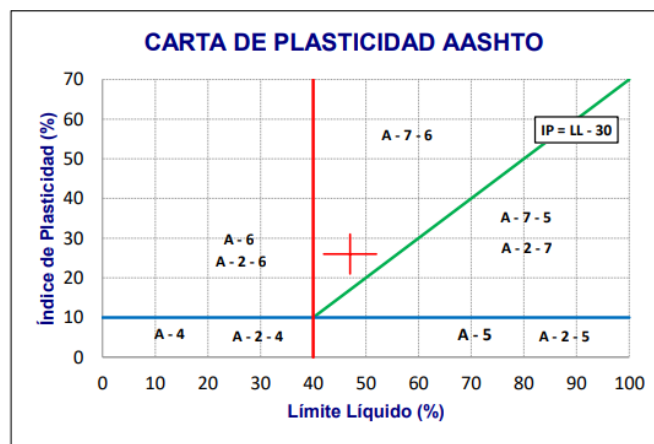


Figura 25 Carta de Plasticidad AASHTO.

Fuente: Elaboración Propia.

para este ensayo se realizaron 2 muestras donde su contenido de humedad de la muestra 01 fue 21.4% y de la muestra 02 21.1%, de las cuales se promedió para obtener el Límite Plástico (LP) 21%.

Tabla 6 Resultados de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad.

RESULTADOS	
Límite Líquido	47 %
Límite Plástico	21 %
Índice de Plasticidad	26%
AASHTO	A-7-6 (23)
SUCS	CL

Fuente: Elaboración Propia

## ENSAYO DE PRCTOR MODIFICADO DEL SUELO NATURAL

Tabla 7 Calculo compactación y humedad del suelo

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,008	10,312	10,332	10,041
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,455	3,759	3,779	3,488
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.629	1.772	1.782	1.645
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04
Peso de la Tara	gr.	33.8	33.8	33.7	33.8
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	384.7	436.0	325.1	488.7
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	325.5	362.4	268.4	393.7
Peso del agua	gr.	59.2	73.6	56.7	95.0
Peso del suelo seco	gr.	292	329	235	360
Contenido de agua	%	20.3	22.4	24.2	26.4
Densidad Seca	gr/cc	1.354	1.448	1.435	1.301

Fuente: elaboración Propio.

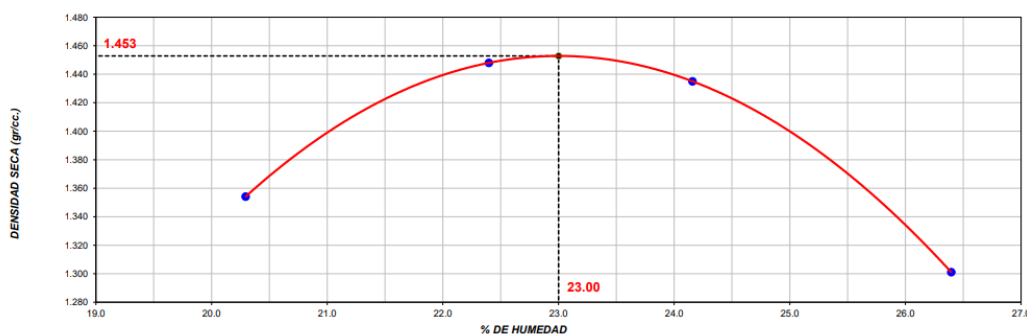


Figura 26 Grafico relación densidad seca y % de humedad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 resultados de la densidad máxima seca y contenido de humedad óptimo.

RESULTADOS	
Densidad máxima seca:	1.453 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido húmedo óptimo:	23%

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado tenemos que el contenido de humedad óptimo del suelo natural es de 23%, y su densidad máxima seca es 1.453 gr/cm<sup>3</sup>.

## ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) DEL SUELO NATURAL

Tabla 9 Calculo de C.B.R.

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,014	12,914	11,627	12,414	11,583	11,438
Peso molde (gr.)	8,186	8,186	8,094	8,094	8,186	8,186
Peso suelo compactado (gr.)	3,828	4,728	3,533	4,320	3,397	3,252
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,140	2,140	2,125	2,125	2,149	2,149
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	1.789	2.209	1.663	2.033	1.581	1.513
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.453	1.761	1.351	1.593	1.284	1.181

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10 Calculo de contenido de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	33.4	33.8	33.6	33.7	33.8	33.4
Tara + suelo húmedo (gr.)	511.2	445.2	482.9	517.6	503.9	468.5
Tara + suelo seco (gr.)	421.5	361.7	398.7	412.9	415.7	372.9
Peso de agua (gr.)	89.7	83.5	84.2	104.7	88.2	95.6
Peso de suelo seco (gr.)	388.1	327.9	365.1	379.2	381.9	339.5
Humedad (%)	23.1	25.5	23.1	27.6	23.1	28.2

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 11 Calculo de expansión

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
<b>21-Feb</b>	08:50										
<b>22-Feb</b>	08:50	24	4	0.10	0.09	3	0.08	0.07	5	0.13	0.11
<b>23-Feb</b>	08:50	48	6	0.15	0.13	3	0.08	0.07	6	0.15	0.13
<b>24-Feb</b>	08:50	72	6	0.15	0.13	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15
<b>25-Feb</b>	08:50	96	7	0.18	<b>0.15</b>	5	0.13	<b>0.11</b>	7	0.18	<b>0.15</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12 Calculo de Penetración.

PENETRACIÓN													
Penetración (Pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga kg	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	Carga kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección CBR %	Carga kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Corrección CBR %
<b>0.025</b>		20	1.0			17	0.8			15	0.7		
<b>0.050</b>		43	2.1			39	1.9			42	2.1		
<b>0.075</b>		58	2.9			56	2.8			53	2.6		
<b>0.100</b>	70.307	72	3.6	3.6	<b>5.1</b>	68	3.4	3.4	<b>4.8</b>	66	3.3	3.3	<b>4.7</b>
<b>0.150</b>		94	4.7			88	4.4			86	4.3		
<b>0.200</b>	105.460	113	5.6	5.6	<b>5.3</b>	107	5.3	5.3	<b>5.0</b>	102	5.1	5.1	<b>4.8</b>
<b>0.300</b>		135	6.7			128	6.3			125	6.2		
<b>0.400</b>		143	7.1			136	6.7			134	6.6		
<b>0.500</b>		151	7.5			143	7.1			142	7.0		

Fuente: Elaboración Propia.

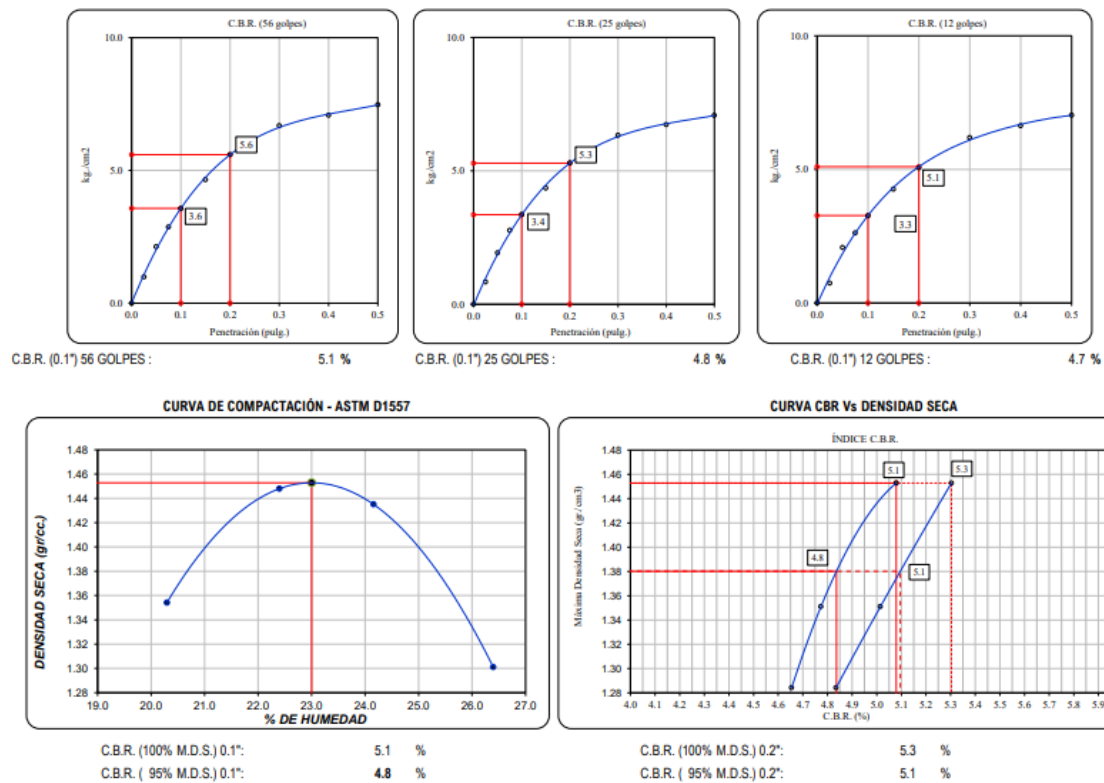


Figura 27 Grafico de resultados del C.B.R del suelo natural.

Fuente: Elaboración Propia.

En dicho ensayo se determinamos la resistencia del suelo natural, con resultados de Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.: 5.1 % y Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.: 4.8 %.

Tabla 13 Resumen de los ensayos del suelo natural

<b>CLASIFICACION DEL SUELO NATURAL</b>	<b>AASHTO: A-7-6 (23)</b> SUCS: CL
<b>PLASTICIDAD</b>	LIMITE LIQUIDO: 47% LIMITE PLASTICO: 21% INDICE DE PLASTICIDAD: 26%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.453 Optimo contenido de humedad (%): 23%
<b>C.B.R.</b>	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.: 5.1 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.: 4.8 %

Fuente: Elaboración propia.

## ENSAYOS DEL SUELO NATURAL + CEMENTO + ADITIVO CON-AID.

### LÍMITES DE ATTERBERG

Para este ensayo se hizo con una maduración de 02 días con el suelo natural, cemento y aditivo cona-id según CON-AID Argentina S.A.C. con los porcentajes establecidos.

### LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DEL SUELO NATURAL + 6% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.

Tabla 14 Calculo del ensayo LL y LP del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.7	13.8	13.7	7.3	7.3
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	37.1	37.1	35.74	13.5	13.9
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.7	29.5	28.3	12.3	12.6
Nº De Golpes	35	25	16	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	45.9	48	51.2	24.3	24.2

Fuente: Elaboración propia.

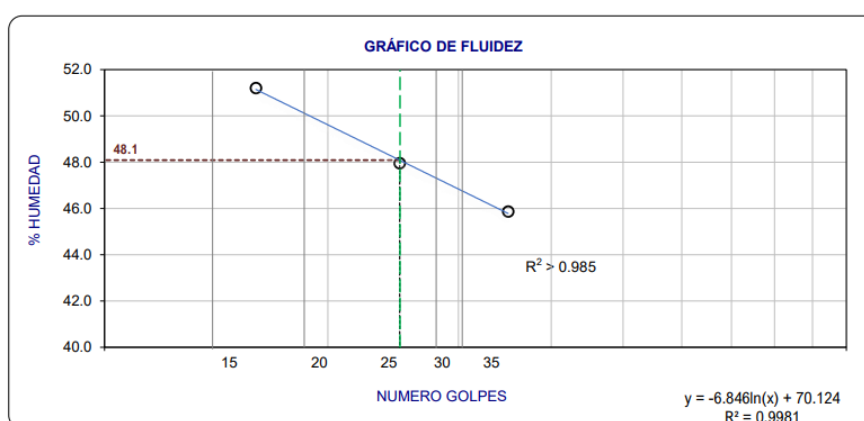


Figura 28 Grafico de LL del suelo natural + 6% cemento + 0.007lts de con-aid.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15 resultados del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.

RESULTADOS	
Limite Liquido	48 %
Limite Plástico	24 %
Indice de Plasticidad	24%
AASHTO	A-7-6 (22)
SUCS	CL

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultados obtuvimos el LL 48% un LP 24% y el IP 24% su clasificación SUCS: CL y AASHTO: A-7-6(22). Observamos que el índice de plasticidad redujo en un 2% del suelo natural.

### ENSAYO DE PROCTOR DEL SUELO NATURAL + 6% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.

Tabla 16 Calculo de Proctor del suelo natural + 6 de cemento + 0.007lts de con-aid.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,251	10,726	0,594	10,346
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,698	4,173	4,041	3,793
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.744	1.967	1.905	1.788
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04
Peso de la Tara	gr.	42.50	33.70	41.60	39.70
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	496.80	475.50	436.70	518.50
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	423.50	398.40	361.40	421.50
Peso del agua	gr.	73.3	77.1	75.3	97.0
Peso del suelo seco	gr.	381	365	320	382
Contenido de agua	%	19.2	21.1	23.5	25.4
Densidad Seca	gr/cc	1.462	1.624	1.542	1.426

Fuente: Elaboración Propia.

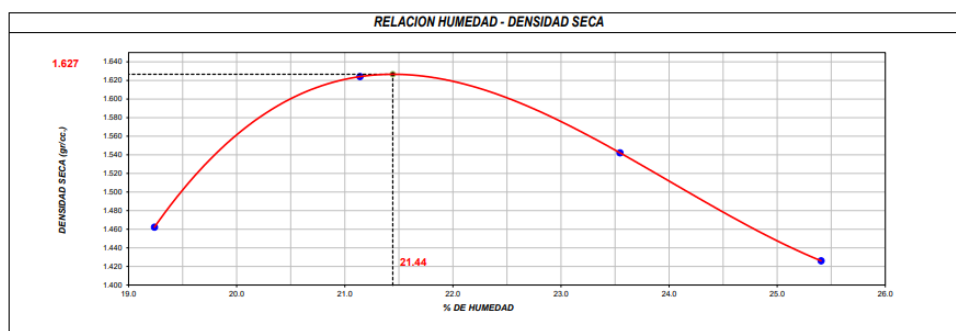


Figura 29 Grafico de la compactación y humedad del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17 Resultados de la densidad máxima seca y contenido de humedad optimo.

RESULTADOS	
Densidad máxima seca:	1.627 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido húmedo optimo:	21.44%

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado en este ensayo observamos que la densidad seca aumento 1.627 gr/cm<sup>3</sup> y su contenido de humedad redujo a 21.44%.

#### ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) DEL SUELO NATURAL + 6% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.

Tabla 18 Calculo del ensayo de relación de soporte de california (c.b.r) del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,460	12,760	12,262	12,587	11,488	12,166

<b>Peso molde (gr.)</b>	<b>8,251</b>	<b>8,251</b>	<b>8,170</b>	<b>8,170</b>	<b>8,089</b>	<b>8,089</b>
<b>Peso suelo compactado (gr.)</b>	4,209	4,509	4,092	4,417	3,399	4,077
<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,131</b>	<b>2,131</b>	<b>2,123</b>	<b>2,123</b>	<b>2,119</b>	<b>2,119</b>
<b>Densidad húmeda (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	1.975	2.116	1.927	2.081	1.604	1.924
<b>Densidad Seca (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	1.627	1.687	1.587	1.630	1.321	1.513

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Tabla 19 Calculo de contenido de humedad.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>Peso de tara (gr.)</b>	<b>42.6</b>	<b>33.8</b>	<b>33.8</b>	<b>33.9</b>	<b>33.8</b>	<b>33.7</b>
<b>Tara + suelo húmedo (gr.)</b>	<b>471.0</b>	<b>518.4</b>	<b>481.1</b>	<b>638.1</b>	<b>522.1</b>	<b>441.9</b>
<b>Tara + suelo seco (gr.)</b>	<b>395.4</b>	<b>423.6</b>	<b>402.1</b>	<b>513.4</b>	<b>435.9</b>	<b>354.7</b>
<b>Peso de agua (gr.)</b>	75.6	94.8	79.0	124.7	86.2	87.2
<b>Peso de suelo seco (gr.)</b>	352.8	389.8	368.3	479.5	402.1	321.0
<b>Humedad (%)</b>	21.4	25.5	21.4	27.6	21.4	27.2

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Tabla 20 Calculo de expansión.*

<b>EXPANSIÓN</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Hor</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Dial</b>	<b>Expansión</b>	<b>Dial</b>	<b>Expansión</b>	<b>Dial</b>	<b>Expansión</b>

	a	Hr	0.01"	mm	%		mm	%		mm	%
<b>21-Feb</b>	08:50										
<b>22-Feb</b>	08:50	24	4	0.10	0.09	3	0.08	0.07	5	0.13	0.11
<b>23-Feb</b>	08:50	48	6	0.15	0.13	3	0.08	0.07	6	0.15	0.13
<b>24-Feb</b>	08:50	72	6	0.15	0.13	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15
<b>25-Feb</b>	08:50	96	7	0.18	<b>0.15</b>	5	0.13	<b>0.11</b>	7	0.18	<b>0.15</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21 Calculo de penetración

<b>PENETRACIÓN</b>													
<b>Penetra ción (Pulg.)</b>	<b>Carga Standard (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Molde N° 4</b>				<b>Molde N° 5</b>				<b>Molde N° 6</b>			
		<b>Carga</b>		<b>Corrección</b>		<b>Carga</b>		<b>Corrección</b>		<b>Carga</b>		<b>Corrección</b>	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/c m <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
<b>0.025</b>		34	1.7			23	1.1			17	0.8		
<b>0.050</b>		51	2.5			48	2.4			41	2.0		
<b>0.075</b>		72	3.6			72	3.6			68	3.4		
<b>0.100</b>	70.307	88	4.4	4.4	<b>6.3</b>	87	4.3	4.3	<b>6.2</b>	82	4.1	4.1	<b>5.8</b>
<b>0.150</b>		116	5.7			115	5.7			112	5.5		
<b>0.200</b>	105.460	138	6.8	6.7	<b>6.4</b>	135	6.7	6.7	<b>6.3</b>	127	6.3	6.3	<b>5.9</b>
<b>0.300</b>		154	7.6			153	7.6			138	6.8		
<b>0.400</b>		162	8.0			162	8.0			147	7.3		
<b>0.500</b>		168	8.3			172	8.5			150	7.4		

Fuente: Elaboración Propia.

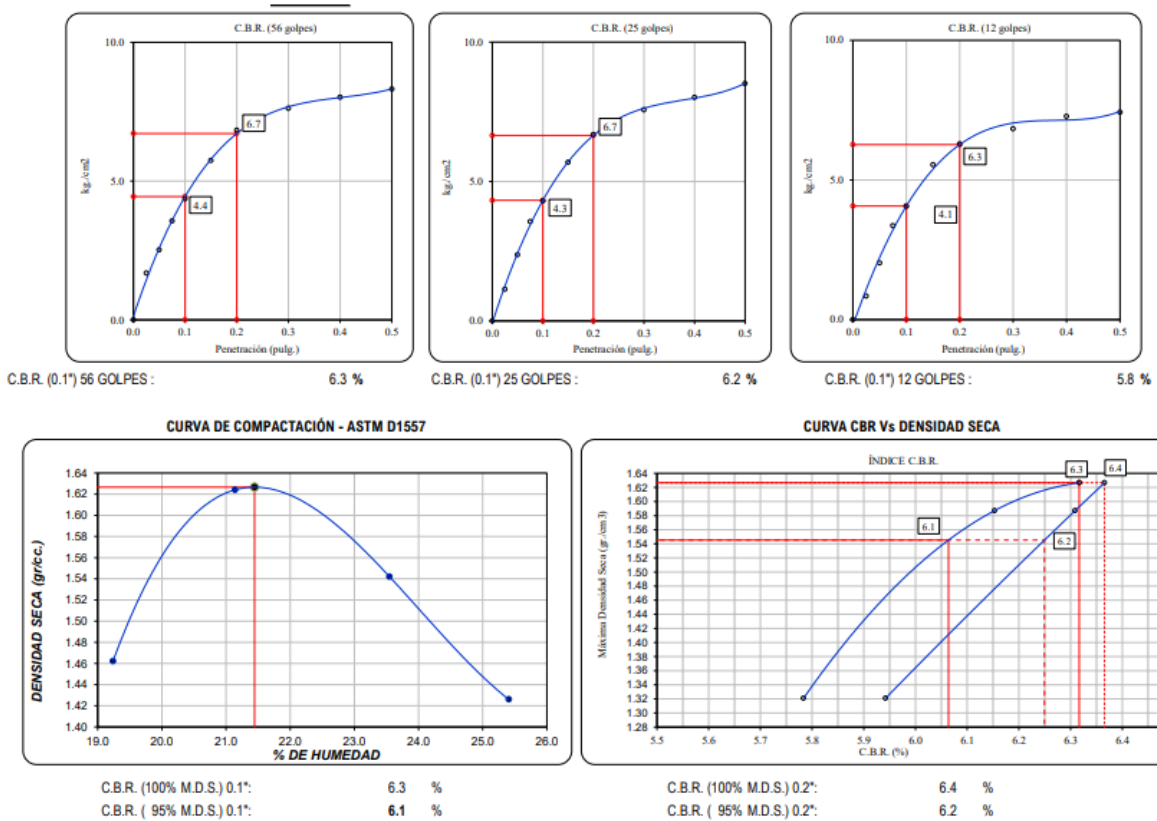


Figura 30 Grafico de C.B.R del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.

Fuente: Elaboración Propia.

En este ensayo observamos que aumento su porcentaje de C.B.R. de 100% a 6.3% y C.B.R. de 95% 6.1%

Tabla 22 Resumen de los ensayos del suelo natural + 6% de cemento + 0.007lts de con-aid.

<b>CLASIFICACION DEL SUELO NATURAL</b>	<b>AASHTO: A-7-6 (22)</b> SUCS: CL
<b>PLASTICIDAD</b>	LIMITE LIQUIDO: 48% LIMITE PLASTICO: 24% INDICE DE PLASTICIDAD: 24%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	Máxima densidad seca (gr/cm3): 1.627 Optimo contenido de humedad (%): 21.44%
<b>C.B.R.</b>	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.: 6.3 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.: 6.1 %

Fuente: Elaboración Propia.

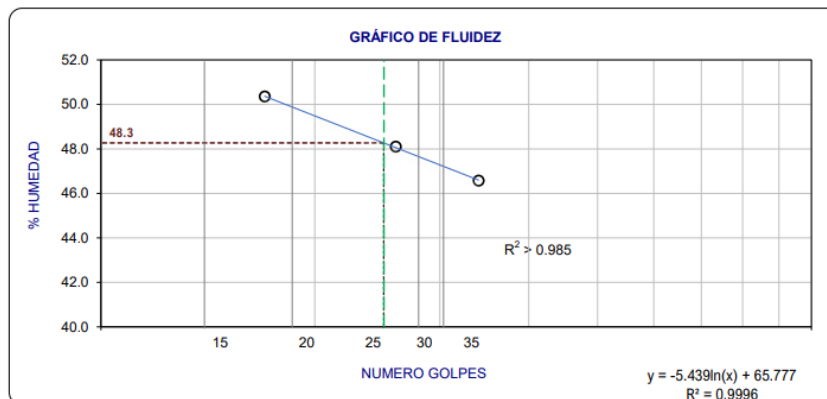


**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO DEL SUELO NATURAL + 7.2% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.**

*Tabla 23 Calculo de limite líquido y limite plástico del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid.*

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
<b>Nro. de Recipiente</b>	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
<b>Masa de Recipiente</b>	13.70	13.80	13.80	7.20	7.30
<b>Masa de Recipiente + Suelo Humedo</b>	36.50	37.10	36.20	14.60	13.40
<b>Masa Recipiente + Suelo Seco</b>	29.30	29.50	28.70	13.10	12.20
<b>Nº De Golpes</b>	34	26	17	---	---
<b>Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g</b>	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
<b>Contenido de Humedad</b>	46.6	48.1	50.4	25.1	25.3

*Fuente: Elaboración Propia.*



*Figura 31 Grafico de LL y LP del suelo natural + 7.2% cemento + 0.007lts con-aid.*

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 24 Resultados de LL y LP del suelo natural + 7.2% cemento + 0.007lts con-aid.*

RESULTADOS	
<b>Limite Liquido</b>	48 %
<b>Limite Plástico</b>	25 %
<b>Indice de Plasticidad</b>	23%
<b>AASHTO</b>	A-7-6 (21)
<b>SUCS</b>	CL

*Fuente: Elaboración Propia*

Como resultados obtuvimos el LL 48% un LP 25% y el IP 23% su clasificación SUCS: CL y AASHTO: A-7-6(21). Observamos que el índice de plasticidad redujo en un 1% del suelo natural.

### ENSAYO DE PROCTOR DEL SUELO NATURAL + 7.2% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.

Tabla 25 Ensayo de Proctor del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
<b>Peso Suelo + Molde</b>	gr.	<b>10,658</b>	<b>10,879</b>	<b>10,899</b>	<b>10,724</b>
<b>Peso Suelo Humedo Compactado</b>	gr.	4,105	4,326	4,346	4,171
<b>Peso Volumetrico Humedo</b>	gr.	1.935	2.040	2.049	1.967
<b>Recipiente Numero</b>		B-01	B-02	B-03	B-04
<b>Peso de la Tara</b>	gr.	<b>62.80</b>	<b>34.70</b>	<b>33.80</b>	<b>51.70</b>
<b>Peso Suelo Humedo + Tara</b>	gr.	<b>375.40</b>	<b>477.40</b>	<b>479.90</b>	<b>365.80</b>
<b>Peso Suelo Seco + Tara</b>	gr.	<b>326.40</b>	<b>402.40</b>	<b>398.40</b>	<b>304.70</b>
<b>Peso del agua</b>	gr.	49.0	75.0	81.5	61.1
<b>Peso del suelo seco</b>	gr.	264	368	365	253
<b>Contenido de agua</b>	%	<b>18.6</b>	<b>20.4</b>	<b>22.4</b>	<b>24.2</b>
<b>Densidad Seca</b>	gr/cc	<b>1.632</b>	<b>1.694</b>	<b>1.675</b>	<b>1.584</b>

Fuente: Elaboración Propia

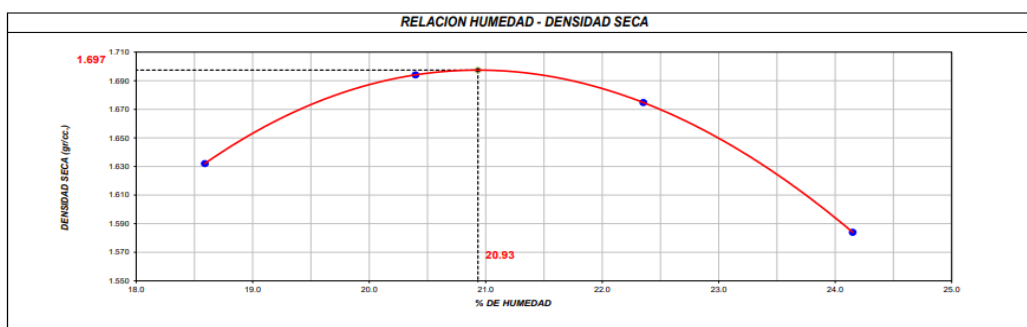


Figura 32 Grafico de la compactación y humedad del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26 Resultados de densidad máxima seca y contenido húmedo óptimo.

RESULTADOS	
<b>Densidad maxima seca:</b>	1.697 gr/cm3
<b>Contenido húmedo óptimo:</b>	20.93%

Fuente: Elaboración Propia.

En los resultados de este ensayo observamos que la densidad seca aumento 1.697 gr/cm<sup>3</sup> y su contenido de humedad redujo a 20.93%.

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) DEL SUELO NATURAL + 7.2% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.**

*Tabla 27 Calculo del ensayo de relación de soporte de california (c.b.r) del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007lts de con-aid.*

<b>CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)</b>						
<b>Molde Nº</b>	4		5		6	
<b>Número de capas</b>	5		5		5	
<b>Número de golpes</b>	56		25		12	
<b>Condición de la muestra</b>	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
<b>Peso suelo + molde (gr.)</b>	<b>12,460</b>	<b>1,267</b>	<b>12,262</b>	<b>12,453</b>	<b>11,488</b>	<b>11,958</b>
<b>Peso molde (gr.)</b>	<b>8,336</b>	<b>8,336</b>	<b>8,507</b>	<b>8,507</b>	<b>8,510</b>	<b>8,510</b>
<b>Peso suelo compactado (gr.)</b>	4,124	-7,069	3,755	3,946	2,978	3,448
<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,135</b>	<b>2,135</b>	<b>2,135</b>	<b>2,135</b>	<b>2,140</b>	<b>2,140</b>
<b>Densidad húmeda (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	1.932	-3.311	1.759	1.848	1.392	1.611
<b>Densidad Seca (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	1.597	-2.639	1.454	1.448	1.151	1.322

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28 calculo contenido de humedad.

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>Peso de tara (gr.)</b>	<b>42.6</b>	<b>33.8</b>	<b>52.6</b>	<b>33.8</b>	<b>34.8</b>	<b>33.8</b>
<b>Tara + suelo húmedo (gr.)</b>	<b>503.3</b>	<b>398.5</b>	<b>460.2</b>	<b>357.0</b>	<b>454.0</b>	<b>363.7</b>
<b>Tara + suelo seco (gr.)</b>	<b>423.5</b>	<b>325.6</b>	<b>389.6</b>	<b>298.4</b>	<b>381.4</b>	<b>304.4</b>
<b>Peso de agua (gr.)</b>	79.8	72.9	70.6	58.6	72.6	59.3
<b>Peso de suelo seco (gr.)</b>	380.9	291.8	337.0	264.6	346.6	270.6
<b>Humedad (%)</b>	21.0	25.5	20.9	27.6	20.9	21.9

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29 Calculo expansión.

<b>EXPANSIÓN</b>											
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Dial</b>	<b>Expansión</b>		<b>Dial</b>	<b>Expansión</b>		<b>Dial</b>	<b>Expansión</b>	
		<b>Hr</b>	<b>0.01"</b>	<b>mm</b>	<b>%</b>	<b>mm</b>	<b>%</b>	<b>mm</b>	<b>%</b>		
<b>21-Feb</b>	08:50										
<b>22-Feb</b>	08:50	24	4	0.10	0.09	3	0.08	0.07	5	0.13	0.11
<b>23-Feb</b>	08:50	48	6	0.15	0.13	3	0.08	0.07	6	0.15	0.13
<b>24-Feb</b>	08:50	72	6	0.15	0.13	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15
<b>25-Feb</b>	08:50	96	7	0.18	<b>0.15</b>	5	0.13	<b>0.11</b>	7	0.18	<b>0.15</b>

Fuente: Elaboración Propia.

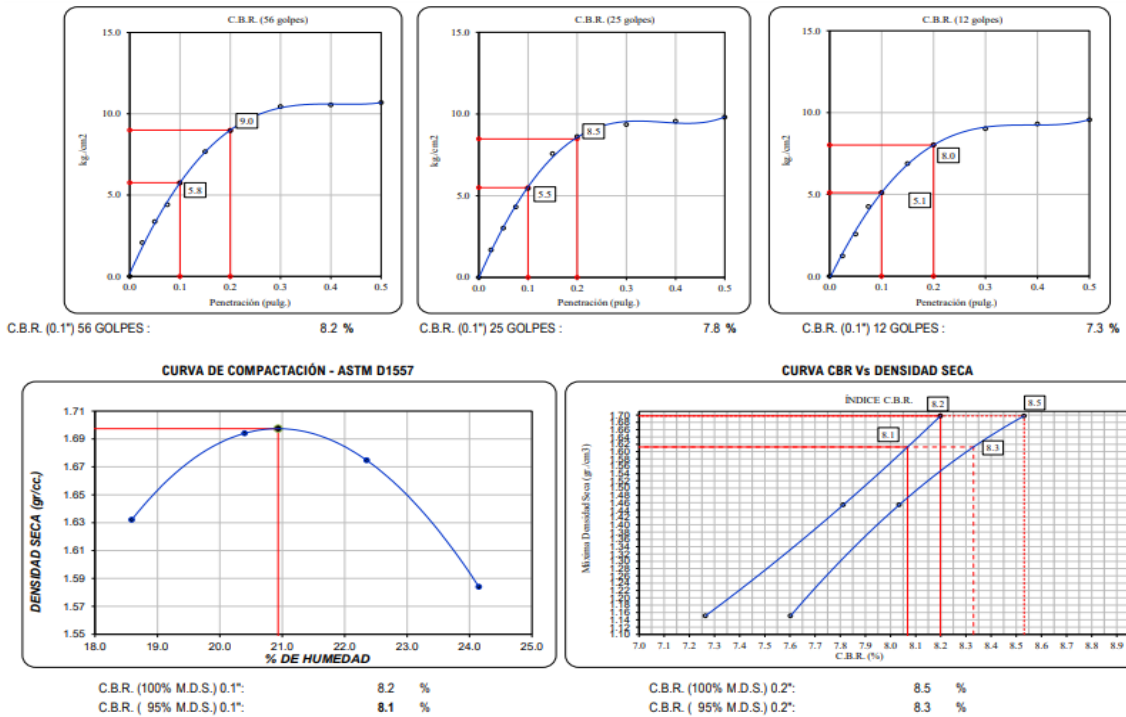


Figura 33 Gráficos del C.B.R. del suelo natural + 7.2% de cemento + 0.007 lts de con-aid.

Fuente: Elaboración Propia.

En este ensayo observamos que aumento su porcentaje de C.B.R. de 100% a 8.2% y C.B.R. de 95% 8.1%

Tabla 30 Resumen de los ensayos del suelo natural + 7.2 de cemento + 0.007lts de con-aid.

<b>CLASIFICACION DEL SUELO NATURAL</b>	<b>AASHTO: A-7-6 (21)</b> SUCS: CL
<b>PLASTICIDAD</b>	LIMITE LIQUIDO: 48% LIMITE PLASTICO: 25% INDICE DE PLASTICIDAD: 23%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.697 Optimo contenido de humedad (%): 20.93%
<b>C.B.R.</b>	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.: 8.2 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.: 8.1 %

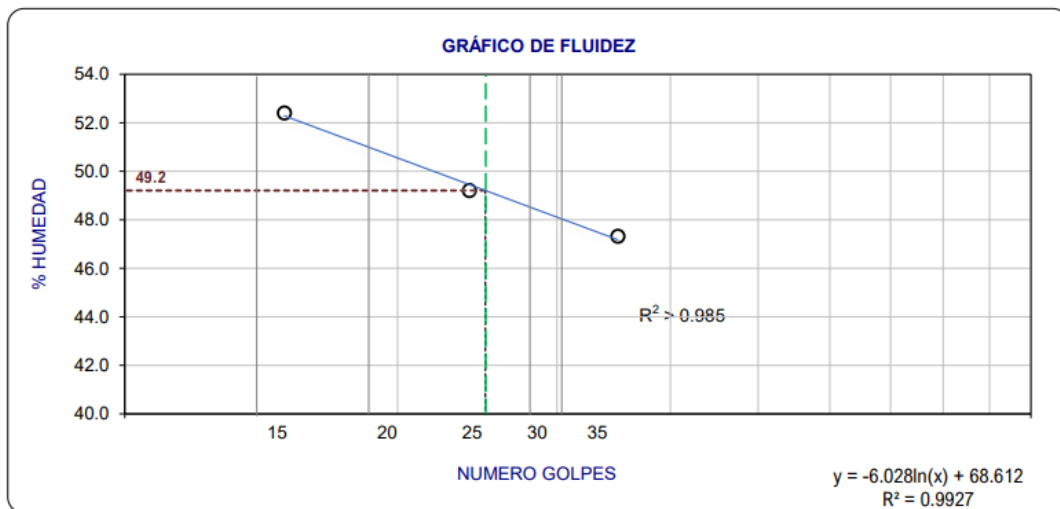
Fuente: Elaboración Propia.

**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO DEL SUELO NATURAL + 8.4% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.**

*Tabla 31 Calculo de ensayo limite líquido y limite plástico del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid.*

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
<b>Nro. de Recipiente</b>	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
<b>Masa de Recipiente</b>	13.80	13.70	13.80	7.20	7.20
<b>Masa de Recipiente + Suelo Humedo</b>	37.20	36.90	35.70	13.70	14.30
<b>Masa Recipiente + Suelo Seco</b>	29.70	29.20	28.20	12.30	12.70
<b>Nº De Golpes</b>	35	24	15	---	---
<b>Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g</b>	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
<b>Contenido de Humedad</b>	47.3	49.2	52.4	28.3	28.5

*Fuente: Elaboración Propia.*



*Figura 34 Grafico de LL y LP del suelo natural + 8.4% cemento + 0.007lts con-aid*

*Fuente: Elaboración Propia.*

Tabla 32 Resultados de LL y LP del suelo natural + 8.4% cemento + 0.007lts con-aid

<b>RESULTADOS</b>	
<b>Limite Liquido</b>	49 %
<b>Limite Plástico</b>	28 %
<b>Indice de Plasticidad</b>	21%
<b>AASHTO</b>	A-7-6 (20)
<b>SUCS</b>	ML

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultados obtuvimos el LL 49% un LP 28% y el IP 21% su clasificación SUCS: ML y AASHTO: A-7-6(20). Observamos que el índice de plasticidad redujo en un 2% del suelo natural.

#### ENSAYO DE PROCTOR DEL SUELO NATURAL + 8.4% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.

Tabla 33 Calculo del ensayo de Proctor del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid.

<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Peso Suelo + Molde</b>	gr.	<b>10,842</b>	<b>11,031</b>	<b>11,091</b>	<b>10,863</b>
<b>Peso Suelo Humedo Compactado</b>	gr.	4,289	4,478	4,538	4,310
<b>Peso Volumetrico Humedo</b>	gr.	2.022	2.111	2.140	2.032
<b>Recipiente Numero</b>		B-01	B-02	B-03	B-04
<b>Peso de la Tara</b>	gr.	<b>33.80</b>	<b>33.70</b>	<b>33.70</b>	<b>33.70</b>
<b>Peso Suelo Humedo + Tara</b>	gr.	<b>272.00</b>	<b>320.70</b>	<b>383.10</b>	<b>354.80</b>
<b>Peso Suelo Seco + Tara</b>	gr.	<b>236.50</b>	<b>274.60</b>	<b>321.50</b>	<b>294.40</b>
<b>Peso del agua</b>	gr.	35.5	46.1	61.6	60.4
<b>Peso del suelo seco</b>	gr.	203	241	288	261
<b>Contenido de agua</b>	%	<b>17.5</b>	<b>19.1</b>	<b>21.4</b>	<b>23.2</b>
<b>Densidad Seca</b>	gr/cc	<b>1.721</b>	<b>1.772</b>	<b>1.762</b>	<b>1.650</b>

Fuente: Elaboración Propia.

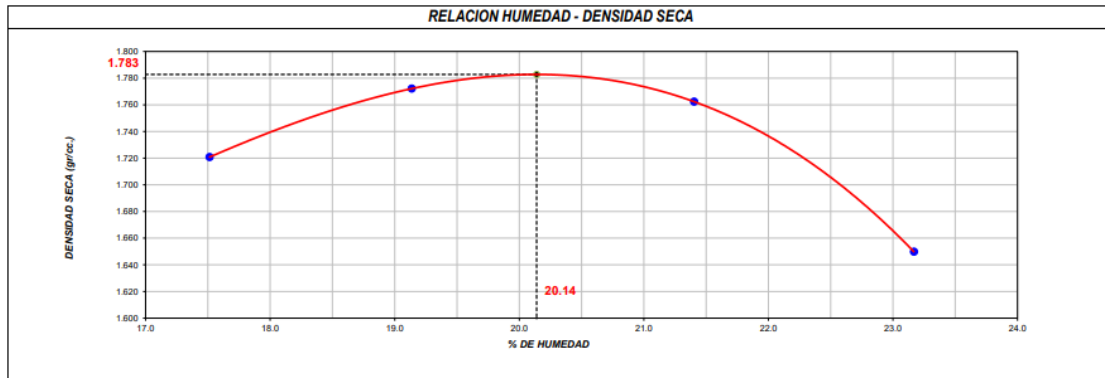


Figura 35 Calculo y grafico de la compactación y humedad del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34 Resultado de la densidad máxima seca y contenido húmedo optimo.

RESULTADOS	
Densidad máxima seca:	1.783 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido húmedo optimo:	20.14%

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado en este ensayo observamos que la densidad seca aumento 1.783 gr/cm<sup>3</sup> y su contenido de humedad redujo a 20.14%.

### ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) DEL SUELO NATURAL + 8.4% DE CEMENTO + 0.007LTS DE CON-AID.



Tabla 35 Calculo ensayo de relación de soporte de california (c.b.r) del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid.

<b>CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)</b>						
<b>Molde N°</b>	4		5		6	
<b>Número de capas</b>	5		5		5	
<b>Número de golpes</b>	56		25		12	
<b>Condición de la muestra</b>	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
<b>Peso suelo + molde (gr.)</b>	2,460	13,274	12,262	12,921	11,488	11,991
<b>Peso molde (gr.)</b>	8,607	8,607	8,449	8,449	8,129	8,129
<b>Peso suelo compactado (gr.)</b>	3,853	4,667	3,813	4,472	3,359	3,862
<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	2,137	2,137	2,129	2,129	2,141	2,141
<b>Densidad húmeda (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	1.803	2.184	1.791	2.101	1.569	1.804
<b>Densidad Seca (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	1.637	1.913	1.626	1.875	1.425	1.613

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36 Calculo de contenido de humedad

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>Peso de tara (gr.)</b>	42.6	35.9	51.8	41.2	33.7	45.2
<b>Tara + suelo húmedo (gr.)</b>	464.1	361.9	430.2	467.4	424.0	441.2
<b>Tara + suelo seco (gr.)</b>	425.3	321.5	395.4	421.7	388.1	399.4
<b>Peso de agua (gr.)</b>	38.8	40.4	34.8	45.7	35.9	41.8
<b>Peso de suelo seco (gr.)</b>	382.7	285.6	343.6	380.5	354.4	354.2
<b>Humedad (%)</b>	10.1	14.1	10.1	12.0	10.1	11.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37 Calculo de expansión.

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				Mm	%		mm	%		mm	%
<b>21-Feb</b>	08:50										
<b>22-Feb</b>	08:50	24	6	0.15	0.13	5	0.13	0.11	3	0.08	0.07
<b>23-Feb</b>	08:50	48	7	0.18	0.15	5	0.13	0.11	3	0.08	0.07
<b>24-Feb</b>	08:50	72	7	0.18	0.15	6	0.15	0.13	3	0.08	0.07
<b>25-Feb</b>	08:50	96	7	0.18	<b>0.15</b>	6	0.15	<b>0.13</b>	4	0.10	<b>0.09</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38 Calculo de penetración.

PENETRACIÓN													
Penetra ción (Pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga kg	Carga kg/cm <sup>2</sup>	Corrección kg/cm <sup>2</sup>	Corrección CBR %	Carga kg	Carga kg/cm <sup>2</sup>	Corrección kg/cm <sup>2</sup>	Corrección CBR %	Carga kg	Carga kg/cm <sup>2</sup>	Corrección kg/cm <sup>2</sup>	Corrección CBR %
<b>0.025</b>		43	2.1			37	1.8			30	1.5		
<b>0.050</b>		75	3.7			69	3.4			62	3.1		
<b>0.075</b>		120	5.9			115	5.7			102	5.1		
<b>0.100</b>	70.307	146	7.2	7.2	<b>10.3</b>	139	6.9	6.8	<b>9.7</b>	130	6.4	6.3	<b>8.9</b>
<b>0.150</b>		195	9.7			185	9.2			175	8.7		
<b>0.200</b>	105.460	224	11.1	11.1	<b>10.5</b>	213	10.5	10.5	<b>10.0</b>	201	10.0	10.0	<b>9.5</b>
<b>0.300</b>		258	12.8			242	12.0			232	11.5		
<b>0.400</b>		281	13.9			263	13.0			251	12.4		
<b>0.500</b>		293	14.5			281	13.9			261	12.9		

Fuente: Elaboración Propia.

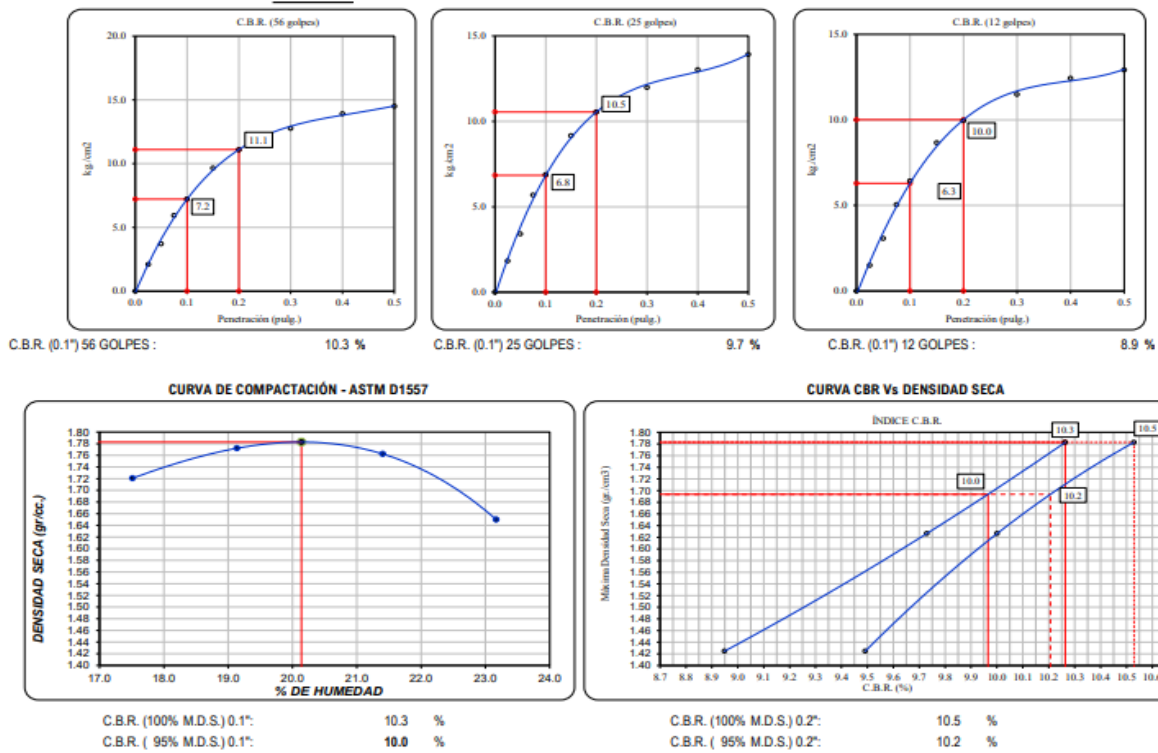


Figura 36 Gráficos del C.B.R. del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007 lts de con-aid

Fuente: Elaboración Propia.

En este ensayo observamos que aumento su porcentaje de C.B.R. de 100% a 10.3% y C.B.R. de 95% 10%.

Tabla 39 Resumen de los ensayos del suelo natural + 8.4% de cemento + 0.007lts de con-aid.

<b>CLASIFICACION DEL SUELO NATURAL</b>	<b>AASHTO: A-7-6 (20)</b> SUCS: ML
<b>PLASTICIDAD</b>	LIMITE LIQUIDO: 49% LIMITE PLASTICO: 28% INDICE DE PLASTICIDAD: 21%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	Máxima densidad seca (gr/cm3): 1.783 Optimo contenido de humedad (%): 20.14%
<b>C.B.R.</b>	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.: 10.3 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.: 10 %

Fuente: Elaboración Propia.

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE ENTRE EL CONCRETO Y SUELO NATURAL

Tabla 40 Resumen de cálculos de compresión simple con dosificaciones 6%, 7.2% y 8.4% de cemento y 3% de con-aid.

Dosificación suelo-cemento	Muestra	Edad	Área mm <sup>2</sup>	Fuerza máxima (KN)	Fuerza máxima (Kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>
<b>6% Cemento + 3 % Con-aid</b>	1	7	7854	54.01	5507.49	70.12
	2	7	7854	54.21	5 527,88	70.38
	3	7	7854	54.6	5 567,65	70.89
	1	14	7854	65.74	6 703,61	85.35
	2	14	7854	66.33	6 763,78	86.12
	3	14	7854	66.04	6 734,2	85.74
	1	28	7854	74.9	7 637,67	97.25
	2	28	7854	74.76	7 623,4	97.06
	3	28	7854	74.62	7 609,12	96.88
<b>7.2% Cemento + 3 % Con-aid</b>	1	7	7854	55.8	5 690,02	72.45
	2	7	7854	56.19	5 729,78	72.95
	3	7	7854	55.57	5 666,56	72.15
	1	14	7854	69.13	7 049,3	89.75
	2	14	7854	68.01	6 935,09	88.3
	3	14	7854	69.9	7 127,81	90.75
	1	28	7854	75.67	7 716,19	98.25
	2	28	7854	76.06	7 755,96	98.75
	3	28	7854	76.37	7 787,57	99.15
<b>8.4% Cemento + 3 % Con-aid</b>	1	7	7854	57.95	5 909,25	75.24
	2	7	7854	58.04	5 918,43	75.36
	3	7	7854	58.5	5 965,34	75.95

---

1	14	7854	71.13	7 253,24	92.35
2	14	7854	70.67	7 206,33	91.75
3	14	7854	71.36	7 276,69	92.65
1	28	7854	77.27	7 879,35	100.32
2	28	7854	77.04	7 855,89	100.02
3	28	7854	77.74	7 927,27	100.93

---

*Fuente: Elaboración Propia.*

## V.- DISCUSIÓN

Según Rojas (2019) en el desarrollo de su investigación uso dos dosificaciones de con-aid de 10cm<sup>3</sup>/kg y 20cm<sup>3</sup>/kg para incrementar las propiedades de su suelo natural, impermeabilizar el suelo, reducir su IP y elevar porcentualmente su CBR y acortar la espesura de la carpeta de rodadura; demostrando que con esas dosificaciones se logró el objetivo de mejorar las propiedades del suelo y con ello su estabilidad. Estos datos se asemejan con los datos recolectados y analizados en nuestra investigación, ya que las dosificaciones propuestas dieron buenos resultados mejorando las cualidades naturales del terreno en estudio.

Analizando el producto final de nuestra muestra del espécimen inalterado se tuvo que según la clasificación de suelo era una arcilla con bajas concentraciones de deformación (CL), con índice de plasticidad de 26%, y para CBR un resultado de 4.8% indicándonos que este suelo era malo para futuras construcciones viales. Las dosificaciones propuestas por los investigadores plantean usar el cemento portland tipo 1 y el componente químico con-aid como estabilizadores para mejorar el CBR, lograr un material adhesivo con una capa resistente y duradera, las proporciones propuestas disminuyeron el índice de plasticidad en un 5% y se logró incrementar el CBR en un 5.2%, es por ello que las dosificaciones de cemento y con-aid lograron una mejora en el suelo estudiado.

De acuerdo a Salas (2018) en su investigación desarrollada buscaba averiguar los atributos naturales del suelo estudiado obteniendo como dato recolectado un suelo de fundación regular con valores de un IP de 10.26%, es así que procede con la estabilización de dicho suelo empleando dosificaciones de cemento en porcentaje de 2%, 4% y aditivo terrasil con contenidos de 5 gramos y 10 gramos, los resultados analizados indicaban que la adición de cemento en un 4% brindaba una plasticidad de suelo en un 6.19% y el aditivo terrasil con dosificación de 10 gramos tenía como resultado un IP de 6.74%, en ambos casos se observa que el IP se veía reducido en un 39.66% con el uso del cemento y en un 34.31% con el uso del terrasil,

concluyendo que el uso de ambos aditivos reducía considerablemente la deformabilidad sin rupturas del suelo.

Al realizar los primeros ensayos de obtuvimos que la muestra estudiada tenía un índice de plasticidad de 26% siendo una arcilla de baja plasticidad, luego se procedió a realizar los ensayos con las dosificaciones de cemento y aditivo con-aid, al tener un compuesto con características cementantes y el otro con propiedades hidrofóbicas se esperaba buenos resultados en la reducción de las propiedades plásticas del material, según las tres combinaciones realizadas obtuvimos como resultado 24%, 23% y 21% respectivamente, esto indicaba que había mejoras en la reducción de la plasticidad en 7.69%, 11.54% y 19.23% respectivamente con respecto a la natural.

Según el estudio realizado por parte de Acosta e Irigoien (2020) usaron el aditivo con-aid en dosificaciones de 1%, 2% y 3% para evaluar la mejora del componente químico en el suelo estudiado, para el suelo sin alterar obtuvo una compacidad de suelo de 1.809 gr/cm<sup>3</sup> y al evaluar las dosificaciones obtuvo 1.855 kg/cm<sup>3</sup>, 1.824 kg/cm<sup>3</sup>, 1.818 kg/cm<sup>3</sup> respectivamente para cada porcentaje de suelo; donde se pudo apreciar que hubo mejoras empleando la dosificación de 1%, mientras que para las dosificaciones de 2% y 3% la densidad disminuyó.

De acuerdo a los datos recolectados mediante el ensayo de Proctor modificado obtuvimos que su grado de compacidad es de 1.453 gr/cm<sup>3</sup>, al evaluar nuestras dosificaciones planteadas de 6%, 7.2% y 8.4% del estabilizador cemento, más 3% de aditivo con-aid, obtuvimos los siguientes datos 1.627gr/cm<sup>3</sup>, 1.697 gr/cm<sup>3</sup> y 1.783 gr/cm<sup>3</sup> apreciando las mejoras con respecto al suelo patrón de 11.98%, 16.79% y 22.71% respectivamente, siendo el más efectivo el de mayor dosificación indicándonos que llegaba a tener un suelo con una mejor compactación y menos propenso a agrietamientos que pudiesen ocurrir en un futuro.

Según la investigación de Bellido (2014) se obtuvo información acerca de sus soluciones económicas al estabilizar un suelo determinado, donde realizó diversos tipos de ensayos en distintos suelos, con distintas proporciones del aditivo con-aid.

Para un tipo de suelo A-7, su proporción será 0.0065 a 0.0075 lt/m<sup>2</sup> (en espesores de 15cm), también ratifica que su capacidad de carga CBR, se amplía sustancialmente dependiendo al tipo de suelo y la zona en los diversos lugares del Perú, finalmente resalta que en suelos A-7 la capacidad de carga o soporte aumenta en un 300% a 500%.

Para nuestra investigación el tipo de suelo fue A-7-6(23) el cual se sitúa dentro de la categorización AASHTO: A-7, se procedió a realizar los ensayos con las distribuciones de cemento y con-aid, de acuerdo al autor Paz Bellido, C. A. (2014), donde se obtuvo mejora de resultados de CBR, siendo que para las dosificaciones de 6%, 7.2% y 8.4% de cemento más la adición de aditivo con-aid en 3% obtuvimos: 6.1%, 8.1% y 10.0% para cada dosificación, siendo el CBR inicial obtenido de 4.8%, es así que las mejoras se ven reflejadas en un 127.08%, 168.75% y 208.33% respectivamente para cada dosificación con respecto al suelo natural. Esto indica mejoras sustanciales en la plasticidad, durabilidad, su capacidad de soporte y relación con el agua atenuando futuros daños que pudiesen ocurrir.

Cabe señalar que no fue posible encontrar referencias de investigaciones con suelos característicos de clasificación ASSHTO: A-7-6(23), que nos lleve a comparativa de resultados y discusiones adecuadas. En este contexto, consideramos que los análisis expuestos de esta elaboración son hallazgos propios.



## VI.- CONCLUSIONES

Con los resultados de las pruebas hechas según el anexo 4 se concluye que el suelo de estudio estaba compuesto mayormente por material arcilloso de baja plasticidad obteniendo los siguientes valores para nuestro espécimen inalterado, índice de plasticidad de 26%, un grado de compactación con una densidad máxima de compactación de 1.453gr/cm<sup>3</sup> con contenido óptimo de 23% y una baja resistencia según Proctor de 4.8%, esto implica que no se tuvo el control adecuado en la construcción de la subrasante, estos datos implican que a la larga se pueden tener fallas de agrietamiento en futuras construcciones de pavimento, podría tenerse excesos de infiltración de agua considerándose que la región de Puno tiene un clima muy lluvioso. En contraste las dosificaciones planteadas por los investigadores de 6%, 7.2% y 8.4% de cemento y la adición del compuesto químico con-aid en una dosificación de 3% tuvieron buenas respuestas con el tipo de suelo estudiado es así que las hipótesis planteadas inicialmente fueron acertadas.

Al realizar los ensayos determinamos las propiedades físicas y sus propiedades mecánicas del suelo estudiado, para estudiar y comparar su índice de plasticidad se realizaron los ensayos de límite líquido y plástico, obteniendo inicialmente para el suelo natural una clasificación AASHTO A-7-6 (23) y una clasificación SUCS de CL siendo un suelo malo, los suelos con dosificaciones de 6%, 7.2% y 8.4% tuvieron ligeras mejoras en sus propiedades obteniendo como resultado las siguientes clasificaciones AASHTO A-7-6 (22), AASHTO A-7-6 (21) y AASHTO A-7-6 (20) para cada dosificación respectivamente y según clasificación SUCS de tipo CI, CL y ML respectivamente. Los resultados evidenciaban que hay una mejora respecto a los índices de plasticidad pasando desde un 26% del suelo natural a un 21% para la dosificación de 8.4% de cemento y 3% de con-aid, esto infiere que a mayor porcentaje añadido se obtendrían mejores resultados para la estabilización de la subrasante.

Con respecto a la densidad seca de los suelos y su óptimo contenido de humedad se obtuvo que para la muestra natural, se llegó a obtener una

densidad seca máxima de 1.453gr/cm<sup>3</sup> con un contenido óptimo de humedad 23% y para los suelos con dosificaciones de 6% de cemento y 3% de con-aid se apreció mejoras con respecto a su densidad máxima seca obteniendo 1.627 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 21.44%, una mejora considerable se apreció con la mayor dosificación de cemento y con-aid (8.4% de cemento y 3% de con-aid) obteniendo valores de 1.783 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 20.14%; nuestras mejoras se ven reflejadas en un incremento de 22.71% para la densidad máxima seca y una reducción de 12.434% del contenido óptimo de humedad; esto infiere que su volumen de vacíos se ve reducido y el volumen total aumenta, incrementando de este modo la densidad del suelo y mejorando sus propiedades, dando lugar a un material de mayor compresión, que no se expandirá fácilmente y estará menos propenso a fallas por agrietamientos. Llique y Guerrero **(2014)**.

Según nuestros resultados obtenidos del ensayo de CBR, obtuvimos como resultado para el suelo natural un CBR de 4.8% el cual fue incrementado al añadirle las dosificaciones de cemento en porcentajes de 6%, 7.2% y 8.4% y el aditivo con-aid en una proporción de 3%, llegando a obtener las siguientes mejoras de 6.1%, 8.1% y 10.0% respectivamente para cada dosificación, esto implica que la adición del cemento en un porcentaje de 8.4% de cemento y 3% de aditivo con-aid mejora en un 208.33% en comparación de la muestra de suelo natural, esta última dosificación entraría en la categoría de subrasante buena otorgando al suelo una mejor durabilidad y resistencia por más tiempo.

## VII.- RECOMENDACIONES

Tras haber analizado los resultados de los ensayos realizados, obtuvimos que el suelo era altamente plástico es por ello que sugerimos que adicionalmente se realicen los ensayos de consolidación con el fin de evaluar su expansividad, aun a pesar de haber obtenido buenos resultados mejorando su capacidad de soporte aún podría haber problemas en la estructura del pavimento, este ensayo se puede considerar como otra alternativa para determinar el potencial de expansión.

Se debe respetar los tiempos de curado y reposo que nos recomienda la empresa de Con-Aid Súper esto con el fin de tener buenos resultados.

Utilizar y comparar otros productos químicos en la utilización de suelos arcillosos para evaluar su comportamiento.

Realizar una comparación entre los siguientes aditivos cemento vs con-aid con el fin de evaluar la influencia de cada uno en la reducción de los porcentajes de plasticidad y absorción de agua.

Evaluar y realizar una comparación con otros aditivos que estén disponibles y sean comerciales en nuestra zona con el fin de encontrar la mejor solución para mejorar los suelos arcillosos.

Tomar en consideración el uso de cemento más el aditivo con-aid en las municipalidades de la región de puno y zona sur, en el mejoramiento de vías y carreteras con presencia de materiales arcillosos, ya que esto mejora a la subrasante, disminuirá la infiltración del agua en periodos largos de lluvia esto implica la disminución del riesgo de erosión, presencia de irregularidades en la vía frente al mojado y aumento de la resistencia de la carpeta de rodadura.

## REFERENCIAS

- ACOSTA PEÑA, J., & IRIGOIN CUBAS, A. Comportamiento del suelo de la cantera Roaya utilizando el aditivo CON-AID, para carreteras con superficies de afirmado – La Libertad. Trujillo. (2020).
- AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock – ASTM D - 2216. U.S, 2019.
- AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System – SUCS) – ASTM D2487. U.S, 2017.
- AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils - ASTM D-1883. U.S, 2016.
- AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO) – ASTM D-3282. U.S, 2015.
- BADA ALAYO, D. Aplicación del aditivo químico CONAID para atenuar la plasticidad del material granular del tramo de la carretera Tauca - Bambas (km 73+514 - km 132+537) de la ruta nacional PE-3NA. Trujillo. (2016).
- BELLIDO PAZ, C. Estabilización de suelos con aditivo con-aid. chachapoyas. (2014).
- BUITRAGO MEDINA, L. Propuesta para el mejoramiento de las vías terciarias en el municipio de Sáchica- Boyacá. Boyacá. (2019).
- Cabrera Serrano, L., & Dios Murguía, D. Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida pradera, urbanización la pradera - pimentel - Chiclayo – Lambayeque. Lima. (2020).
- Campos y Covarrubias, G., & Lule Martínez, N. La observación, un método para el estudio de la realidad. Revista Xihmai, pag 45-60. (2012).
- CUADROS SURICHAQUI, C. Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante estabilización química con óxido de calcio-2016. Huancayo. (2017). Obtenido de

<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/297/Cadros%20Surichahui%20Claudia%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

F. RIVERA, J., AGUIRRE GUERRERO, A., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio, A. El portal de revistas del SENA. (Junio de 2020). Recuperado el Marzo de 2022, de <http://revistas.sena.edu.co/>

Fontalba Gallardo, E. Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalacion sector Guacamayo 1ºetapa. Valdivia. (2015).

Gavilanes Bayas, E. Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de santos pamba barrio colinas del sur. Quito. (2015).

GIL CARBONELL, E., & NUÑEZ QUINTANA, I. Influencia de la adición de fibras de pet reciclado sobre la resistencia, cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes (primera ed.). Trujillo: BIBLIOTECA DIGITAL - DIRECCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMÁTICA Y COMUNICACIÓN. (2018).

Gonzales Muñoz, J. Diseño de infraestructura vial para la transitabilidad de los centros urbanos San Isidro - San Borja, Pomalca, Chiclayo, Lambayeque 2018. Chiclayo. (2018).

GUERRERO PADILLA, A., & LLIQUE MONDRAGON, R. Influencia de la humedad de compactación en el comportamiento volumétrico de los suelos arcillosos (cuarta ed.). Ciencia y tecnología. (2014). Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe>

Lozano Bocanegra, E., Ruiz Ramos, J., & Carlos Alfonso, J. Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico. Bogotá. (2015).

MARTINEZ NIETO, A. Introducción general a los materiales de construcción - Guía corta para los estudiantes. (Septiembre de 2016) Recuperado el 20 de marzo de 2022

Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de Carreteras (Primera ed.). (2013). Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Obtenido de MTC E 108– 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. (mayo de 2016).

Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Obtenido de MTC - E 110 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. (Mayo de 2016).

- Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Obtenido de MTC - E 108– 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. (Mayo de 2016).
- Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de ensayo de materiales - MTC E 132 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. (Mayo de 2016).
- Ministerio de transportes y comunicaciones. Manual de ensayos y materiales. Obtenido de MTC - E 115 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. (Mayo de 2016).
- MOLINA ORE, C., & SENCARA DE LA CRUZ, J. Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de alta resistencia, reutilizado en la etapa de fraguado. Arequipa. (2018).
- Ospina-García, M., Chaves-Pabón, S., & Jiménez-Sicachá, L. Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, pag 185-196. (2020).
- Pezo Pinedo, L., & Lozano Macalapu, C. Estudio definitivo del mejoramiento de la infraestructura vial urbana de los jirones Jr. Manco Cápac cdra. 01 al 06, Jr. Felipe Saavedra cdra. 03 y 06, Jr. Marcos Ríos Mori cdra 01, Jr. Eladio Pashanace Tapullima y Jr Remigio Reátegui cdra 02, en la ciud. Tarapoto. (2018).
- Rodríguez Armas, J. Estudio y diseño del sistema vial de la "comuna San Vicente de Cucupuro" de la parroquia rural de el Quinche del distrito metropolitano de Quito, provincia de Pichincha. Quito. (2015).
- Rojas Medina, M. Influencia de la aplicación del aditivo Con-Aid, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019. Lima. (2019).
- Rojas, C. (20 de Abril de 2021). Milformatos. Obtenido de <https://milformatos.com/>
- Rondón Quintana, H., & Reyes Lizcano, F. Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones. (2007).
- SALAS MERCADO, D. Estabilización de suelos con adición de cemento y aditivo terrasil para el mejoramiento de la base del Km 11+000 al Km 9+000 de la Carretera Puno - Tiquillaca – Mañazo. Juliaca. (2018).
- Sanchez, N. El modelo de gestión y su incidencia en la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la municipalidad de tena. Ambato,ecuador. (2011).

- Sangama Amasifuén, M., & Morales Rojas, J. Conservación de superficie de rodadura utilizando el aditivo Con-Aid súper en la carretera departamental tramo: Emp. SM-100-Alto Roque-buena vista, KM. 6+000 al KM. 6+800. Distrito de San Martín de Alao-Provincia del Dorado-San Martín. Tarapoto. (2018).
- Siguas Bernaola, J. Diseño geométrico y señalización vial de la modificación del sector de vía del km 79 (C.P. Palca) al km 83 (Dv. Huachos) de la red vial nacional PE-26, provincia Castrovirreyna, departamento de Huancavelica. Castrovirreyna. (2021).
- TERRONES CRUZ, A. Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el Sector Barraza, Trujillo – 2018. Trujillo. (2018).
- Velarde del Castillo, A. Aplicación de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento. Puno. (2015).

### ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables

<b>VARIABLES DE ESTUDIO: 1</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>Propiedades de la subrasante</b>	Es la capa del terreno fundamental y que conforma una carretera, cuya función es la de soportar las cargas que circulan por la estructura del pavimento. La calidad de la composición la subrasante depende en gran medida del espesor del pavimento, y este debe cumplir los parámetros de resistencia, sensibilidad a la humedad y variaciones volumétricas Cuadros (2017)	Se realizarán distintas combinaciones al suelo natural con cemento y aditivo con-aid, dónde analizaremos las propiedades del suelo natural y su variación que tendrá para cada dosificación mediante ensayos de laboratorio para reducir la plasticidad, aumentar su resistencia y densidad máxima.	Propiedades físicas	Granulometría	Nominal
				Limite líquido	Nominal
				Limite plástico	Nominal
				Indice de plasticidad	Nominal
			Propiedades mecánicas	Densidad máxima seca	Nominal
				Humedad óptima	Nominal
				Capacidad portante	Nominal
Compresión simple	Nominal				
<b>VARIABLES DE ESTUDIO: 2</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>Cemento</b>	Es un material de construcción que consiste en una sustancia en polvo que, mezclada con agua u otra sustancia, forma una mezcla blanda que se endurece al contacto con el agua o el aire; Se utiliza para cubrir o rellenar huecos y como elemento de unión en bloques de hormigón y mortero.	Al aplicar el cemento en dosificaciones de 6%, 7.20%, 8.40% influirá en las propiedades físicas y mecánicas en la estabilización del suelo	Dosificación	6%	Nominal
			Dosificación	7.20%	Nominal
			Dosificación	8.40%	Nominal



---

<b>Con-Aid</b>	El aditivo con-aid es un compuesto químico, este es usado con el fin de estabilizar suelos, especialmente aquellos arcillosos, este compuesto modifica la naturaleza hidrofílica a una hidrofóbica, esto indica que no absorberá tanta agua obteniéndose de este modo un suelo más denso y con mayor capacidad portante.	Al aplicar el aditivo Con-Aid en una dosificación de 3% influirá en las propiedades físicas y mecánicas en la estabilización del suelo	Dosificación	3%	Nominal
----------------	--	--	--------------	----	---------

---

**ANEXO 4: Resultados de los ensayos en el Laboratorio de Suelos**



**CERTIFICADOS DE  
CALIDAD**

**(PATRON + 0.0% CEMENTO + 3% CON-  
AID**

**MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA**

**INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS  
DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.**



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL POR MASA

ASTM D2216-19

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Muestreado por:</b>	Testista
<b>Ubicación de proyecto</b>	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO	<b>Ensayado por:</b>	Laboratorio LH
	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Fecha de ensayo:</b>	04/02/2022
		<b>Torno:</b>	Diuino
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 0.0% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Profundidad:</b>	1.50 Metros
<b>Procedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Marle:</b>	8244730 m
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Este:</b>	392618 m
<b>N° de muestra</b>	: N° 01		
<b>Progresiva</b>	: —		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	MUESTRA
1	Peso del Recipiente	g	33.8	SUBRASANTE
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	253.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	236.7	
4	Tamaño max. de partículas	mm	N° 8	
5	Método de ensayo		"B"	
6	Método de secado		Horno a 110 +/-5°C	
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.23	
7	Cantidad mínima requerida	g	¡Cumple!	

### EQUIPOS UTILIZADOS

#	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	SERIE	IDENTIFICACIÓN
1	JUEGO DE TAMICES N° 1	FORNEY	—	BS8F
2	BALANZA ELECTRÓNICA	OHAUS	BB35336209	MT-LM-300-2021
3	MÓRNO DE LABORATORIO	A&A INSTRUMENT	190548	MT-LT-115-2021
4	TAMIZ DE LAVADO NO. 200	FORNEY	—	BS8F

  
 Washington Rodríguez Obispo  
 INGENIERO DE SUELOS, CONCRETO Y ARMADO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Trizanco Aguirre  
 CIP. 45133  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y ARMADOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE VALIDEZ SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Muestreado por :</b>	Testista
	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO	<b>Ensayado por :</b>	Laboratorio LH
<b>Ubicación de proyecto</b>	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Fecha de Ensayo:</b>	04/02/2022
<b>Material</b>		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 0.0% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Peso inicial :</b>	500.00
<b>Precedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Peso lavado :</b>	71.80
<b>Sendaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Profundidad :</b>	1.50 Metros
<b>N° de muestra</b>	: N° 01	<b>Verte :</b>	8244730 m
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Estb :</b>	392918 m

MATERIAL : (N° 01) / MUESTRA : N° 01

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	SIN GRADACION	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm				100.00	-	-
No. 10	2.00 mm	12.0	2.40	2.40	97.60	-	-
No. 20	850 µm	10.0	2.00	4.40	95.60	-	-
No. 40	425 µm	10.0	2.00	6.40	93.60	-	-
No. 60	250 µm	9.0	1.80	8.20	91.80	-	-
No. 100	150 µm	8.2	1.64	9.84	90.16	-	-
No. 140	106 µm	7.4	1.48	11.32	88.68	-	-
No. 200	75 µm	15.2	3.04	14.36	85.64	-	-
< No. 200	< No. 200	428.2	85.64	100.00		-	-



*Washington Rodríguez Chacabel*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02436007



*Juan Manuel Frizanco Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

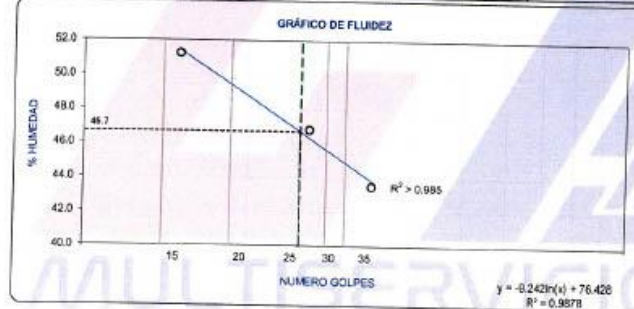
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ASTM D4318 - 17

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Maestreado por:</b>	Testista
<b>Ubicación de proyecto</b>	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Ensayado por:</b>	Laboratorio LH
		<b>Fecha de ensayo:</b>	04/02/2022
		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Método de ensayo utilizado II</b>	: Método "A" - Multipunto	<b>Grava:</b>	%
<b>Tamiz de separación E11</b>	: No. 40	<b>Arena:</b>	14.4 %
<b>Método de separación de arena II</b>	: Tamizado	<b>Finos:</b>	85.6 %
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 0.0% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Procedimiento de obtención de muestra:</b>	Sacado al horno
<b>Procedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Clasificación Visual - Manual (SUCS):</b>	CL: Arcilla de baja plasticidad
<b>Serdaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Clasificación Visual - Manual (AASHTO):</b>	A-7-6: MALO
<b>N° de muestra</b>	: N° 01	<b>Profundidad:</b>	1.50 Maltros
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Norte:</b>	8244730 m
		<b>Este:</b>	392818 m

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.80	13.80	13.80	7.20	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	36.20	36.40	34.80	15.20	14.70
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.40	28.50	27.70	13.80	13.40
N° De Golpes	34	26	15	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	43.5	46.8	51.2	21.4	21.1



Límite Líquido : 47  
 Límite Plástico : 21  
 Índice de Plasticidad : 26  
 Coeficiente Lineal : Cumple

*Washington Rodríguez Díazabal*  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
*Juan Manuel Espinoza Aguirre*  
 CIP 45159  
 JEFE DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sec@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS)

ASTM D2487- 17

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022. **REGISTRO N°:** LH22-CERT-070  
**SOLICITANTE** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**UBICACIÓN DE PROY:** CENTRO POBLADO SALCEDO  
**MUESTREO POR** : Testista  
**ENSAYADO POR** : Laboratorio LH  
**FECHA DE ENSAYO** : 04/02/2022  
**TURNO** : Diurno

**Código de Muestra** : PATRON + 0.0% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia** : SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata** : N° 01  
**N° de Muestra** : N° 01  
**Progresiva** : ---  
**Profundidad:** 1.50 Metros  
**Norte:** 8244730 m  
**Este:** 392618 m

**DATOS**

% PASA 200	=	85.64	[%]
% PASA N° 4	=	100.00	[%]
LL	=	47.00	[%]
IP	=	26.00	[%]

IPa = 0.73 (LL - 20) [%]  
 IPa = 19.71 [%]  
**S.U.C.S.**

1° **MALLA N° 200**

(FINO)	Pas > 50 %
(GRUESO)	Ret < 50 %

2° **MALLA N° 4**

(ARENA)	Pas > 50 %
(GRAVA)	Ret < 50 %

2.1° **CONTENIDO DE FINOS** F = % Pasa 200

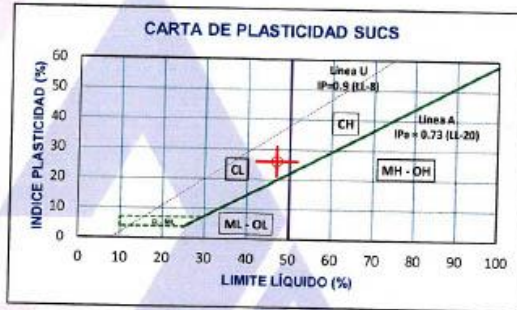
LIMPIO	DUAL	SUELO CON FINO
F < 5 %	5 % ≤ F ≤ 12 %	F > 12 %

2.2° **GRADACIÓN** Cu = 4.54E+22 Cc = 134008.32

BIEN GRADUADO		MAL GRADUADO
GRAVA	ARENA	
Cu ≥ 4	Cu ≥ 6	Cuando no cumple estas condiciones
1 ≤ cc ≤ 3		

3° **SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS) :** Considerar CARTA DE PLASTICIDAD.

CLASIFICACION DE SUELOS SUCS = CL



**SIMBOLOS SUELO**

G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla

Washington Rodríguez Chazabal  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Prizoso Aguirre  
 CIP. 45139  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS PARA FINES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

ASTM D3282 - 15

**Proyecto:** INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante:** BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**Ubicación de proyecto:** CENTRO POBLADO SALCEDO

**REGISTRO N°:** LH22-CERT-070  
**Muestrado por:** Teófila  
**Ensayado por:** Laboratorio LH  
**Fecha de Ensayo:** 04/02/2022  
**Turno:** Diurno

**Código de Muestra:** PATRON + 0.0% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia:** SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata:** N° 01  
**N° de Muestra:** N° 01  
**Profundidad:** 1.50 Metros  
**Progresiva:** 2.000  
**Norte:** 8244730 m  
**Este:** 392818 m

AASHTO	SUELOS GRUESOS (GRAVAS Y ARENAS)							SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS)				
	[ ≤ 35% pasa la MALLA N° 200 ]							[ > 35% pasa la MALLA N° 200 ]				
GRUPOS	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7		
SUB GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
% QUE PASA												
- Tamiz N° 10	50 máx											
- Tamiz N° 40	30 máx		50 máx	51 mín								
- Tamiz N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
LL	40 máx		41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	41 mín
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	11 mín
IG	4 máx		4 máx	4 máx			4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx	20 mín
SUELO	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos			
SUCS	(GW - GP)		(SW - SP)	(GM, SM) (GC, SC)			(ML, MH)		(CL, CH)			

El IP sub grupo A-7-5 es menor o igual a (LL-30)

### DATOS

%Pasa Malla10 = 97.60 [%]  
 %Pasa Malla40 = 93.60 [%]  
 %Pasa Malla200 = 85.64 [%]  
 LL = 47.00 [%]  
 IP = 26.00 [%]

1°. MALLA N° 200

(FINO)	Pas > 35 %
(GRUESO)	Ret ≤ 35 %

2°. ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP = 26.00 %

IP	≤	10	A-4, A-5
IP	≥	11	A-6, A-7-5, A-7-6

3°. LÍMITE LÍQUIDO

LL = 47.00 %

LL	≤	40	A-2-4, A-2-6
LL	>	41	A-5, A-7-5, A-7-6

4°. Índice de Grupo (IG)

$$IG = (F - 35) \cdot (0.2 + 0.005 \cdot (LL - 40)) + 0.01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$$

$$IG = 23.20$$

IG = 23

**CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO = A-7-6 ( 23 )**

*Washington Rodríguez Chizabal*  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



*Juan Manuel Pizarro Aguirre*  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 45130

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12a1 / ASTM D1683 - 16

**Proyecto** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**Ubicación de proyecto** : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO : CENTRO POBLADO SALCEDO

**REGISTRO N°**: LH22-CERT-070

**Muestreado por** : Solicitante  
**Ensayado por** : W. Rodriguez  
**Fecha de ensayo** : 04/02/2022  
**Turno** : Diurno

**Código de muestra** : PATRON  
**Procedencia** : SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata** : N° 01  
**N° de muestra** : N° 01  
**Progresiva** : ---  
**Profundidad** : 1.50 Metros  
**Norte** : 8244730 m  
**Este** : 392818 m

### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)

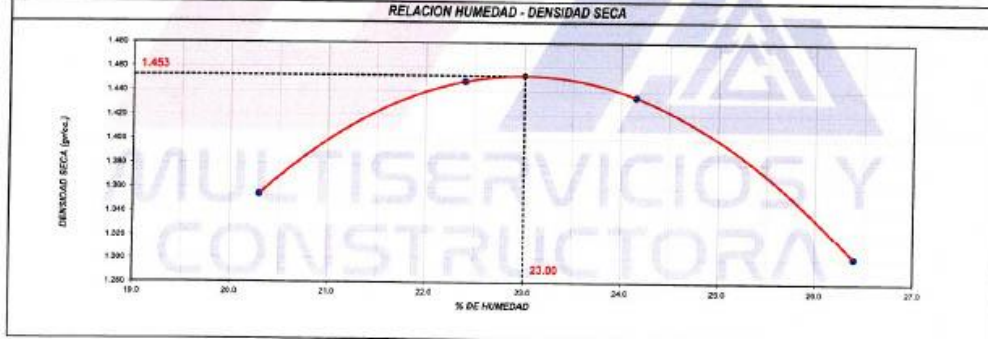
#### METODO DE ENSAYO

**Volumen Molde** : 2121 cm<sup>3</sup>  
**Peso Molde** : 6553 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,008	10,312	10,332	10,041	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,455	3,758	3,779	3,488	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,629	1,772	1,782	1,645	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	33.8	33.8	33.7	33.8	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	384.7	436.0	325.1	488.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	325.5	362.4	268.4	393.7	
Peso del agua	gr.	59.2	73.6	56.7	95.0	
Peso del suelo seco	gr.	292	329	235	360	
Contenido de agua	%	20.3	22.4	24.2	26.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.354	1.448	1.435	1.301	

**Densidad Máxima Seca**: 1.453 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Optima**: 23.00 %

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



#### OBSERVACIONES:

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- 
- 

*Washington Rodriguez Olazabal*  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS  
 DNI: 82152007



*Juan Manuel Brizuela Aguirre*  
 UTR. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.





# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

ASTM D1883 - 16

Proyecto : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO  
 MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
 Solicitante : BACH. JENNER CARLOS CALSINI APAZA  
 Ubicación de proyecto : CENTRO POBLADO SALCEDO

REGISTRO N° : LH22-CERT-070

Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : W. Rodriguez  
 Fecha de ensayo : 08/02/2022  
 Turno : Diurno

Código de muestra : PATRON  
 Procedencia : SUBRASANTE  
 Sondaje / Calicata : N° 01  
 N° de muestra : N° 01  
 Progresiva : ---

Profundidad : 1.50 Metros  
 Norte : 8244730 m  
 Este : 392816 m

### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	4		5		6								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12,914	12,914	11,627	12,414	11,583	11,438							
Peso molde (gr.)	8,186	8,186	8,094	8,094	8,106	8,106							
Peso suelo compactado (gr.)	3,828	4,728	3,533	4,320	3,397	3,252							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,140	2,140	2,125	2,125	2,149	2,149							
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	1,789	2,209	1,663	2,033	1,581	1,513							
Densidad Ecaz (gr./cm <sup>3</sup> )	1,453	1,761	1,351	1,593	1,284	1,181							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tarso (gr.)	33.4	33.8	33.6	33.7	33.8	33.4							
Tara + suelo húmedo (gr.)	511.2	445.2	482.9	517.6	503.9	468.5							
Tara + suelo seco (gr.)	421.5	361.7	399.7	412.9	415.7	373.9							
Peso de agua (gr.)	89.7	83.5	84.2	104.7	88.2	95.6							
Peso de suelo seco (gr.)	368.1	327.9	365.1	379.2	381.9	339.5							
Humedad (%)	23.1	25.5	23.1	27.9	23.1	28.2							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
04-Feb	08:50												
05-Feb	08:50	24	4	0.10	0.09	3	0.08	0.07	5	0.13	0.11		
06-Feb	08:50	48	6	0.15	0.13	3	0.08	0.07	6	0.15	0.13		
07-Feb	08:50	72	6	0.15	0.13	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15		
08-Feb	08:50	96	7	0.18	0.15	5	0.13	0.11	7	0.18	0.15		
PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		20	1.0			17	0.8			15	0.7		
0.050		43	2.1			39	1.9			42	2.1		
0.075		56	2.9			56	2.8			53	2.6		
0.100	70.307	72	3.6	3.6	5.1	68	3.4	3.4	4.8	66	3.3	3.3	4.7
0.150		94	4.7			68	4.4			66	4.3		
0.200	105.400	113	5.6	5.6	5.3	107	5.3	5.3	5.0	102	5.1	5.1	4.8
0.300		135	6.7			128	6.3			123	6.2		
0.400		143	7.1			136	6.7			134	6.6		
0.500		151	7.5			143	7.1			142	7.0		

OBSERVACIONES:  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante

*Washington Rodríguez Orzabal*  
 T.E.C. SUELOS, CONCRETO Y FUNDACIONES  
 DNI: 07436007



*Juan Manuel Prizanco Aguirre*  
 CIP: 45133  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y FUNDACIONES

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CAPECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

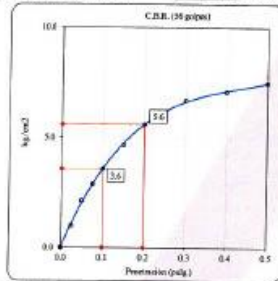
ASTM D1883 - 16

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Muestreado por :</b>	Solicitante
<b>Código de proyecto</b>	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCOND0	<b>Ensayado por :</b>	W. Rodriguez
<b>Ubicación de proyecto</b>	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Fecha de ensayo :</b>	08/02/2022
		<b>Turno :</b>	Diurno
<b>Código de muestra</b>	: PATRON	<b>Profundidad :</b>	150 Metros
<b>Precedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Norte :</b>	8244730 m
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Este :</b>	392818 m
<b>N° de muestra</b>	: N° 01		
<b>Progresiva</b>	: ---		

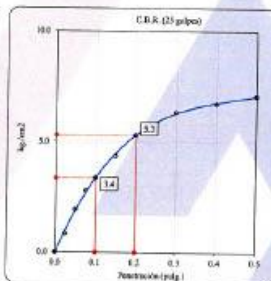
### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

#### DATOS DE MUESTRA

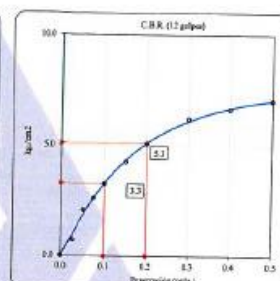
Máxima Densidad Seca  $1.453 \text{ gr./cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.380 \text{ gr./cm}^3$   
 Óptimo Contenido de Humedad  $23.00 \%$



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES: 5.1 %

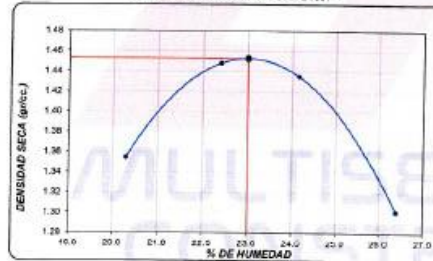


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 4.8 %



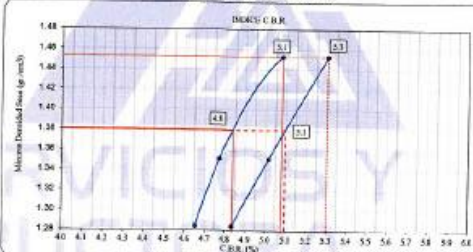
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES: 4.7 %

#### CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 5.1 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 4.8 %

#### CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 5.3 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 5.1 %

#### OBSERVACIONES:

\* Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Gualab  
 Ing. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH

Manuel Francisco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.

# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID)**

**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA**

**INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.**



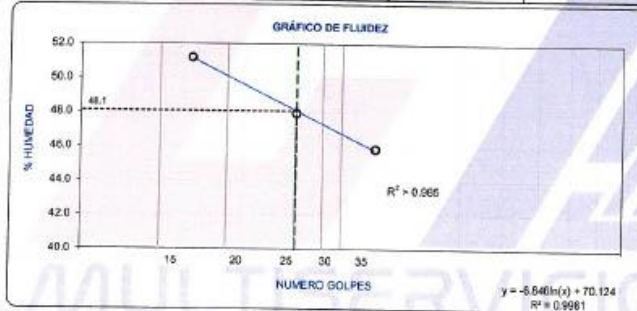
# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ASTM D4318 - 17		REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>Muestreado por:</b>	Tesista Laboratorio LH
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Ensayado por:</b>	04/02/2022
<b>Ubicación de proyecto</b>	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO CENTRO PÓBLADO SALCEDO	<b>Fecha de ensayo:</b>	Diurno
<b>Método de ensayo utilizado II</b>	: Método "A" - Multipunto	<b>Grava:</b>	%
<b>Tamiz de separación E11</b>	: No. 40	<b>Arana:</b>	14.4 %
<b>Método de separación de arena II</b>	: Tamizado	<b>Finos:</b>	85.6 %
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Clasificación Visual - Manual (SUCS)</b>	: CL : Arcilla de baja plasticidad
<b>Precedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Clasificación Visual - Manual (AASHTO)</b>	: A-7-6 : MALO
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Profundidad:</b>	1.50 Metros
<b>N° de muestra</b>	: N° 01	<b>Norte:</b>	8244730 m
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Este:</b>	392818 m

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.70	13.80	13.70	7.30	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	37.10	37.10	35.74	13.50	13.90
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.70	29.50	28.30	12.30	12.60
N° De Golpes	35	25	15	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	45.9	48.0	51.2	24.3	24.2



Límite Líquido : 48  
 Límite Plástico : 24  
 Índice de Plasticidad : 24  
 Coeficiente Lineal : Cumple

*Washington Rodrigo Cruzbat*  
 INGENIERO EN MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02436607



*Juan Manuel Pizarro Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS)

ASTM D2487- 17

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO  
 : MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022. **REGISTRO N°:** LH22-CERT-070  
**SOLICITANTE** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA **MUESTREADO POR** : Testista  
 : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO **ENSAYADO POR** : Laboratorio LH  
**UBICACIÓN DE PROY:** CENTRO POBLADO SALCEDO **FECHA DE ENSAYO** : 04/02/2022  
**TURNO** : Diurno

**Código de Muestra** : PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia** : SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata** : N° 01  
**N° de Muestra** : N° 01 **Profundidad:** 1.50 Metros  
**Progresiva** : --- **Norte:** 8244730 m  
**Este:** 392618 m

DATOS		
% PASA 200	=	85.64 [%]
% PASA N° 4	=	100.00 [%]
LL	=	48.00 [%]
IP	=	24.00 [%]

IPa	=	0.73 (LL - 20) [%]
IPa	=	20.44 [%]
<b>S.U.C.S.</b>		

1° **MALLA N° 200**

(FINO)	Pas > 50 %
(GRUESO)	Ret < 50 %

2° **MALLA N° 4**

(ARENA)	Pas > 50 %
(GRAVA)	Ret < 50 %

2.1° **CONTENIDO DE FINOS** F = % Pasa 200

LIMPIO	DUAL	SUELO CON FINO
F < 5 %	5 % ≤ F ≤ 12 %	F > 12 %

2.2° **GRADACIÓN** Cu = 4.54E+22 Cc = 134008.32

BIEN GRADUADO		MAL GRADUADO
GRAVA	ARENA	
Cu ≥ 4	Cu ≥ 6	Cuando no cumple estas condiciones
1 ≤ cc ≤ 3		

3° **SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS):** Considerar CARTA DE PLASTICIDAD.

CLASIFICACION DE SUELOS SUCS =	CL
--------------------------------	----



**SIMBOLOS SUELO**

G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla

Washington Rodríguez Olazabal  
 T.E.C. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Brizuela Aguirre  
 CIP. 45131  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS PARA FINES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRERAS

ASTM D3282 - 15

**Proyecto** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**Ubicación de proyecto** : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO  
**Registro N°** : LH22-CERT-070  
**Muestreado por** : Tesisla  
**Ensayado por** : Laboratorio LH  
**Fecha de Ensayo** : 04/02/2022  
**Tiempo** : Diurno

**Código de Muestra** : PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia** : SUBRASANTE  
**Sonda y / Calicata** : N° 01  
**N° de Muestra** : N° 01  
**Profundidad** : 1.50 Metros  
**Progresiva** : ---  
**Norte** : 8244730 m  
**Este** : 302818 m

AASHTO	SUELOS GRUESOS (GRAVAS Y ARENAS)							SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS)				
	(< 35 % pasa la MALLA N° 200)							(> 35 % pasa la MALLA N° 200)				
GRUPOS	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7		
SUB GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
% QUE PASA												
- Tamiz N° 10	50 máx											
- Tamiz N° 40	30 máx	50 máx	51 mín									
- Tamiz N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
LL			40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	11 mín
IG						4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx	20 mín
SUELO	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos			
SUCS	(GW - GP)		(SW - SP)	(GM - SM) (GC - SC)			(ML, MH)		(CL, CH)			

El IP sub grupo A-7-5 es menor o igual a (LL-30)

**DATOS**

%Pasa Malla10	=	97.60	[%]
%Pasa Malla40	=	93.80	[%]
%Pasa Malla200	=	85.64	[%]
LL	=	48.00	[%]
IP	=	24.00	[%]

1°. MALLA N° 200

(FINO)	Pas > 35 %
(GRUESO)	Rat ≤ 35 %

2°. ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP = 24.00 %

IP	≤	10	A-4, A-5
IP	≥	11	A-6, A-7-5, A-7-6

3°. LÍMITE LÍQUIDO LL = 48.00 %

LL	≤	40	A-2-4, A-2-6
LL	≥	41	A-5, A-7-5, A-7-6

4°. Índice de Grupo (IG)

$$IG = (F - 35) (0.2 + 0.005 (LL - 40)) + 0.01 (F - 15) (IP - 10)$$

$$IG = 22.04$$

**CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO = A-7-6 (22)**



*Washington Rodríguez Chazabal*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436807



*Walter Manuel Pizarro Aguirre*  
 CIP. 45133  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12e1 / ASTM D1883 - 16

**Proyecto** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022. **REGISTRO N°** : LH22-CERT-070

**Solicitante** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA **Muestreado por** : Solicitante

**Ubicación de proyecto** : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO **Ensayado por** : W. Rodriguez

**Código de muestra** : PPATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID **Fecha de ensayo** : 04/02/2022

**Procedencia** : SUBRASANTE **Turno** : Diurno

**Sondaje / Calicata** : N° 01 **Profundidad** : 1.50 Metros

**N° de muestra** : N° 01 **Norte** : 8244730 m

**Progresiva** : ... **Este** : 392816 m

### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)

METODO DE ENSAYO		C				
Volumen Molde		2121 cm <sup>3</sup>				
Peso Molde		6553 gr.				

NUMERO DE ENSAYOS		C				
		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,251	10,726	10,594	10,346	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,656	4,173	4,041	3,793	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,744	1,967	1,905	1,768	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	42.50	33.70	41.60	39.70	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	496.80	475.50	436.70	518.50	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	423.50	398.40	361.40	421.50	
Peso del agua	gr.	73.3	77.1	75.3	97.0	
Peso del suelo seco	gr.	361	365	320	382	
Contenido de agua	%	19.2	21.1	23.5	25.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.462	1.624	1.542	1.426	

**Densidad Máxima Seca:** 1.627 gr/cm<sup>3</sup>. **Contenido Humedad Optimo:** 21.44 %



#### OBSERVACIONES:

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- 
- 

Washington Rodríguez Obando  
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02196007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Preciado Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

**ASTM D1883 - 16**

**Proyecto:** INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante:** BACH. JERINER CARLOS CALSIN APAZA  
**Ubicación de proyecto:** CENTRO POBLADO SALCEDO

**REGISTRO N°:** LH22-CERT-070  
**Muestreado por:** Solicitante  
**Ensayado por:** W. Rodríguez  
**Fecha de ensayo:** 08/02/2022  
**Turno:** Diurno

**Código de muestra:** PPATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia:** SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata:** N° D1  
**N° de muestra:** N° D1  
**Progresiva:** ---

**Profundidad:** 1.50 Metros  
**Norte:** 8244730 m  
**Este:** 392818 m

### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,460	12,760	12,262	12,587	11,460	12,166
Peso molde (gr.)	3,251	3,251	3,170	3,170	3,009	3,009
Peso suelo compactado (gr.)	4,200	4,509	4,092	4,417	3,399	4,077
Volumen del molde (cm³)	2,131	2,131	2,123	2,123	2,119	2,119
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.975	2.116	1.927	2.081	1.604	1.924
Densidad Seca (gr./cm³)	1.627	1.667	1.567	1.630	1.321	1.513
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	42.6	33.8	33.8	33.8	33.8	33.7
Tara + suelo húmedo (gr.)	471.9	518.4	481.1	538.1	522.1	441.9
Tara + suelo seco (gr.)	395.4	423.6	402.1	513.4	435.9	354.7
Peso de agua (gr.)	75.6	94.8	79.0	124.7	86.2	87.2
Peso de suelo seco (gr.)	352.8	369.8	368.3	479.5	402.1	321.0
Humedad (%)	21.4	25.5	21.4	27.6	21.4	27.2

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-Feb	08:50										
05-Feb	08:50	24	2	0.05	0.04	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15
06-Feb	08:50	48	2	0.05	0.04	4	0.10	0.09	7	0.18	0.15
07-Feb	08:50	72	2	0.05	0.04	5	0.13	0.11	8	0.20	0.17
08-Feb	08:50	96	2	0.05	0.04	5	0.13	0.11	8	0.20	0.17

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		34	1.7			23	1.1			17	0.8		
0.050		51	2.6			46	2.4			41	2.0		
0.075		72	3.6			72	3.6			65	3.4		
0.100	70.307	88	4.4	4.4	6.3	87	4.3	4.3	6.2	82	4.1	4.1	5.8
0.150		116	5.7			115	5.7			112	5.5		
0.200	105.460	138	6.8	6.7	6.4	135	6.7	6.7	6.3	127	6.3	6.3	5.9
0.300		154	7.6			150	7.6			138	6.8		
0.400		162	8.0			162	8.0			147	7.3		
0.500		168	8.3			172	8.5			150	7.4		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante

*Washington Rodríguez Coronado*  
 INGENIERO EN SUELOS, CONSTRUCTO Y PAVIMENTOS  
 DNI: 02475000



*Juan Manuel Frisancho Aguirre*  
 CIP: 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.





# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

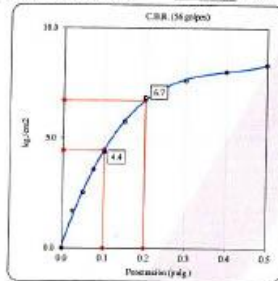
ASTM D1883 - 16

Proyecto	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
Solicitante	: BACH. JENIER CARLOS CALSIN APAZA	Muestreado por :	Solicitante
Código de proyecto	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO	Ensayado por :	W. Rodriguez
Ubicación de proyecto	: CENTRO POBLADO SALCEDO	Fecha de ensayo :	06/02/2022
		Turno :	Diurno
Código de muestra	: PPAIRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	Profundidad :	1.50 Metros
Precedencia	: SUBRASANTE	Norte :	8244730 m
Sendaje / Calicata	: N° 01	Este :	382818 m
N° de muestra	: N° 01		
Progresiva	: ---		

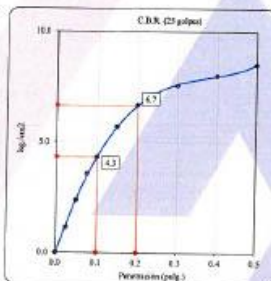
### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

#### DATOS DE MUESTRA

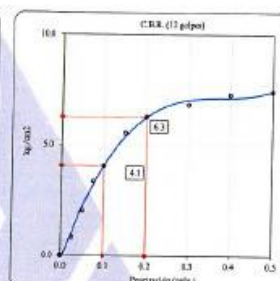
Máxima Densidad Seca  $1.627 \text{ gr./cm}^3$       Óptimo Contenido de Humedad  $21.44 \%$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.545 \text{ gr./cm}^3$



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: 6.3 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 6.2 %



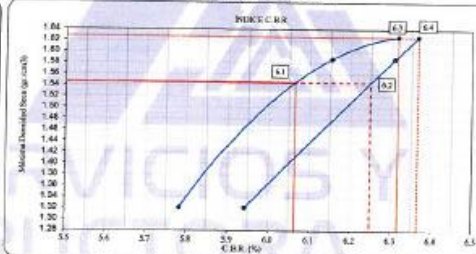
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES: 5.8 %

#### CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 6.3 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 6.1 %

#### CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 6.4 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 6.2 %

#### OBSERVACIONES:

\* Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Vizcaino  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI: 02435007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Francisco Aguirre  
 DNI: 45159  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

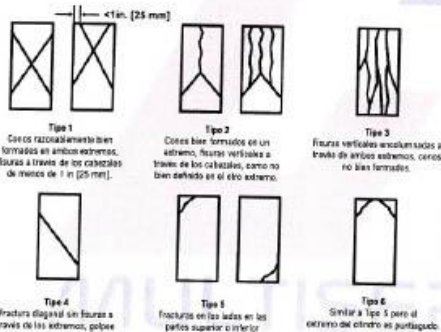
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
SOLICITANTE	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	REALIZADO POR:	Testistas
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CENTRO POBLADO SALCEDO	FECHA DE ENSAYO:	12/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 5/03/2022	TURNO:	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: PATRÓN + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	54.01	6.68	70.12
PATRÓN + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	54.21	6.90	70.38
PATRÓN + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	54.60	6.95	70.89
DESVIACION ESTANDAR :									0.04	0.39
PROMEDIO (Mpa) :									6.91	70.47
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :									0.55	0.55
RANGO DE VARIACION :									1.09	1.09



Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menor, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicándolo por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.80	1.85	1.90
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los datos en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Número de Probetas (150 x 300 mm)	Certificación de Variación	Rango Aceptable de Resultados de Cilindros Individuales	
		2 Cilindros	3 Cilindros
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.5 %	7.8 %
Condiciones de Campo	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 x 8 Probetas (100 x 200 mm)	Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.0 %
		10.8 %	

Fuente: ASTM C39

FIG. 3 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Obando  
 INGENIERO EN SOLOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 D.N.I. 02452607



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Priozuelo Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SOLOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh\_sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

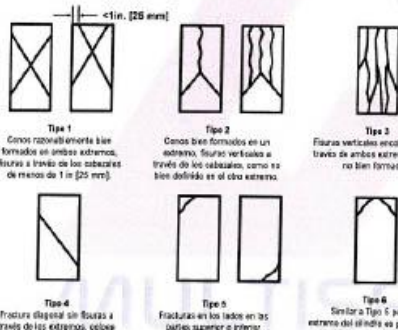
### DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
SOLICITANTE	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	REALIZADO POR :	Tesisistas
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CENTRO POBLADO SALCEDO	FECHA DE ENSAYO :	19/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 5/03/2022	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	: PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	65.74	8.37	85.35
PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	66.33	8.45	86.12
PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	66.04	8.41	85.74
DESVIACION ESTANDAR :									0.64	0.38
PROMEDIO (Mpa) :									8.41	85.74
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :									0.45	0.45
RANGO DE VARIACION :									0.89	0.89



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm).

Tipo 2  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como se bien definido en el otro extremo.

Tipo 3  
Fisuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

Tipo 4  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpea suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1.

Tipo 5  
Fracturas en los lados en las patas superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos).

Tipo 6  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es paraguado.

FIG. 2 Ejemplos de los Modos de Fractura típicos.

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menos, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Max) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los datos en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Diámetro de Cilindro	Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencia de cilindros individuales	
		1 Cilindro	3 Cilindros
8 a 12 Pulgadas [190 a 300 mm]			
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 %	7.6 %
Condiciones de Campo	2.4 %	8.0 %	9.6 %
4 a 6 Pulgadas [100 a 200 mm]			
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	6.6 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Rodríguez Obando  
 ING. CIVIL  
 REG. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 D.N.I. 02438107



Juan Manuel Pizarro Aguarte  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

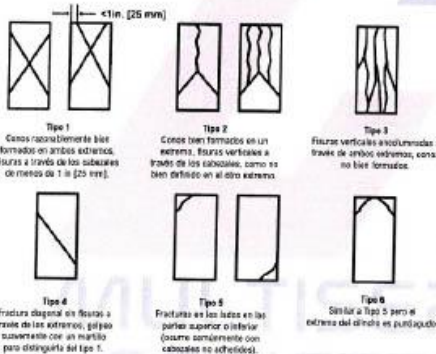
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. JENNIFER CARLOS CALSIN APAZA	<b>REALIZADO POR :</b>	Testistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	05/03/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 5/03/2022	<b>TURNO :</b>	Durno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
<b>F'c de diseño</b>	: PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	74.90	9.54	97.25
PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	74.76	9.52	97.06
PATRON + 6.0% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	74.62	9.50	96.88
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									0.62	0.18
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									9.52	97.06
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									0.19	0.19
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									0.37	0.37



Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menos, seje el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los datos en la tabla.

Fuente: ASTM C39

	Coefficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencia de cilindros individuales
6 a 12 Pulgadas (150 a 300 mm)		3 Cilindros
Condiciones de Laboratorio	2.4%	6.6%
Condiciones de Campo	2.8%	8.0%
4 a 6 Pulgadas (100 a 150 mm)		3 Cilindros
Condiciones de Laboratorio	3.2%	9.0%

Fuente: ASTM C29

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

*Washington Rodríguez Chacón*  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 CIP: 52436003



*Juan Manuel Francisco Aguirre*  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 CIP: 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.

# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-  
AID)**

**MULTISERVICIOS Y  
CONSTRUCTORA**

INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS  
DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

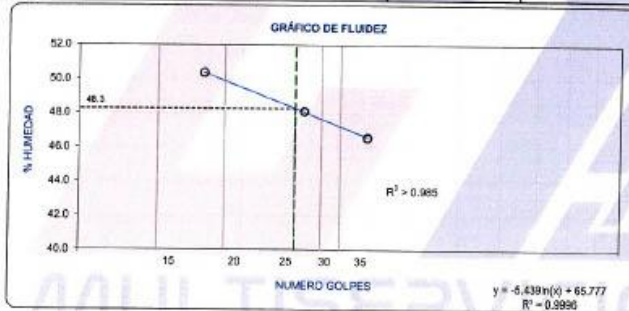
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ASTM D4318 - 17

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO	<b>Muestreado por :</b>	Tesista
<b>Ubicación de proyecto</b>	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Ensayado por :</b>	Laboratorio LH
		<b>Fecha de ensayo :</b>	04/02/2022
		<b>Tiempo :</b>	Diumo
<b>Método de ensayo utilizado II</b>	: Método "A" - Multipunto	<b>Grava :</b>	%
<b>Tamiz de separación E11</b>	: No. 40	<b>Arena :</b>	14.4 %
<b>Método de separación de arena II</b>	: Tamizado	<b>Fines :</b>	85.6 %
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Clasificación Visual - Manual (SUCS) :</b>	CL : Arcilla de baja plasticidad
<b>Precedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Clasificación Visual - Manual (AASHTO) :</b>	A-7-6 : MALO
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Profundidad :</b>	1.50 Metros
<b>N° de muestra</b>	: N° 01	<b>Norte :</b>	8244730 m
<b>Progresiva</b>	: —	<b>Este :</b>	392818 m

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.70	13.80	13.80	7.20	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	36.50	37.10	36.20	14.60	13.40
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.30	29.50	26.70	13.10	12.20
N° De Golpes	34	26	17	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	46.6	48.1	50.4	25.1	25.3



Límite Líquido : 48  
 Límite Plástico : 25  
 Índice de Plasticidad : 23  
 Coeficiente Lineal : Cumple

Washington Rodríguez Obisabal  
 T.E.C. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizanco Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS)

ASTM D2487- 17

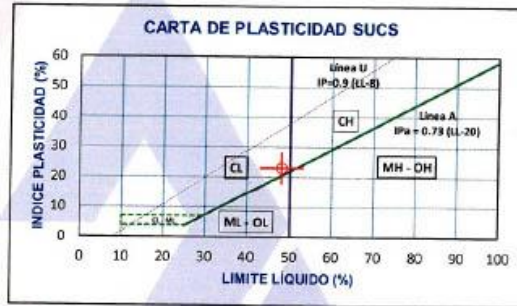
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO  
 : MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022. **REGISTRO N°:** LH22-CERT-070  
**SOLICITANTE** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA **MUESTREADO POR** : Tesista  
 : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO **ENSAYADO POR** : Laboratorio LH  
**UBICACIÓN DE PROY:** CENTRO POBLADO SALCEDO **FECHA DE ENSAYO** : 04/02/2022  
**TURNO** : Diurno

**Código de Muestra** : PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Prosedencia** : SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata** : N° 01 **Profundidad:** 1.50 Metros  
**N° de Muestra** : N° 01 **Norte:** 8244730 m  
**Progresiva** : --- **Este:** 392318 m

**DATOS**

% PASA 200	=	65.64	[%]
% PASA N° 4	=	100.00	[%]
LL	=	48.00	[%]
IP	=	23.00	[%]
IPa	=	0.73 (LL - 20)	[%]
IPa	=	20.44	[%]

**S.U.C.S.**



1° **MALLA N° 200**

(FINO)	Pas > 50 %
(GRUESO)	Ret < 50 %

2° **MALLA N° 4**

(ARENA)	Pas > 50 %
(GRAVA)	Ret < 50 %

**SIMBOLOS SUELO**

G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla

2.1° **CONTENIDO DE FINOS** F = % Pasa 200

LIMPIO	DUAL	SUELO CON FINO
F < 5 %	5 % ≤ F ≤ 12 %	F > 12 %

2.2° **GRADACIÓN** Cu = 4.54E+22 Cc = 134008.32

BIEN GRADUADO		MAL GRADUADO
GRAVA	ARENA	
Cu ≥ 4	Cu ≥ 6	Quando no cumple estas condiciones
1 ≤ cc ≤ 3		

3° **SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS):** Considerar CARTA DE PLASTICIDAD.  
 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS = CL

Washington Rodríguez Díazabal  
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Franchino Ayarce  
 C.I. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS PARA FINES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

ASTM D5282 - 15

**Proyecto** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022. **REGISTRO N°**: LH22-CERT-070  
**Solicitante** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA **Muestreado por** : Testista  
**Ubicación de proyecto** : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO **Ensayado por** : Laboratorio LH  
**Centro Poblado** : CENTRO POBLADO SALCEDO **Fecha de Ensayo**: 04/02/2022  
**Turno**: Diurno

**Código de Muestra** : PATRON + 7.2% CEMENTO + 3N CON-AID **Profundidad**: 1.50 Metros  
**Procedencia** : SUBRASANTE **Norte**: 8244730 m  
**Sondaje / Calicata** : N° 01 **Este**: 392818 m  
**N° de Muestra** : N° 01  
**Progresiva** : ---

AASHTO	SUELOS GRUESOS (GRAVAS Y ARENAS)							SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS)					
	(< 35 % pasa la MALLA N° 200)							(> 35 % pasa la MALLA N° 200)					
GRUPOS	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7			
SUB GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
% QUE PASA													
- Tamiz N° 10	50 máx												
- Tamiz N° 40	30 máx	50 máx	51 min										
- Tamiz N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min	
LL				40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	41 min	
IP	6 máx	8 máx	NP	10 máx	10 máx	11 min	11 min	10 máx	10 máx	11 min	11 min	11 min	
IG						4 máx	4 máx	6 máx	12 máx	16 máx	20 máx	20 min	
SUELO	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos				
SUCS	(GW - GP)		(SW - SP)	(GM, SM) (GC, SC)			(ML, MH)		(CL, CH)				

El IP sub grupo A-7-6 es menor o igual a (LL-30)

### DATOS

%Pasa Malla10 = 97.60 [%]  
 %Pasa Malla40 = 93.60 [%]  
 %Pasa Malla200 = 85.64 [%]  
 LL = 48.00 [%]  
 IP = 23.00 [%]

1°. MALLA N° 200

(FINO)	Pas > 35 %
(GRUESO)	Ret ≤ 35 %

2°. ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP = 23.00 %

IP	≤	10	A-4, A-5
IP	≥	11	A-5, A-7-5, A-7-6

3°. LÍMITE LÍQUIDO LL = 48.00 %

LL	≤	40	A-2-4, A-2-6
LL	≥	41	A-5, A-7-5, A-7-6

4°. Índice de Grupo (IG)

$$IG = (F - 35) (0.2 + 0.005 (LL - 40)) + 0.01 (F - 15) (IP - 10)$$

$$IG = 21.34$$

IG = 21

**CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO = A-7-6 (21)**

*Washington Rodríguez Olave*  
 REC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02436007



*Juan Manuel Pizarro Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.





# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12a1 / ASTM D1683 - 16

**Proyecto** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**Ubicación de proyecto** : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDINO  
 : CENTRO POBLADO SALCEDO

**REGISTRO N°** : LH22-CERT-070

**Muestreado por** : Solicitante  
**Ensayado por** : W. Rodriguez  
**Fecha de ensayo** : 04/02/2022  
**Turno** : Diurno

**Código de muestra** : PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia** : SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata** : N° 01  
**N° de muestra** : N° 01  
**Progresiva** : ---

**Prefundidad** : 1.50 Metros  
**Norte** : 8244730 m  
**Este** : 392816 m

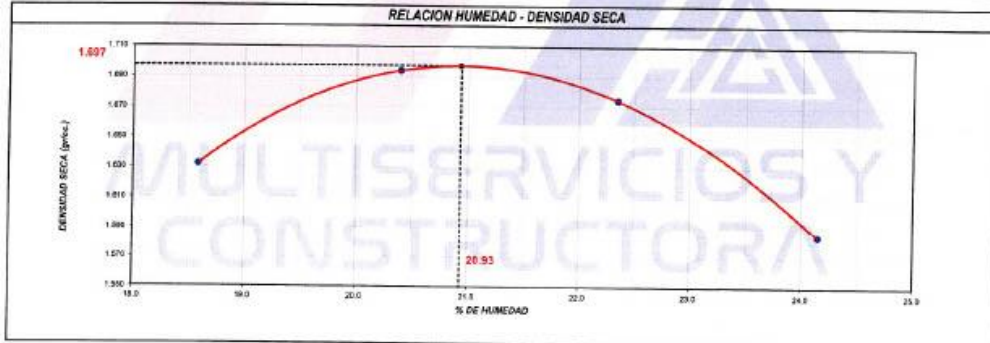
### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)

METODO DE ENSAYO		C	
Volumen Molde		2121 cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
Peso Molde		6553 gr.	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,858	10,879	10,899	10,724	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,105	4,326	4,346	4,171	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,935	2,040	2,049	1,967	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	62.80	34.70	33.80	51.70	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	375.40	477.40	479.90	365.80	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	326.40	402.40	398.40	304.70	
Peso del agua	gr.	49.0	75.0	81.5	61.1	
Peso del suelo seco	gr.	264	368	365	253	
Contenido de agua	%	18.6	20.4	22.4	24.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.632	1.694	1.675	1.584	

**Densidad Máxima Seca:** 1.697 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Optima:** 20.93 %

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



#### OBSERVACIONES:

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- - -

*Washington Rodríguez Vizcarra*  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02936007



*Manuel Briscocho Aguirre*  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02936007

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

ASTM D1883 - 16

**Proyecto:** INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante:** BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**Ubicación de proyecto:** CENTRO POBLADO SALCEDO

**REGISTRO N°:** LH22-CERT-070  
**Muestreado por:** Solicitante  
**Ensayado por:** W. Rodríguez  
**Fecha de ensayo:** 06/02/2022  
**Turno:** Diurno

**Código de muestra:** PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia:** SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata:** N° 01  
**N° de muestra:** N° 01  
**Progresiva:** ---

**Profundidad:** 1.50 Metros  
**Norte:** 8244730 m  
**Este:** 392818 m

### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

#### CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	12,460	1,287	12,262	12,463	11,488	11,358
Peso molde (gr.)	8,336	8,336	8,597	8,597	8,319	8,510
Peso suelo compactado (gr.)	4,124	-7,069	3,755	3,946	2,978	3,448
Volumen del molde (cm³)	2,135		2,135		2,140	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,932	-3,311	1,759	1,848	1,392	1,611
Densidad Seca (gr./cm³)	1,567	-2,639	1,454	1,448	1,151	1,322

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

	4	5	6
Peso de tara (gr.)	42.6	33.8	33.8
Tara + suelo húmedo (gr.)	563.3	398.5	460.2
Tara + suelo seco (gr.)	423.5	325.6	389.6
Peso de agua (gr.)	79.8	72.9	70.6
Peso de suelo seco (gr.)	380.9	291.8	337.0
Humedad (%)	21.0	25.5	20.9

#### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-Feb	08:50										
05-Feb	08:50	24	8	0.20	0.17	2	0.05	0.04	9	0.23	0.20
06-Feb	08:50	48	8	0.20	0.17	2	0.05	0.04	9	0.23	0.20
07-Feb	08:50	72	8	0.20	0.17	2	0.05	0.04	9	0.23	0.20
08-Feb	08:50	96	8	0.20	0.17	3	0.08	0.07	9	0.23	0.20

#### PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		42	2.1			34	1.7			25	1.2		
0.050		68	3.4			61	3.0			62	2.6		
0.075		88	4.4			87	4.3			86	4.3		
0.100	70.307	116	5.7	5.8	8.2	110	5.4	5.5	7.8	103	5.1	5.1	7.3
0.150		155	7.7			153	7.6			139	6.9		
0.200	105.460	181	9.0	9.0	8.5	174	8.6	8.5	8.0	162	8.0	8.0	7.6
0.300		211	10.4			189	9.4			182	9.0		
0.400		213	10.5			193	9.6			188	9.3		
0.500		216	10.7			198	9.8			193	9.6		

#### OBSERVACIONES:

\* Muestra provista e identificada por el solicitante

*Washington Rodríguez Chazabini*  
 INGENIERO  
 MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 D.R.L. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
*Juan Manuel Pizcucho Aguirre*  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

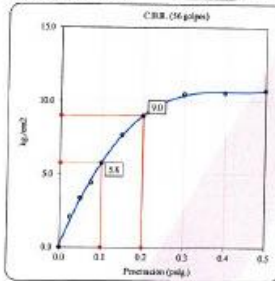
ASTM D1883 - 16

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-ND SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Muestreado por :</b>	Solicitante
<b>Código de proyecto</b>	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO	<b>Ensayado por :</b>	W. Rodriguez
<b>Utilización de proyecto</b>	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Fecha de ensayo :</b>	06/02/2022
		<b>Turno :</b>	Diurno
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Profundidad :</b>	1.50 Metros
<b>Procedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Norte :</b>	8244730 m
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Este :</b>	392818 m
<b>N° de muestra</b>	: N° 01		
<b>Progresiva</b>	: ----		

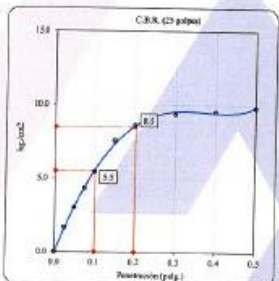
### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

#### DATOS DE MUESTRA

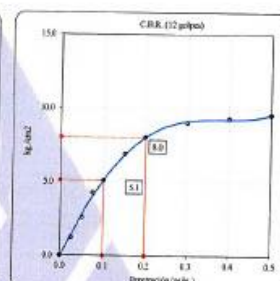
Máxima Densidad Seca  $1.697 \text{ gr/cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.613 \text{ gr/cm}^3$   
 Óptimo Contenido de Humedad  $20.93 \%$



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES: 8.2 %

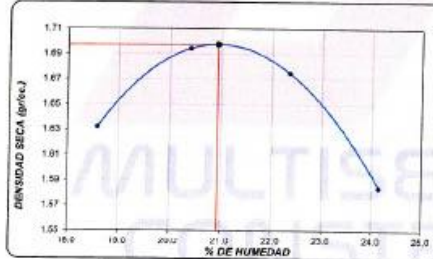


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 7.8 %



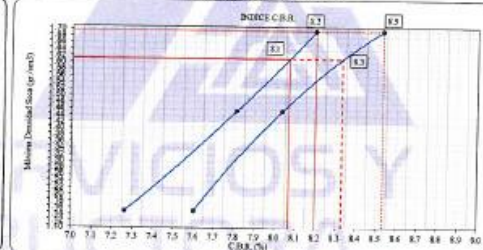
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES: 7.3 %

#### CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 8.2 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 8.1 %

#### CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 8.5 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 8.3 %

#### OBSERVACIONES:

\* Muestra provista e identificada por el solicitante

**Winstonington Rodríguez Chazabal**  
 INGENIERO EN MEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Juan Manuel Pizarro Aguirre**  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

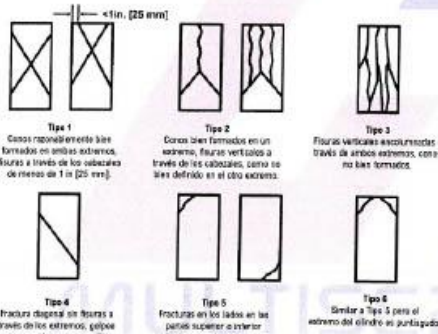
Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39/C39M-20

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
SOLICITANTE	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	REALIZADO POR:	Testistas
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CENTRO POBLADO SALCEDO	FECHA DE ENSAYO:	12/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 5/03/2022	TURNO:	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'o de diseño	: PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	55.80	7.10	72.45
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	56.19	7.15	72.95
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	55.57	7.08	72.15
DESVIACION ESTANDAR :									0.04	0.41
PROMEDIO (Mpa) :									7.11	72.52
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :									0.56	0.56
RANGO DE VARIACION :									1.11	1.11



Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menor, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicado por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los datos en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Rango de Longitud de Probetas Individuales	Rango Aprobado de Resistencias de Probetas Individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 12 Pulgadas [150 a 300 mm]		
Condiciones de Laboratorio	24%	64%
Condiciones de Campo	25%	65%
4 a 8 Pulgadas [100 a 200 mm]		
Condiciones de Laboratorio	32%	80%

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Ejemplos de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

*Washington Rodríguez Obando*  
 P. 4  
 ING. SUELOS, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS  
 DRI. 02436007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
*Juan Manuel Rivascho Aguarte*  
 CIP. 95130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
SOLICITANTE	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	REALIZADO POR	: Testistas
UBICACIÓN DE PROYECTO	: BACH. CHRISTIAN NIKCLAY BARRA MOLLOCONDO	FECHA DE ENSAYO	: 19/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 5/03/2022	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F/c de diseño	: PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	60.13	8.80	89.75
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	68.01	8.86	88.30
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	69.90	8.90	90.75
DESVIACION ESTANDAR :									0.12	1.23
PROMEDIO (Mpa) :									8.79	89.60
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :									1.38	1.38
RANGÓ DE VARIACION :									2.74	2.74

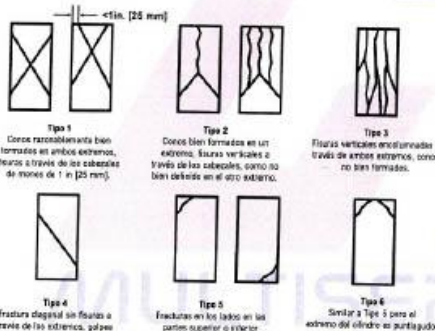


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos.

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menor, emplee el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicado por el factor de conversión apropiado que se muestra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.96	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de conversión para L/D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptado de Resistencias de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
4 a 12 Palpadas (150 a 200 mm)		
Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.0 %
Condiciones de Campo	2.5 %	6.0 %
4 a 8 Palpadas (100 a 150 mm)		
Condiciones de Laboratorio	3.2 %	9.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Washington Ruiz  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DNI. 02435007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Arisacho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

### ASTM C39/C39M-20

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
SOLICITANTE	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	REALIZADO POR :	Técnicos
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CENTRO POBLADO SALCEDO	FECHA DE ENSAYO :	05/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 5/03/2022	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'e de diseño	: PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	75.67	9.63	98.25
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	76.06	9.68	98.75
PATRON + 7.2% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	76.37	9.72	99.15
DESVIACION ESTANDAR :									0.04	0.46
PROMEDIO (Mpa) :									9.68	98.72
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :									0.46	0.46
RANGO DE VARIACION :									0.92	0.92

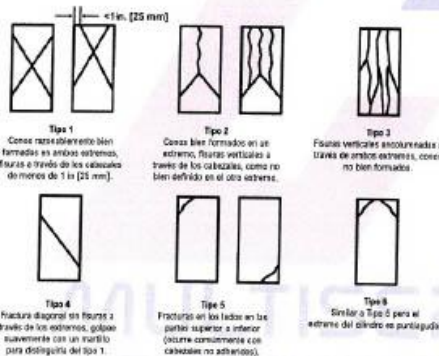


FIG. 2 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menos, corre el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicado por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla.

L/D	1.75	1.60	1.25	1.00
Factor	0.88	0.96	0.93	0.97

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Coeficiente de Variación	Rango Aceptado de Resistencia de cilindros individuales	
	2 Cilindros	3 Cilindros
6 a 11 Porcentaje (150 a 350 mm)		
Condiciones de Laboratorio	2.4%	2.8%
Condiciones de Campo	3.3%	3.5%
4 a 8 Porcentaje (100 a 200 mm)		
Condiciones de Laboratorio	3.2%	3.6%

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

*[Handwritten signature]*  
 LABORATORIO DE SUELOS, CIMENTOS Y PAVIMENTOS  
 DNL 02435007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
*[Handwritten signature]*  
 Juan Manuel Pizango Aguirre  
 CIP 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.

# **CERTIFICADOS DE CALIDAD**

**(PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID)**

**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA**

**INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.**



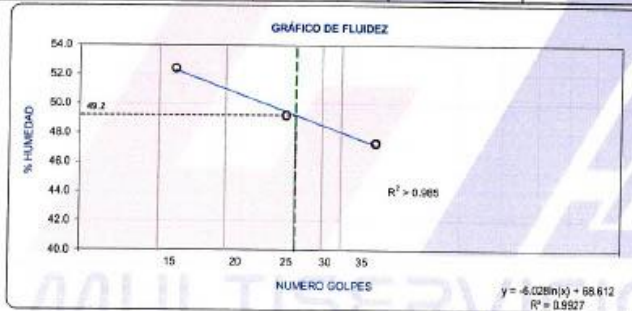
# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ASTM D4318 - 17		REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>Muestreado por</b>	: Tesista
<b>Solicitante</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Ensayado por</b>	: Laboratorio LH
<b>Ubicación de proyecto</b>	: BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO	<b>Fecha de ensayo</b>	: 04/02/2022
	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Turno</b>	: Diurno
<b>Método de ensayo utilizado II</b>	: Método "A" - Multipunto	<b>Grava</b>	: %
<b>Tamiz de separación E11</b>	: No. 40	<b>Arena</b>	: 14.4 %
<b>Método de separación de arena II</b>	: Tamizado	<b>Fines</b>	: 85.6 %
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Procedimiento de obtención de muestra</b>	: Secado al horno
<b>Procedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Clasificación Visual - Manual (SUCS)</b>	: ML : Limo de baja plasticidad
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Clasificación Visual - Manual (AASHTO)</b>	: A-7-6 : MALO
<b>N° de muestra</b>	: N° 01	<b>Profundidad</b>	: 1.50 Metros
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Norte</b>	: 8244730 m
		<b>Este</b>	: 392818 m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.80	13.70	13.80	7.20	7.20
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	37.20	36.90	36.70	13.70	14.30
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.70	29.20	28.20	12.30	12.70
N° De Golpes	35	24	15	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	: ¡Cumple!	: ¡Cumple!	: ¡Cumple!	: ¡Cumple!	: ¡Cumple!
Contenido de Humedad	47.3	49.2	52.4	28.3	28.5



Límite Líquido : 49  
 Límite Plástico : 28  
 Índice de Plasticidad : 21  
 Coeficiente Lineal : Cumple

*Washington Rodríguez Obando*  
 TECN. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436507



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
*Juan Manuel Brizuela Aguirre*  
 CIP. 45139  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.





# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS)

ASTM D2487- 17

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO  
**REGISTRO N°**: LH22-CERT-070  
 : MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**SOLICITANTE** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**MUESTREADO POR** : Testista  
 : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO  
**ENSAYADO POR** : Laboratorio LH  
**UBICACIÓN DE PROJ** : CENTRO POBLADO SALCEDO  
**FECHA DE ENSAYO** : 04/02/2022  
**TURNO** : Diurno

**Código de Muestra** : PATRON + 9.4% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Prosedencia** : SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata** : N° 01  
**N° de Muestra** : N° 01  
**Progresiva** : ---  
**Profundidad**: 1.50 Metros  
**Norte**: 8244730 m  
**Este**: 392818 m

**DATOS**

% PASA 200	=	85.64	[%]
% PASA N° 4	=	100.00	[%]
LL	=	49.00	[%]
IP	=	21.00	[%]

IPa	=	0.73 (LL - 20)	[%]
IPa	=	21.17	[%]

**S.U.C.S.**

1° **MACA N° 200**

(FINO)	Pas > 50 %
(GRUESO)	Ret < 50 %

2° **MACA N° 4**

(ARENA)	Pas > 50 %
(GRAVA)	Ret < 50 %

2.1° **CONTENIDO DE FINOS** F = % Pasa 200

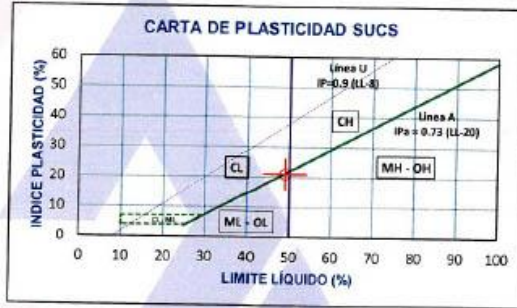
LIMPIO	DUAL	SUELO CON FINO
F < 5 %	5 % ≤ F ≤ 12 %	F > 12 %

2.2° **GRADACIÓN** Cu = 4.54E-22 Cc = 134008.32

BIEN GRADUADO		MAL GRADUADO
GRAVA	ARENA	
Cu ≥ 4	Cu ≥ 6	Quando no cumple estas condiciones
1 ≤ cc ≤ 3		

3° **SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS)** : Considerar CARTA DE PLASTICIDAD.

CLASIFICACION DE SUELOS SUCS = **ML**



**SIMBOLOS SUELO**

G	Grava
S	Areña
M	Limo
C	Arcilla

Washington Rodríguez Olanobal  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 C.R.L. 02436007



Juan Manuel Pizarro Aguirre  
 CIP: 45133  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS PARA FINES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

ASTM D3282 - 15

Proyecto : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022. REGISTRO N°: LH22-CERT-070  
 Solicitante : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA Muestreado por : Testista  
 Ubicación de proyecto : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO Ensayado por : Laboratorio LH  
 : CENTRO POBLADO SALCEDO Fecha de Ensayo : 04/02/2022  
 Tumo : Diurno

Código de Muestra : PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID  
 Procedencia : SUBRASANTE  
 Sondaje / Calicata : N° 01 Profundidad : 1.50 Metros  
 N° de Muestra : N° 01 Norte : 8244730 m  
 Progresiva : --- Este : 392818 m

AASHTO	SUELOS GRUESOS (GRAVAS Y ARENAS)						SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS)					
	( $\leq 35\%$ pasa la MALLA N° 200)						(> 35% pasa la MALLA N° 200)					
GRUPOS	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7		
SUB GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
% QUE PASA												
Tamiz N° 10	50 máx											
Tamiz N° 40	30 máx	50 máx	51 mín									
Tamiz N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	
LL				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	
IP	6 máx	6 máx	N°	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
IG				4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx	
SUELO	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos			
SUCS	(GW - GP)		(SW - SP)	(GM, SM) (GC, SC)			(ML, MH)		(CL, CH)			

El IP sub grupo A-7-5 es menor o igual a (LL-30)

### DATOS

%Pesa Malla10 = 97.60 [%]  
 %Pesa Malla40 = 93.60 [%]  
 %Pesa Malla200 = 85.64 [%]  
 LL = 49.00 [%]  
 IP = 21.00 [%]

1°. MALLA N° 200

(FINO)	Pes > 35 %
(GRUESO)	Ret ≤ 35 %

2°. ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP = 21.00 %

IP	≤	10	A-4, A-5
IP	≥	11	A-6, A-7-5, A-7-6

3°. LÍMITE LÍQUIDO LL = 49.00 %

LL	≤	40	A-2-4, A-2-6
LL	≥	41	A-5, A-7-5, A-7-6

4°. Índice de Grupo (IG)

$$IG = (F - 35) (0.2 + 0.005 (LL - 40)) + 0.01 (F - 15) (IP - 10)$$

$$IG = 20.18$$

IG = 20

CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO = **A-7-6 (20)**

*Washington Rodríguez Orozco*  
 INGENIERO EN  
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 92435007



*Juan Manuel Fríascho Aguirre*  
 INGENIERO EN  
 JEF. DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080609 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12e1 / ASTM D1553 - 16

**Proyecto** : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante** : BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
**Ubicación de proyecto** : BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDINO  
 : CENTRO POBLADO SALCEDO

**REGISTRO N°:** LH22-CERT-070

**Muestreado por:** Solicitante  
**Ensayado por:** W. Rodriguez  
**Fecha de ensayo:** 04/02/2022  
**Turno:** Diurno

**Código de muestra** : PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia** : SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata** : N° 01  
**N° de muestra** : N° 01  
**Progresiva** : ---

**Profundidad:** 1.50 Metros  
**Norte:** 8244730 m  
**Este:** 392818 m

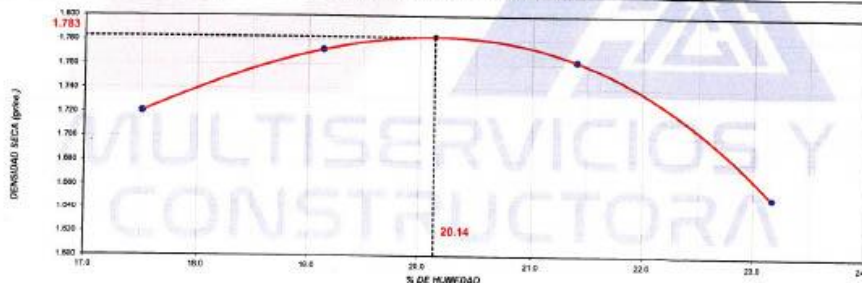
### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)

**METODO DE ENSAYO** C  
 Volumen Molde 2121 cm<sup>3</sup>  
 Peso Molde 6553 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,842	11,031	11,091	10,863	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,289	4,478	4,538	4,310	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,022	2,111	2,140	2,032	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	33.80	33.70	33.70	33.70	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	272.00	320.70	383.10	354.80	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	236.50	274.60	321.50	294.40	
Peso del agua	gr.	35.5	46.1	61.6	60.4	
Peso del suelo seco	gr.	203	241	288	261	
Contenido de agua	%	17.5	19.1	21.4	23.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.721	1.772	1.762	1.650	

**Densidad Máxima Seca:** 1.783 gr/cm<sup>3</sup>. **Contenido Humedad Optima:** 20.14 %

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



#### OBSERVACIONES:

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- + ---

**Washington Rodriguez Obayobal**  
 TIC. SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 DNI. 02436007



**MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
**Jenner Manuel Frisancho Aguirre**  
 CIP. 45150  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO GARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

ASTM D1883 - 16

**Proyecto:** INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.  
**Solicitante:** BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA  
 BACH. CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO  
**Ubicación de proyecto:** CENTRO POBLADO SALCEDO

**REGISTRO N°:** LH22-CERT-070

**Muestreado por:** Solicitante  
**Ensayado por:** W. Rodriguez  
**Fecha de ensayo:** 08/02/2022  
**Turno:** Diurno

**Código de muestra:** PATRÓN + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID  
**Procedencia:** SUBRASANTE  
**Sondaje / Calicata:** N° 01  
**N° de muestra:** N° 01  
**Progresiva:** ---

**Profundidad:** 1.50 Metros  
**Norte:** 8244730 m  
**Este:** 392818 m

### Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

#### CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,460	13,274	12,262	12,921	11,488	11,091
Peso molde (gr.)	8,607	8,607	8,449	8,449	8,129	8,129
Peso suelo compactado (gr.)	3,853	4,667	3,813	4,472	3,359	2,962
Volumen del molde (cm³)	2,137	2,137	2,129	2,129	2,141	2,141
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,803	2,184	1,791	2,101	1,569	1,804
Densidad Seca (gr./cm³)	1,637	1,913	1,626	1,875	1,425	1,613

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

	4	5	6
Peso de tara (gr.)	42.8	35.9	51.8
Tara + suelo húmedo (gr.)	464.1	361.9	430.2
Tara + suelo seco (gr.)	425.3	321.5	395.4
Peso de agua (gr.)	38.8	40.4	34.8
Peso de suelo seco (gr.)	362.7	285.6	343.6
Humedad (%)	10.1	14.1	10.1

#### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-Feb	08:50										
05-Feb	08:50	24	6	0.15	0.13	5	0.13	0.11	3	0.08	0.07
06-Feb	08:50	48	7	0.18	0.15	5	0.13	0.11	3	0.08	0.07
07-Feb	08:50	72	7	0.18	0.15	6	0.15	0.13	3	0.08	0.07
08-Feb	08:50	96	7	0.18	0.15	6	0.15	0.13	4	0.10	0.09

#### PENETRACIÓN

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		43	2.1			37	1.8			30	1.5		
0.050		75	3.7			69	3.4			62	3.1		
0.075		120	5.9			115	5.7			102	5.1		
0.100	70.307	146	7.2	7.2	10.3	139	6.9	6.8	9.7	130	6.4	6.3	8.8
0.150		195	9.7			185	9.2			175	8.7		
0.200	105.460	224	11.1	11.1	16.6	213	10.5	10.5	16.0	201	10.0	10.0	13.5
0.300		258	12.8			242	12.0			232	11.5		
0.400		281	13.9			263	13.0			251	12.4		
0.500		293	14.5			281	13.9			261	12.9		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

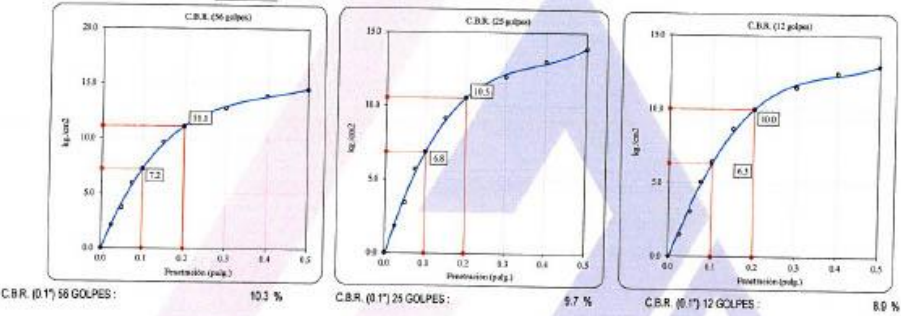
ASTM D1883 - 16

<b>Proyecto</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>Solicitante</b>	: BACH, JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>Muestreado por :</b>	Solicitante
<b>Código de proyecto</b>	: BACH, CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDO	<b>Ensayado por :</b>	W. Rodríguez
<b>Ubicación de proyecto</b>	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>Fecha de ensayo :</b>	08/02/2022
		<b>Turno :</b>	Diurno
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	<b>Profundidad :</b>	1.50 Metros
<b>Procedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Norte :</b>	8244730 m
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 01	<b>Este :</b>	392818 m
<b>N° de muestra</b>	: N° 01		
<b>Progresiva</b>	: ---		

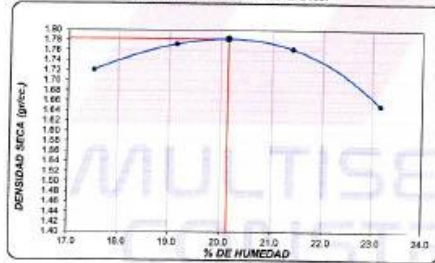
### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

#### DATOS DE MUESTRA

Máxima Densidad Seca  $1.783 \text{ gr./cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.694 \text{ gr./cm}^3$   
 Óptimo Contenido de Humedad  $20.14 \%$

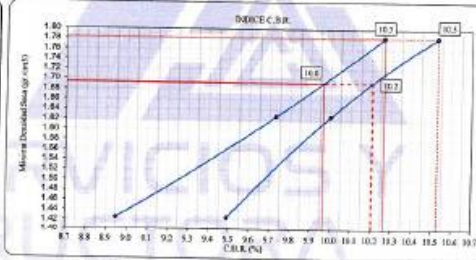


#### CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CBR (100% M.D.S.) 0.1": 10.3 %  
 CBR (95% M.D.S.) 0.1": 10.0 %

#### CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



CBR (100% M.D.S.) 0.2": 10.5 %  
 CBR (95% M.D.S.) 0.2": 10.2 %

#### OBSERVACIONES:

\* Muestra provista e identificada por el solicitante

Washington Rodríguez Chazabal  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 DNI. 02435007



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH  
 Juan Manuel Frizoncho Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS  
 Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

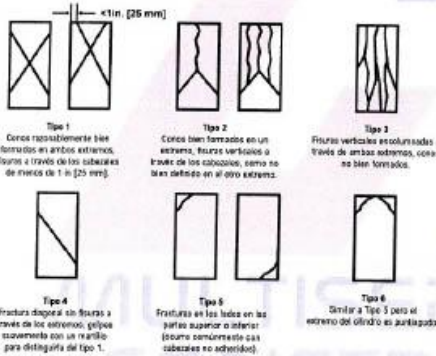
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
SOLICITANTE	: BACH, JENNER CARLOS CALSIN APAZA	REALIZADO POR :	Testistas
UBICACIÓN DE PROYECTO	: BACH, CHRISTIAN NIKOLAY BARRA MOLLOCONDINO	FECHA DE ENSAYO :	12/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: CENTRO POBLADO SALCEDO : 5/03/2022	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm²)	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm2
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	09/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	57.95	7.38	75.24
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	09/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	58.04	7.39	75.36
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	09/02/2022	12/02/2022	7	100.0	200.0	7854.0	5	58.50	7.45	75.95
DESVIACION ESTANDAR :									0.04	0.38
PROMEDIO (Mpa) :									7.41	75.52
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :									0.51	0.51
RANGO DE VARIACION :									0.95	0.95



Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menor, corrija el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicando por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla.

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los datos en la tabla.

Fuente: ASTM C39

Condición de Laboratorio	Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencia de especímenes individuales	
		3 Cilindros	3 Cubos
6 a 12 Pulgadas (150 a 300 mm)	2.4%	6.6%	7.8%
Condición de Campo	2.0%	6.0%	6.5%
4 a 8 Pulgadas (100 a 200 mm)	3.2%	9.0%	10.0%
Condición de Laboratorio			

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

*Washington Contreras Chavabán*  
 DNI: 02486007



*Juan Manuel Prizaneño Aguirre*  
 CIP: 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	REGISTRO N°:	LH22-CERT-070
SOLICITANTE	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	REALIZADO POR :	Testistas
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CENTRO POBLADO SALCEDO	FECHA DE ENSAYO :	19/02/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 5/03/2022	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	71.13	9.06	92.35
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	06/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	70.67	9.00	91.75
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	06/02/2022	19/02/2022	14	100.0	200.0	7854.0	5	71.36	9.09	92.65
DESVIACION ESTANDAR :									0.04	0.46
PROMEDIO (Mpa) :									9.05	92.25
COEFICIENTE DE VARIACION (%) :									0.49	0.49
RANGO DE VARIACION :									0.97	0.97

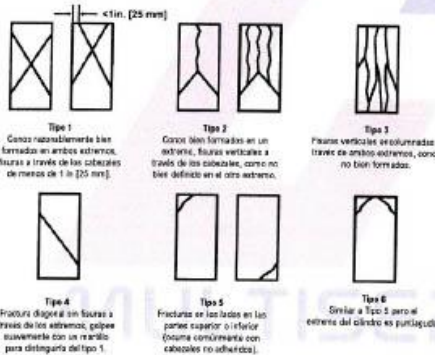


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Tipos

Fuente: ASTM C29

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1.75 o menos, como el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicado por el factor de corrección apropiado que se muestra en la siguiente tabla.

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.88	0.95	0.93	0.97

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C29

Coeficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros Individuales
0 a 10 Porcentaje (150 a 300 mm)	Resistencia de cilindros Individuales
Condiciones de Laboratorio	2 Cilindros
Condiciones de Campo	3 Cilindros
4 a 8 Porcentaje (100 a 200 mm)	7.5 %
Condiciones de Laboratorio	8.0 %
	10.6 %

Fuente: ASTM C29

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE INVALIDES SIN EL SELLO Y FIRMA.



# MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

ASTM C39/C39M-20

<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA INDUSTRIAL, PUNO 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-070
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. JENNER CARLOS CALSIN APAZA	<b>REALIZADO POR :</b>	Testistas
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: BACH. CHRISTIAN NIKCLAY BARRA MOLLOCONDO	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	05/03/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: CENTRO POBLADO SALCEDO	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
<b>F'c de diseño</b>	: PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA	FUERZA MÁXIMA (KN)	ESFUERZO Mpa	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	77.27	9.84	100.32
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	77.04	9.81	100.02
PATRON + 8.4% CEMENTO + 3% CON-AID	05/02/2022	05/03/2022	28	100.0	200.0	7854.0	5	77.74	9.90	100.93
<b>DESVIACION ESTANDAR :</b>									<b>0.05</b>	<b>0.46</b>
<b>PROMEDIO (Mpa) :</b>									<b>9.85</b>	<b>100.43</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%) :</b>									<b>0.46</b>	<b>0.46</b>
<b>RANGO DE VARIACION :</b>									<b>0.90</b>	<b>0.90</b>

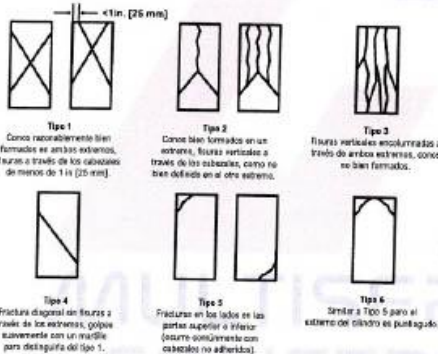


FIG. 2 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

Si la relación entre la longitud y el diámetro de la muestra es 1,75 o menos, corra el resultado obtenido en ESFUERZO (Mpa) multiplicándolo por el factor de corrección apropiado que se encuentra en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.96	0.96	0.93	0.87

Utilice la interpolación para determinar los factores de corrección para L/D valores entre los dados en la tabla.

Fuente: ASTM C39

	Coefficiente de Variación	Rango Aceptable de Resistencias de cilindros individuales
5 a 12 Pulgadas (125 a 300 mm) Condiciones de Laboratorio	2.4 %	6.6 % a 7.8 %
4 a 8 Pulgadas (100 a 200 mm) Condiciones de Laboratorio	2.8 %	8.0 % a 9.5 %
	3.0 %	9.0 % a 10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con la relación (altura / diámetro), por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

*[Firma]*  
 Washington Rodríguez Cárdenas  
 INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 DRI. 02-75007



*[Firma]*  
 Juan Manuel Brizuela Aguirre  
 CIP. 45130  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE VALIDEZ SIN EL SELLO Y FIRMA.



**ANEXO 5: Certificados de Calibración de los Equipos de Laboratorio usados**



Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 141 - 2021**

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>210373</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA CBR - EQUIPO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA</b>	
<b>Capacidad</b>	5000 kgf	
<b>Marca</b>	TÉCNICAS	
<b>Modelo</b>	TCP051	
<b>Número de Serie</b>	0168	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	HIWEIGH	
<b>Modelo</b>	X8	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,1 kgf	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:48:44  
-05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 141 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	15,3 °C	15,5 °C
Humedad Relativa	58 % HR	57 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 024-21B

**10. Observaciones**

- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: ZEMIC, Modelo: H3-C3-5. 0t-6B y Serie: UC095095

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 141 - 2021

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500,0	498,0	498,0	498,5	498,2
20	1000,0	998,0	997,5	998,0	997,8
30	1500,0	1499,0	1498,5	1498,5	1498,7
40	2000,0	2000,2	1999,5	2000,0	1999,9
50	2500,0	2504,2	2503,5	2503,7	2503,8
60	3000,0	3005,0	3005,5	3005,5	3005,3
70	3500,0	3507,5	3508,5	3508,0	3508,0
80	4000,0	4011,0	4010,5	4010,5	4010,7
90	4500,0	4515,3	4515,0	4514,5	4514,9
100	5000,0	5019,2	5019,5	5018,5	5019,1
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
500,0	0,37	0,10	---	0,02	0,21
1000,0	0,22	0,05	---	0,01	0,21
1500,0	0,09	0,03	---	0,01	0,21
2000,0	0,01	0,04	---	0,01	0,21
2500,0	-0,15	0,03	---	0,00	0,21
3000,0	-0,18	0,02	---	0,00	0,21
3500,0	-0,23	0,03	---	0,00	0,21
4000,0	-0,27	0,01	---	0,00	0,21
4500,0	-0,33	0,02	---	0,00	0,21
5000,0	-0,38	0,02	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 142 - 2021**Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>210373</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B Urb. Taparachi 1 Sector, Juliaca - San Roman - PUNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 kN	
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	STYE-2000	
<b>Número de Serie</b>	190997	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	MC	
<b>Modelo</b>	LM-02	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,01 / 0,1 kN (*)	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10



 Firmado digitalmente por  
 Eleazar Cesar Chavez Raraz  
 Fecha: 2021.07.10 11:45:28  
 -05'00'
**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 142 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B Urb. Taparachi 1 Sector, Juliaca - San Roman - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 142 - 2021

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	100,2	100,2	100,4	100,3
20	200,0	200,5	200,4	200,6	200,5
30	300,0	301,1	301,2	301,4	301,2
40	400,0	400,6	400,3	400,8	400,6
50	500,0	502,1	502,0	501,9	502,0
60	600,0	603,5	603,7	603,5	603,6
70	700,0	704,4	704,6	704,7	704,6
80	800,0	803,7	803,8	804,5	804,0
90	900,0	901,5	901,4	901,6	901,5
100	1000,0	1002,4	1001,8	1002,5	1002,2
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
100,0	-0,28	0,20	---	0,01	0,52
200,0	-0,25	0,12	---	0,01	0,52
300,0	-0,40	0,10	---	0,00	0,52
400,0	-0,14	0,11	---	0,00	0,52
500,0	-0,40	0,03	---	0,00	0,52
600,0	-0,59	0,04	---	0,00	0,52
700,0	-0,65	0,03	---	0,00	0,52
800,0	-0,50	0,09	---	0,00	0,52
900,0	-0,16	0,03	---	0,00	0,52
1000,0	-0,22	0,07	---	0,00	0,52

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LL - 135 - 2021**

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)</b>	
<b>Alcance de indicación</b>	0 mm a 25 mm	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0,01 mm	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>Marca</b>	BAKER	
<b>Modelo</b>	J08A	
<b>Número de Serie</b>	N6942	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Tipo de indicación</b>	ANALÓGICO	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-07-09	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez  
Raraz  
Fecha: 2021.07.10  
11:46:39 -05'00'

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LL - 135 - 2021**

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del DM - INACAL. Tercera Edición, 2019.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	15,6 °C	15,8 °C
Humedad Relativa	58 %	59 %

**9. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-149-2020
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES: LLA-125-2020		

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

**11. Resultados de Medición**ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )

VALOR PATRÓN ( mm )	INDICACIÓN DEL COMPARADOR ( mm )	ERROR DE INDICACIÓN ( $\mu\text{m}$ )
2,000	2,002	2
4,000	4,003	3
7,000	7,006	6
10,000	10,004	4
15,000	15,003	3
20,000	20,005	5
25,000	25,005	5

Alcance del error de indicación ( $f_e$ ) : 4  $\mu\text{m}$ Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 10 \mu\text{m}$  para ( $k=2$ )ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )

VALOR PATRÓN ( mm )	INDICACIÓN DEL COMPARADOR ( mm )	ERROR DE INDICACIÓN ( $\mu\text{m}$ )
7,000	7,006	6
	7,006	6
	7,006	6
	7,006	6
	7,006	6

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ) : 0  $\mu\text{m}$ Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 10 \mu\text{m}$  para ( $k=2$ )**12. Incertidumbre**

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

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 115 - 2021**Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

<b>1. Expediente</b>	<b>210373</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C</b>
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO
<b>4. Equipo</b>	<b>HORNO</b>
<b>Alcance Máximo</b>	De 0 °C a 300 °C
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS
<b>Modelo</b>	STHX-1A
<b>Número de Serie</b>	190548
<b>Procedencia</b>	CHINA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH</b>

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

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Calibración** 2021-07-09

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:43:53  
-05'00'



**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 115 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 6

**6. Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Calle Santa Luisa 106, Ate - Lima - LIMA

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	16,5 °C	17,1 °C
Humedad Relativa	55 %	56 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.  
El controlador se seteo en 110 ° C

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2021
Fluke Corporation C0721069		

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 115 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

### 11. Resultados de Medición

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	máx-T <sub>m</sub>
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	106,2	109,6	108,8	107,2	108,6	110,7	113,9	111,3	108,5	108,6	109,3	7,6
02	110,0	106,2	109,7	109,0	107,4	108,8	110,6	114,0	111,4	108,4	108,7	109,4	7,7
04	110,0	106,0	109,9	109,0	107,5	108,9	110,5	114,0	111,5	108,3	108,7	109,4	7,9
06	110,0	106,1	109,7	108,9	107,4	108,8	110,5	114,1	111,4	108,2	108,7	109,4	7,9
08	110,0	106,2	109,8	109,1	107,6	108,9	110,6	114,4	111,4	108,4	108,6	109,5	8,1
10	110,0	106,1	109,9	108,9	107,5	108,8	110,7	114,4	111,4	108,3	108,6	109,5	8,2
12	110,0	106,0	109,7	108,9	107,6	108,7	110,8	114,5	111,4	108,3	108,5	109,4	8,4
14	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,9	110,8	114,3	111,5	108,3	108,5	109,5	8,1
16	110,0	106,2	109,8	108,9	107,5	108,8	110,6	114,3	111,4	108,1	108,4	109,4	8,0
18	110,0	106,1	109,8	109,0	107,5	108,9	110,8	114,4	111,5	108,2	108,5	109,5	8,2
20	110,0	106,1	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,2	111,4	108,1	108,6	109,4	8,0
22	110,0	106,1	109,6	108,9	107,5	108,8	110,5	114,2	111,5	108,2	108,5	109,4	8,0
24	110,0	106,3	109,7	109,0	107,6	108,8	110,7	114,3	111,3	108,3	108,6	109,5	7,9
26	109,9	106,2	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,2	111,4	108,3	108,5	109,4	7,9
28	110,0	106,1	109,6	109,0	107,4	108,7	110,7	114,1	111,3	108,2	108,4	109,3	7,9
30	110,0	106,2	109,6	109,0	107,4	108,7	110,7	114,1	111,3	108,2	108,5	109,4	7,8
32	110,0	106,0	109,8	109,0	107,5	108,7	110,7	114,1	111,3	108,3	108,6	109,4	8,0
34	110,0	105,9	110,0	108,9	107,4	108,8	110,6	114,2	111,3	108,1	108,5	109,4	8,2
36	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,7	110,5	114,3	111,4	108,1	108,6	109,4	8,1
38	110,0	106,0	109,9	109,0	107,5	108,8	110,6	114,2	111,3	108,1	108,6	109,4	8,1
40	110,0	106,1	109,8	108,9	107,5	108,8	110,6	114,3	111,4	108,2	108,6	109,4	8,1
42	110,0	106,1	109,8	109,0	107,4	108,7	110,5	114,2	111,3	108,1	108,6	109,4	8,0
44	110,0	106,2	109,7	108,9	107,5	108,7	110,6	114,1	111,3	108,2	108,5	109,4	7,8
46	110,0	106,1	109,8	109,0	107,6	108,7	110,5	114,2	111,4	108,1	108,4	109,4	8,0
48	110,0	106,1	109,7	108,9	107,6	108,7	110,6	114,3	111,2	108,1	108,3	109,3	8,1
50	110,0	106,1	109,7	108,8	107,5	108,7	110,5	114,2	111,3	108,1	108,2	109,3	8,0
52	110,0	106,2	109,8	109,0	107,6	108,8	110,6	114,3	111,4	108,1	108,3	109,4	8,0
54	110,0	105,1	109,6	108,9	107,5	108,6	110,7	114,2	111,3	108,2	108,4	109,3	8,0
56	110,0	106,1	109,6	108,8	107,5	108,6	110,6	114,2	111,4	108,1	108,5	109,3	8,0
58	110,0	106,1	109,6	108,8	107,5	108,5	110,6	114,2	111,4	108,1	108,4	109,3	8,0
60	110,1	106,1	109,6	108,8	107,5	108,6	110,5	114,1	111,3	108,1	108,5	109,3	7,9
T.PRON	110,0	106,1	109,7	108,9	107,5	108,8	110,6	114,2	111,3	108,2	108,5	109,4	
T.MAX	110,1	106,3	110,0	109,1	107,6	108,9	110,8	114,5	111,5	108,5	108,7		
T.MIN	109,9	105,9	109,6	108,8	107,2	108,5	110,5	113,9	111,2	108,1	108,2		
DTT	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,5		

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 115 - 2021**

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,5	0,2
Mínima Temperatura Medida	105,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,6	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,0	0,1
Estabilidad Medida ( ± )	0,3	0,04
Uniformidad Medida	8,4	0,1

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

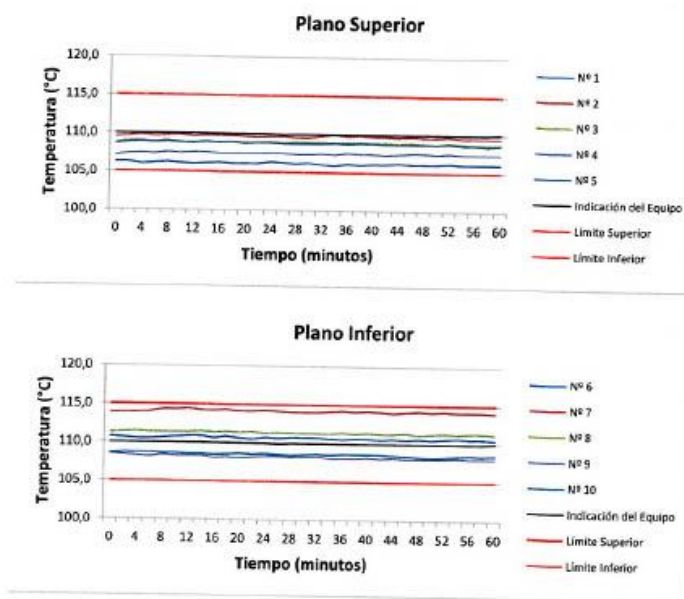
Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

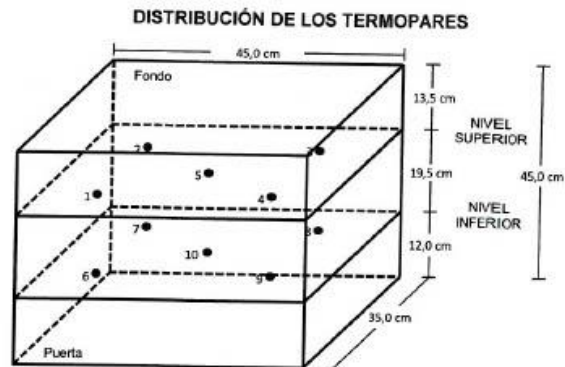
Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,03 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C**



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

*Fin del documento*



Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 299 - 2021**

Página 1 de 4

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8339530197	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:37:57  
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 299 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16,0	16,5
Humedad Relativa (%)	58	60

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 299 - 2021

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
2	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
3	15 000	0,2	0,3	30 000	0,7	-0,2
4	15 000	0,3	0,2	30 000	0,7	-0,2
5	15 000	0,3	0,2	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
7	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
10	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
	Diferencia Máxima		0,4	Diferencia Máxima		0,2
	Error Máximo Permissible		± 20,0	Error Máximo Permissible		± 30,0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
	1
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,6	-0,1	10 000,0 g	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,6	-0,1		10 001	0,8	0,7	0,8
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,3	-0,8	-0,7
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2
		Error máximo permisible				± 20,0			

\* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 299 - 2021

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	16,3 °C	16,5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
20,0	20	0,8	-0,3	0,0	20	0,5	0,0	0,3	10,0
100,0	100	0,7	-0,2	0,1	100	0,5	0,0	0,3	10,0
500,0	500	0,7	-0,2	0,1	500	0,5	0,0	0,3	10,0
1 000,0	1 000	0,6	-0,1	0,2	1 000	0,4	0,1	0,4	10,0
5 000,1	5 000	0,6	-0,2	0,1	5 000	0,4	0,0	0,3	10,0
10 000,2	10 000	0,5	-0,2	0,1	10 001	0,8	0,5	0,8	20,0
15 000,3	15 000	0,4	-0,2	0,1	15 001	0,8	0,4	0,7	20,0
20 000,4	20 000	0,4	-0,3	0,0	20 001	0,9	0,2	0,5	20,0
25 000,5	25 000	0,4	-0,4	-0,1	25 001	0,8	0,2	0,5	30,0
30 000,6	30 000	0,3	-0,4	-0,1	30 000	0,3	-0,4	-0,1	30,0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

Ec: Error en cero.  
Ec: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 1,48 \times 10^{-6} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{2,21 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 8,49 \times 10^{-10} \times R^2}$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 300 - 2021**Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>210373</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>6 200 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>0,1 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>0,1 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>II</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>SJX6201/E</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>B835336209</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>5 g</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2021-07-09</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez  
Raraz  
Fecha: 2021.07.11  
23:31:33 -05'00'

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 300 - 2021**

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 2da Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. 826 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18,0	19,5
Humedad Relativa (%)	59	63

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 300 - 2021

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	18,0 °C	19,5 °C

Medición nN°	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 = 6 000,0 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3 000	50	0	6 000	50	0
2	3 000	50	0	6 000	50	0
3	3 001	60	90	6 001	60	90
4	3 000	50	0	6 000	50	0
5	3 000	50	0	6 000	50	0
6	3 000	50	0	6 001	60	90
7	3 001	60	90	6 000	50	0
8	3 000	50	0	6 000	50	0
9	3 000	50	0	6 000	50	0
10	3 000	50	0	6 001	60	90
	Diferencia Máxima		90	Diferencia Máxima		90
	Error Máximo Permisible		± 300	Error Máximo Permisible		± 300

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	Δl (mg)	Eo (mg)	Carga (L)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1,0 g	1,0	50	0	2 000,0 g	2 000	50	0	0
2		1,0	50	0		2 000	50	0	0
3		1,0	50	0		2 000	50	0	0
4		1,0	50	0		2 000	50	0	0
5		1,0	50	0		2 000	50	0	0
		Error máximo permisible							± 200

\* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 300 - 2021

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	16,0 °C	16,5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (mg)**
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0						
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100
10,0	10,0	50	0	0	10,0	50	0	0	100
20,0	20,0	50	0	0	20,0	50	0	0	100
50,0	50,0	50	0	0	50,0	50	0	0	100
100,0	100,0	50	0	0	100,0	50	0	0	100
1 000,0	1 000,0	50	0	0	1 000,0	50	0	0	200
2 000,0	2 000,0	50	0	0	2 000,0	50	0	0	200
4 000,0	4 000,0	50	0	0	4 000,0	50	0	0	300
5 000,0	5 000,0	50	0	0	5 000,0	50	0	0	300
6 200,0	6 200,0	50	0	0	6 200,0	50	0	0	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

Ec: Error en cero.  
Ec: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000494 \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{0,00450 \text{ g}^2 + 0,0000000092 \times R^2}$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



## ANEXO 6: Panel Fotográfico



Fotografía 01: Cuarteo del suelo natural.



Fotografía 02: Lavado de la muestra en la malla N°200



Fotografía 03: Ensayo contenido de humedad.



Fotografía 04: Ensayo de granulometría.



Fotografía 05: Pesado del material retenido por cada tamiz.



Fotografía 06: Ensayo de límite líquido.



Fotografía 07: Ensayo de limite plástico.



Fotografía 08: Ensayo de proctor modificado



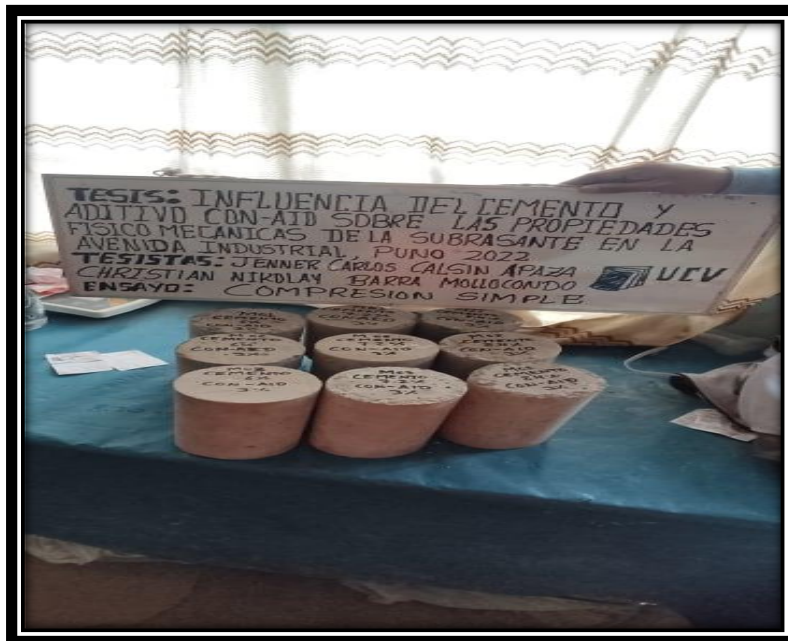
Fotografía 09: Ensayo de proctor modificado con cemento y aditivo con-aid



Fotografía 10: Pesado del molde con la muestra compactada.



Fotografía 11: Compactación en el ensayo de proctor modificado.



Fotografía 12: Ensayo de compresión simple.



Fotografía 13: ensayo de compresión simple con dosificaciones 6%, 7.2%, 8.4%.



Fotografía 14: Rotura de briquetas del ensayo de compresión simple.