



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento para mejorar las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro – Cusco – 2022.

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

AUTOR:

Huamán Pezo Edward D'alembert (ORCID: 0000-0003-2583-352X)

ASESOR:

Dr. Benites Zúñiga José Luis (ORCID: /0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Mi presente dedicatoria va dedicada a mi madre que fue mi fortaleza para seguir en mi anhelo de conseguir mis metas, pues sin ella no hubiera logrado mis anhelos más soñados. Tú bendición cada día a lo largo de los años me lleva por el bien de ser una buena persona y actuar de manera correcta ante mis semejantes por todo ello te dedico mi tesis que siempre supiste inculcar los más nobles sentimientos y valores como ser humano, en ofrenda a tu paciencia y amor te dedico mis anhelos más soñados de lograr ser un profesional.

Agradecimiento

Agradezco primero a nuestro Señor que siempre me colmo de muchas bendiciones y a toda mi familia por ser mi fortaleza a lo largo de mi carrera profesional hermanos y hermanas que siempre estuvieron guiándome para lograr mis metas y amigos que estuvieron presentes en mi formación Todo esto de la mano de mi asesor Dr. Luis Benítez Zúñiga quien tuvo la dedicación y esmero en fortalecer nuestras capacidades como estudiantes y darle un valor intelectual para el desarrollo de la tesis.

A todos ellos mis más sinceros agradecimientos por ser parte de mi desarrollo profesional y por lo que se presenta la presente tesis de investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población,muestra, muestreo , unidad de análisis.....	20
3.4.Técnicas e instrumento de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7 Aspectos éticos:.....	26
IV.RESULTADOS.....	27
V.DISCUSIÓN	54
VI.CONCLUSIONES	60
VII.RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS	62
ANEXOS.....	68

Índice de Tablas

Tabla 1. Porcentaje de lignina en diferentes tipos de plantas.	12
Tabla 2. Países que comercializan el Lignosulfonato de Calcio.....	12
Tabla 3. Simbología para identificación de suelos en el Sistema Unificado.....	15
Tabla 4. Grupos de clasificación de suelos del Sistema Unificado.....	15
Tabla 5. Sistema unificado de clasificación del suelo.....	16
Tabla 6. Categoría de la Subrasante.....	17
Tabla 7. Valores típicos de consistencia de suelo.....	17
Tabla 8. Clasificación de suelo y Analisis Granulometrico C-01, C-02 y C-03.	24
Tabla 9. Características físicas y mecanicas C-01, C-02 y C-03.....	25
Tabla 10. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de cemento- Calicata N°01.	29
Tabla 11. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de cemento- Calicata N°02.	31
Tabla 12. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°01.....	32
Tabla 13. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°02.....	33
Tabla 14. Optimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento -Calicata N°01.	34
Tabla 15. Optimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento -Calicata N°02.	35
Tabla 16. Optimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°01.....	36
Tabla 17. Optimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°02.....	37
Tabla 18. Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento - Calicata N°01.	39
Tabla 19. Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento - Calicata N°02.	40
Tabla 20. Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – Calicata N°01.	41

Tabla 21. Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – Calicata N°02.	42
Tabla 22. CBR al 95%y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento - Calicata N°01.	44
Tabla 23. CBR al 95%y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento - Calicata N°02.	45
Tabla 24. CBR al 95%y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°01.....	46
Tabla 25. CBR al 95%y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°02.....	47

Índice de Figuras

Figura 1. Lignosulfonato	11
Figura 2. Composición química	11
Figura 3. Cemento.....	14
Figura 4. Composición del suelo	14
Figura 5. Muestra de ensayo -Casagrande	18
Figura 6. Formación de cilindros	18
Figura 8. Inicio del tramo 03+00	23
Figura 7. Kilómetro 06+00	23
Figura 09. Calicata 01	24
Figura 10. Calicata 02	24
Figura 11. Calicata 03	24
Figura 16. Obtencion del lignosulfonato de calcio	26
Figura 15. Mapa Político del Cusco.....	27
Figura 16. Mapa Político del Perú.	27
Figura 17. Mapa de la provincia de Cusco	28
Figura 18. Mapa de la provincia de Cusco	28
Figura 19. Imagen Satelital.....	28
Figura 20. Ensayo de Limite	29
Líquido.....	29
Figura 21. Ensayo del Límite Plástico	29
Figura 22. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento.	30
Figura 23. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento.	31
Figura 24. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio - calicata N° 1.....	32
Figura 25. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2	33
Figura 26. Peso de la muestra.....	34
Figura 27. Ensayo de Muestra con molde.	34
Figura 28. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°1.	35

Figura 29. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2.	36
Figura 30. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°1.	37
Figura 31. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°2.	38
Figura 32. Compactación para el ensayo de Proctor Modificado.	39
Figura 33. Ensayo de Compactación del Proctor Modificado.	39
Figura 34. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°1.	40
Figura 35. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2.	41
Figura 36. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°1.	42
Figura 37. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°2.	43
Figura 38. Muestra de Probeta	43
Figura 39. Ensayo de CBR.	43
Figura 40. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°1.	44
Figura 41. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2.	45
Figura 42. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°1.	46
Figura 43. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°2.	47
Figura 44. Datos introducidos al programa Ancova.	49
Figura 45. Intervalo de confianza al 95%.	49
Figura 46. Todos los coeficientes que debe analizar el programa.....	50
Figura 47. Todos los coeficientes que debe analizar el programa.....	50
Figura 48. Rango permisible – índice de plasticidad.	51
Figura 49. Rango permisible – Contenido optimo de humedad.....	51
Figura 50. Rango permisible – Maxima densidad seca.	52
Figura 51. Rango permisible – CBR.	52

Figura 44. Índice de Plasticidad- Cemento (Huaman, Velasquez , Garcia)	54
Figura 44. Índice de Plasticidad- Huaman Pezo.....	54
Figura 45. Índice de Plasticidad- Lignosulfonato de calcio (Huaman, Florian y Jara).....	55
Figura 46. Contenido optimo de humedad- cemento (Huaman, Garcia, Sulca) ..	56
Figura 47. Contenido optimo de humedad- lignosulfonato de calcio (Huaman, Lujerio, Florian y Jara).....	56
Figura 48. Contenido optimo de humedad- cemento (Huaman, Sulca, Camargo y Duran).....	57
Figura 49. Maxima densidad seca- lignosulfonato de calcio (Huaman, Lujerio) ..	58
Figura 50. CBR al 100 MDS- cemento (Huaman, Camargo y Duran , Velasquez)	59
Figura 51. CBR al 100 MDS- Lignosulfonato de calcio (Huaman, Florian y Lujerio).....	59

Resumen

Existen factores que afectan la inestabilidad de la vía afectando las propiedades físico mecánicas, es por todo ello que en el proceso constructivo surge el interés de buscar temas de investigación relacionadas a dar una solución para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo para la subrasante y que al mismo tiempo representen ser económicas .Es por ello el siguiente tema de investigación tiene por objetivo demostrar que la incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento influye en las propiedades de la subrasante en la carretera, el cual se usó la metodología aplicada , de diseño experimental –cuasi experimental teniendo como población la subrasante del lugar de tema de investigación y como parte de las muestras se considerara las calicatas.

Lo cual se realizó los ensayos con la incorporación del lignosulfonato de calcio y cemento en % de 0, 2, 4, 6 y 8% donde se obtuvo el mejor resultado con el 6% para el CBR con el lignosulfonato de calcio obteniendo 19.31% con referencia a la muestra patrón 14.65%; llegando a la conclusión que al adicionar el lignosulfonato de calcio y cemento mejora las propiedades de la subrasante y resulta económico el empleo del lignosulfonato de calcio .

Palabras claves: Lignosulfonato de calcio, cemento, subrasante, mejoramiento.

Abstract

There are factors that affect the instability of the road, affecting the physical-mechanical properties, which is why in the construction process there is an interest in looking for research topics related to providing a solution to improve the physical-mechanical properties of the soil for the subgrade and that this in turn represent being economical. That is why the following research topic aims to demonstrate that the incorporation of calcium lignosulfonate and cement influences the properties of the subgrade on the road, which used the applied methodology, design experimental -quasi-experimental, having as population the subgrade of the place of research subject and as part of the samples the test pits will be considered.

Which the tests were carried out with the incorporation of calcium lignosulfonate and cement in% of 0, 2, 4, 6 and 8% where the best result was obtained with 6% for the CBR with the calcium lignosulfonate obtaining 19.31% with reference to the standard sample 14.65%; reaching the conclusion that adding calcium lignosulfonate and cement improves the properties of the subgrade and the use of calcium lignosulfonate is economical.

Keywords: Calcium lignosulfonate, cement, subgrade, improve.

I. INTRODUCCIÓN

En el tramo vial del departamento de Tolima, Municipalidad de Piedras, del país de Colombia, la gerencia de proyectos quien ejecutó una obra con fines de obtener calidad de vida a los pobladores de dicho lugar, en dicho proyecto propuso la mejora de la infraestructura de la carretera sobrellevando para el beneficio de la población afectada que cuenta con índice de pobreza extrema. La obra durante su ejecución tuvo por conveniente dar a mejorar dosificación para así garantizar el tiempo de duración, la calidad y sobre todo su estabilidad (Ferney y Lerma, 2020 ,p. 14).

El Perú ha tenido entidades que tienen como función que vean el problema de las vías en todo el ámbito del país, la institución denominada es el (MTC), quien se encarga por ver todas las infraestructuras viales y que éstas se encuentren en constante mantenimiento, y que las obras ejecutadas cumplan con todas las normativas vigentes en base a diseño de carreteras para que este a su vez cumplan con los estándares de calidad para lo cual ha sido desarrollado dando fluidez .Para ello el MTC ejecuto obras de gran envergadura en la que se refirió a su infraestructura vial, sin embargo toda obra requiriere de materiales y el más principal está el cemento como aditivo para mejorar las propiedades de las subrasante sobre todo en suelos limosos (MTC, 2014, p. 19).

En toda la jurisdicción del Cusco como región, existen serios problemas respecto del estado en el que se encontró muchas carreteras, sobre todo en época de lluvias, generando derrumbes, huaycos, tapando en muchas ocasiones la vía, entorpeciendo la fluidez de los vehículos mayores y menores, de esto no se exime las vías con vi capas totalmente deterioradas sin haber llegado mínimamente a una vida útil de 5 años, en Cusco la gran parte de las vías contienen suelos limosos, esto generó a que muchos investigadores se dedicaron a realizar estudios de como adicionar estos aditivos para obtener una buena calidad de las propiedades de la subrasante, por ello la necesidad de buscar soluciones, es cuando nace el interés de buscar alternativas de solución proponiendo el uso de de otros productos que conlleven a mejorar no solo la calidad si no también la resistencia a lo largo del tiempo, para ello propuso que se utilizarán como aditivo a los desperdicios de la madera que lleva científico de

lignosulfonato de calcio y dar menos uso al cemento. Por la problemática que existió tanto a nivel nacional y local nace el interés de buscar soluciones que ayuden a minimizar el uso del cemento y adicionar productos que ayuden a dar mejor estabilidad o dureza al mejoramiento de la subrasante (Huaquisto y Belisario, 2018, p. 5).

De lo anterior se desprendió el problema general teniendo con interrogante frente a esta realidad problemática general sobre las vías de mala calidad que se ve por donde uno viaja y es ¿De qué manera la incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro–cusco- 2022? y de este nace los problemas específicos. ¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022?; ¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el óptimo contenido de humedad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022? ¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022? ¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta la resistencia a la compresión de la subrasante en la carretera Paruro -Cusco-2022?

La justificación de investigación se dio en términos ambientales puesto que se busca transformar un desperdicio de la industria maderera en un aditivo útil y productivo para la optimización de la subrasante donde se mitigara el impacto ambiental ya que el uso de dicho aditivo no genera impactos negativos. Desde el enfoque social se podrá lograr interesantes efectos así como la reducción de costos en obras al usar un material de desperdicio cuyo costo es prácticamente nulo trayendo más desarrollo para varios ciudades o pueblos que necesitan estar interconectados para su crecimiento económico . Teniendo como Justificación teórica se busca minimizar el uso de cemento por lignosulfonato de calcio que permita mejorar la vida entre el tramo de Paruro - Cusco. Justificación metodológica se efectuará diversas pruebas a nivel de laboratorio del suelo limoso, muestras que serán extraídas del lugar de estudio donde se le aplicará en porcentajes el suelo -lignosulfonato de calcio, el suelo -cemento en pequeñas

cantidades donde que permita ver la mejorar del suelo. Justificación técnica busca obtener la mejora de las propiedades de las subrasantes del suelo haciendo uso del lignosulfonato de calcio como reemplazarlo del uso del cemento. Justificación social busca dar a conocer las propiedades del lignosulfonato de calcio como aditivo para mejorar la subrasante del suelo limoso ya que se podrá reemplazar al cemento. La justificación económica se buscó reducir el costo del mejoramiento de la subrasante de suelo proponiendo el uso del lignosulfonato de calcio ya que otros métodos para el mejoramiento de suelos tales como son el cemento, cal, asfalto y otros aditivos que actualmente se propone son altamente costosos buscando así la sustitución de estos elementos para obtener a menos costo .Justificación ambiental se buscó mitigar el impacto ambiental ya que proponiendo el uso de lignosulfonato se mitigara el impacto , porque es de conocimiento que en la actualidad para el fortalecimiento de la subrasante es muy común el uso del cemento , cal, asfalto u aditivos que su proceso de fabricación son contaminantes ya que hacen uno excesivo de la calor , una vez que sea conocido las propiedades del lignosulfonato de calcio serán usados como sustitución del cemento.

En el objetivo general se pretende demostrar que la incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco – 2022. De las cuales se tiene como objetivos específicos: Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022. Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el óptimo contenido de humedad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022. Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022. Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta a la resistencia a la resistencia de la subrasante en la carretera Paruro -Cusco-2022.

Teniendo como Hipótesis: hipótesis general La incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco - 2022. Hipótesis Específicas: La dosificación de cemento y

lignosulfonato de calcio afecta en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022. La incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta en el óptimo contenido de humedad de la subrasante en la carretera Paruro -Cusco-2022 . La incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta en la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Paruro – Cusco -2022.. La incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta en la resistencia de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022.

II. MARCO TEÓRICO

Empezaremos con: A nivel internacional se tiene al autor de esta investigación, Alzate (2019), cuya investigación tuvo como objetivo estimar el cemento como un estabilizante para subrasante en el tramo de Llano Grande, para la investigación estudiada es de tipo experimental-descriptiva obteniendo los resultados que es un suelo con el 28.250 % de grava, posee el 67.85% de arena y de material fino tiene un 3.90%. según lo anterior, la muestra es un material arenoso con un contenido de humedad del 78 %, bastante alto; la muestra número 1 tiene un contenido de humedad del 91.99 % y un número de 16 golpes, la muestra número 2 tiene un contenido de humedad de 84.92 % con 26 golpes y la muestra 3 tiene un contenido de humedad de 98.52 % con 36 golpes; $LI=91.48\%$, $Lp=83.33\%$ y el $Ip=8.15\%$, contenido de humedad optima a usar en la elaboración de los cilindros de suelo-cemento fue de entre el 8.5 % y el 10%,el esfuerzo máximo soportado al 7 % fue de 9.086,022 kilogramos por metro cuadrado. Es así que tiene por conclusión que con el uso del cemento se llega a tener un buen suelo, pero hacer los el uso del cemento superior al 30 % y que estos deben pasar por el tamiz 200 del 3.5 al 5 %, así como aumenta el porcentaje del cemento así mismo aumenta del % de humedad y todo esto se debe a que el cemento libera calor el cual conlleva a que se pierda la humedad.

Según Lujerio (2018) , tuvo como objetivo estabilizar adicionando 4% de cemento y 1% de CBCA para mejoramiento del suelo en la carretera de Cantú-Huaraz, lo cual fue desarrollado con la metodología nivel explicativo de diseño experimental de los cuales se obtuvos los resultados como Próctor Modificado, CBR, Granulometría, Limite liquido y Plástico para esto se compara la muestra patron con la muestra donde se adiciono cement y las CBCA .Teniendo como conclusiones que la adición del cemento y la CBCA, el CBR del suelo patrón al 100% subio 42.49, al experimentar con cemento subio a 51.73% y al adicionar CBCA es 46.86% y al 95% es de 20% del suelo patrón y al experimentar 25% y 22.83%.

García (2019), trabajo con el principal objetivo de corroborar el comportamiento físico-mecánico a través del mortero suelo-cemento corroborados con los correspondientes ensayos habiendo realizado con la metodología diseño

experimental contando con los siguientes resultados obteniendo primeramente los límites de Consistencia, los cuales fueron analizados en laboratorio con los morteros conteniendo 4%, 8%, 10% y 12% de cemento de los cuales se obtiene espécimen más pequeña fue 0.0013 y la más grande corresponde a 0.0281 el cual pertenece a una clasificación de limo arcillosos. Tomando como conclusiones de los estudios realizados se tiene que la mayor resistencia a la compresión encofinada correspondiente a 28 días de curado con un contenido de 12% de cemento alcanza una resistencia de 2.42 al mismo tiempo cuando se trata de estabilizar suelos agregando cemento el cual garantiza el contenido óptimo de humedad. En este proyecto de investigación el agua tiene mayor incidencia en la resistencia.

A nivel nacional tenemos a Florián y Jara (2021), tuvieron el principal objetivo que fue determinar la estabilización con CBCA en porcentajes sobre la para el uso en carreteras habiéndose desarrollado con la metodología el diseño experimental puro. Obteniendo los resultados donde se aprecia que la CBCA hace un menor aumento del 0.35%, 1.44% y 1.66% en la densidad de los especímenes incorporando porcentajes de 6%, 8%, 10% de CBCA así sucesivamente es por ello la importancia del % de CBCA con respecto a la resistencia de compresión con un tiempo de curado de 7 días donde se puede observar de acuerdo al % de CBCA este aumenta la resistencia a la compresión, de los cuales sus resultados fueron :14.17 kg/cm², 17.74 kg/cm² y 27.88 kg/cm² para porcentajes de 6%, 8% y 10% de CBCA .Esta tesis de investigación tuvo como conclusiones que al adicionar el 10% CBCA se activa alcalinamente donde las muestras presentaron óptimos resultados con respecto a la MDS tales como 2.323 gr/cm³, índice de soporte de 54.0 , la resistencia a la compresión no confinada 27.88 kg/cm².

Velásquez (2018), planteo como principal objetivo estimar la incorporación del cemento Portland tipo I para optimización como el suelo arcilloso que se encuentra en la av. Dinamarca-La Molina; el mismo que fue desarrollada con la metodología es de tipo aplicada - explicativo - correlacionar, parte del resultado fue que la incorporación de cemento Portland Tipo I con 5%, como agente nocivo para estabilizar el suelo arcilloso que esté al mismo tiempo conforman la

subrasante. El CBR subió a más de 10%, debido a que se obtuvo un valor de 13.75% el cual da como conclusión que IP del suelo arcilloso es desfavorable para trabajar con cemento Portland Tipo I en % de 1, 3 y 5% respectivamente donde su índice de contracción disminuyó a 26, 22 y 19% con la incorporación de cemento Portland Tipo I en % de 1, 3 y 5% con cada valor donde se observa que el suelo aún está sujeto a cambios volumétricos aunque minuciosos es por ello el CBR aumenta de 3.50, a 6.63 y 13.75% al 95%DSM .

Aliaga y Soriano (2019), tuvieron como principal objetivo comprobar la optimización al usar cemento portland y emulsión asfáltica con fines de realizar una comparación ; donde los resultados obtenidos de su aplicación a una subrasante que posee la base granular teniendo como metodología de tipo aplicada de nivel explicativo; obteniendo los resultados donde el agregado fino tiene el límite líquido de 22 de porcentaje y Índice de plasticidad de 3.6 de porcentaje teniendo como conclusión que con cemento Portland ASSHTO de base granular con dosificación del cemento portland en 3% al 5% , así mismo se analiza sobre costos en función a resultados plasmados en laboratorio mediante el cual cada método representa el costo más alto el cual fue experimentado con un material sin componentes químicos y con emulsión asfáltica, en cambio con la optimización con cemento portland el costo es más bajo .

Se tiene como Artículo científico a Velandia y Parra (2017), tuvieron como objetivo estabilizar el suelo con cemento donde se sustituye una fracción que tiene que pasar por el tamiz n° 4 y ser retenido con el n° 10 correspondiente al agregado del polímero de alta densidad (pe-hd), obteniendo con la sustitución del 50% de PEHD el cual muestra un resultado favorable obteniendo una alta densidad, así mismo se aprecia en la muestra patrón que aumenta la densidad de acuerdo al porcentaje de cemento ; la cual se tiene como conclusión que los datos obtenidos para humedad se reemplazó de PEHD y éstos varían de forma ascendente, lo cual quiere decir que al un polímero con 25% este acrecienta a 19.3% en las muestras donde se sustituye con cemento presenta un valor positivo que llega a 32.4% este siendo sustituido al 100% de la muestra por

PEHD estos datos obtenidos son referido a la muestra del suelo patrón que tiene una humedad del 9.21%.

Arenas y Rozas (2019), cuyo objetivo fue calcular el grado de influencia que se tuvo que añadir cal hidratada para la optimización de sus características mecánicas de la carretera Santa Ana Tusi-Pasco. Intentando contribuir con diferentes tipos de pruebas resultantes que provoca la cal hidratada a la subrasante. Este añadido que será futuro beneficio para la buena calidad del suelo, específicamente para suelos de clasificación limo-arcilloso, El procedimiento consistió en adicionar la cal hidratada para una mejor estabilidad que se utilizaría de mejor manera para subrasantes base o sub base de las superficies asfálticas. Realizaron primeramente el estudio de objeto y muestrearon para luego analizarlo en el laboratorio de suelos ahí se evaluó los efectos positivos de la cal hidratada dando una mejor estabilidad. Primeramente, se realizó la granulometría, CBR (California Bearing Ratio), Proctor modificado y limite liquido, limite plástico finalmente se compararon los resultados llegando a la conclusión con dichos resultados un suelo óptimo. En la primera etapa del experimento fue la realización de 03 exploraciones de superficie de 1.5 metros y en la segunda fase la realización de trabajos de campo y laboratorio de las muestras obtenida .

Sulca (2019), realizo el estudio cuyo objetivo fue estabilizar con cemento los suelos finos procedentes de cortes del proyecto via de evtiamiento la oroya .La metodología que se utilizó fue enfoque cuantitativo -experimental del tipo cuasiexperimental , obteniendo asi lo siguiente A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 en porcentajes de cemento de 5, 12, 15 y 16% donde se logra apreciar una reducción del contenido de humedad en 9.6, 14.1, 18.6 y 22.0%, asi mismo el IP en 36.4, 40.0, 46.2 y 53.3%, de igual modo del OCH en 17, 11, 7 y 3%; por otro lado la MDS aumento en 6, 2% de la misma forma para la resistencia aumenta en 210, 507, 870 y 1525% , se tuvieron como conclusión reduce el costo económico usando el cemento a diferencia frente al uso de material de préstamo.

In other languages Longhibolin et. al (2020), all asphalt that has high resistance and duration will depend on the type of mixture with witch it is designed, which

are mandatory requirements to meet the meta a weakness which would cause a problem with large economic losses and it would harm the population during its transport, this usually happens on the roads when it has not been able to have the right mixture or the chemical additives that can give it reinforcement and consistency and have a very short durability With the durability and resistance of an asphalt or road will depend on the properties that it has among the deterioration factors of both physical and chemical mechanical properties. High temperatures also interfere with damaging construction pathways. Todo asfalto que tenga alta resistencia y duración va a depender del tipo de mezcla con la que se diseñe, los cuales son requisitos obligatorios para cumplir con la meta una debilidad que ocasionaría un problema con grandes pérdidas económicas y perjudicaría al medio ambiente. población durante su transporte, esto suele ocurrir en las carreteras cuando no se ha podido tener la mezcla adecuada o los aditivos químicos que le puedan dar refuerzo y consistencia y tener una durabilidad muy corta Con la durabilidad y resistencia de un asfalto o carretera dependen de las propiedades que tiene entre los factores de deterioro de las propiedades mecánicas tanto físicas como químicas. Las altas temperaturas también interfieren con los caminos de construcción dañinos.

Behnood(2018), Soil stabilization is given to improve the geotechnical properties in highways, such as mechanical resistance, permeability, compressibility, durability and plasticity. Today much has been learned about soil stabilization techniques for which additives are used. Likewise, the available studies on the effects that these may have, such as stabilizing agents, on the geotechnical and engineering properties of stabilized soils are reviewed. These additive agents are used for soil stabilization for engineering works, in this document ecological additives are also analyzed as alternative materials to the stabilizing agents that normally exist in the market, in addition, the problems associated with the presence of disruptive salts are reviewed and sulfates, as well as techniques to overcome these problems in soil stabilization projects. La estabilización de suelos se da para mejorar las propiedades geotécnicas en carreteras , como la resistencia mecánica, la permeabilidad, la compresibilidad, la durabilidad y la plasticidad . Hoy en día se aprendió mucho sobre las técnicas de estabilización

de suelos para lo cual se hace el uso de aditivos . Asi mismo se revisan los estudios disponibles sobre los efectos que éstos puedan tener como son los agentes estabilizadores en las propiedades geotécnicas y de ingeniería de los suelos estabilizados. Estos agentes aditivos sirven para la estabilización de suelos para trabajos de ingeniería , en este documento también se analizan los aditivos ecológicos como materiales alternativos a los agentes estabilizadores que normalmente existen en el mercado , además, se revisan los problemas asociados con la presencia de sales disruptivas y sulfatos, así como las técnicas para superar estos problemas en proyectos de estabilización de suelos.

Scheuerman et. al (2022), The adjusted porosity and cement index has proven to be a tool related to the dosage of soil-cement mixtures such as strength, stiffness and durability. All this establishing a specific value which should obtain a very similar mechanical response through the use of different dosages assembled through the combinations of a variety of porosities and amounts of cement. In this sense, the dosage that can work was chosen, however such possibility has not yet been evaluated, for durability tests. Therefore, the present study seeks to address this study of performing these tests through cycles of wetting-drying-brushing at different doses established within five values (45, 30, 35, 25 and 20). They worked with two different mix designs within each one, which were mixed as sand-cement, compacted clay, obtaining results that are statistically evaluated to verify the equivalence of the results, the accumulated loss of mass data was successfully correlated with the index 0.28 through power-type relationships. El índice ajustado de porosidad y cemento ha demostrado ser una herramienta relacionada con la dosificación de mezclas suelo-cemento como por ejemplo resistencia, rigidez y durabilidad. Todo esto estableciendo un valor específico lo cual debería obtener una respuesta mecánica muy similar mediante el uso de distintas dosificaciones ensambladas a través de las combinaciones de una variedad de porosidades y cantidades de cemento. En este sentido, se eligió la dosificación que pueda funcionar , sin embargo tal posibilidad aún no ha sido evaluada, para las pruebas de durabilidad. Por lo tanto, el presente estudio busca abordar este estudio de la realización de estas pruebas mediante ciclos de humectación-secado-cepillado en diferentes dosis establecidas dentro de cinco valores (45, 30, 35, 25 y 20). Se trabajaron con dos

diseños de mezcla diferentes dentro de cada uno, las cuales se mezclaron como arena-cemento ,arcilloso compactado, obteniendo resultados que son evaluados estadísticamente para verificar la equivalencia de los resultados, la pérdida acumulada de datos de masa se correlacionó con éxito con el índice 0,28 a través de relaciones de tipo potencia.

Para el siguiente trabajo de investigación se tiene como bases teóricas “Combustión, Gasificación y Pirolysis de Lignosulfonato de Calcio mediante TG-DSC-MS” (Pedraja,2016, p. 1)



Figura 1. Lignosulfonato

Fuente: Cosmo online

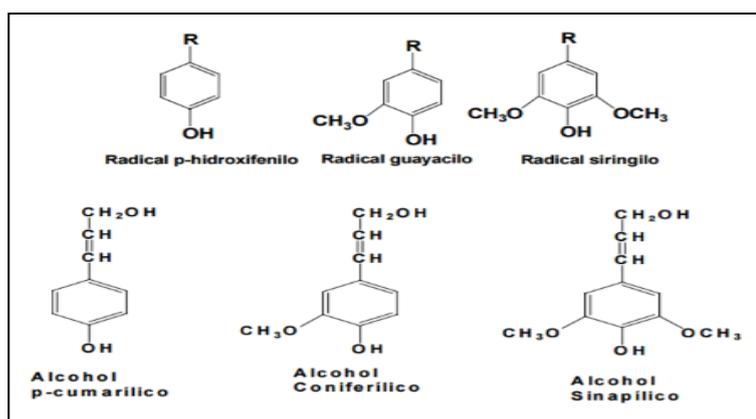


Figura 2. Composición química

Fuente: Cosmo online.

Para tener mejor una idea sobre la lignina se tiene por concepto como macromoléculas presentes en los seres vivos más abundantes (Chavez y Domine, 2013, p. 16).

Tabla 1. *Porcentaje de lignina en diferentes tipos de plantas.*

Planta		Contenido de lignina (%)
Nombre científico	Nombre Común	
Picea Ables	Abeto Noruego	28-39
Tsuga canadensis	Abeto oriental	31
Panicum virgatum	Pasto Varilla	33
Seudotsuga menziesii	Abeto de Douglas	29
Pinus sylvestris	Pino de escocia	28
Pinus radiata	Pino de Monterrey	27
Prunus amigdalus	Almendro	26
Eucalyptus globulus	Eucalipto de goma azul	22
Acacia mollissima	Acacia negra	21
Betula verrucosa	Abedul	20
Saccharum especies	Bagazo de caña	14
ORIZA ESPECILES	Paja de arroz	6,1
Saccharum especies	Bagazo de caña	14
ORIZA ESPECILES	Paja de arroz	6,1

Fuente: Avances en Ciencias e Ingeniería, vol. 4

Se tiene variedad de lignosulfonatos porque está considerada como lignina y estas se encuentran en porcentajes altos y es la más comercializada en el mundo es así que son muchos países que son productores del lignosulfonato de calcio se menciona en el siguiente cuadro (Pedraja, 2016, p. 10).

Tabla 2. *Países que comercializan el Lignosulfonato de Calcio.*

Productores	País de producción	Capacidad anual (toneladas /año)
Borregaard Ligno Techo	Noruega	160.000
Ligno Tech Sweden	Suecia	60.000
Borregaard Germani	Alemania	50.000
Ligno Tech España	España	30.000

Ligno Tech Finlandia	Finlandia	20.000
Ligno Tech USA	Estados Unidos	60.000
Georgia Pasicific	Estados Unidos	200.00
Westvaco	Estados Unidos	35.000
Flambeau paper	Estados Unidos	60.000
Tembee	Canadá	20.000
Avebene	Francia	40.000
Tolmezzo	Italia	30.000
Sanyo Kokusaka	Japón	50.000
Otros		975.000

Fuente: El Mansouri (2006 p.3).

Así mismo se tiene el procesamiento de la obtención del lignosulfonato de calcio para poder tener idea como se obtiene dicho material desde años atrás el cual hay varios procesos para la extracción de los ácidos ligno-sulfónicos. Primeramente hay que obtener la purificación de los líquidos sulfúricos residuales el cual se tiene que destilar por la metodología de arrastre para desaparecer el dióxido de azufre. Así mismo con este procedimiento se busca eliminar una porción de compuestos. Segundo paso es evaporar la concentración de la lejía para aumentar su contenido en sólidos todos los elementos que no sirven se eliminan en este proceso y para culminar se realiza el proceso de la evaporación para lograr eliminar la gran parte que no sirve el cual el lignosulfonato se desprende de las lejías negras. (Pedraja, 2016 p. 12).

Al mismo tiempo se puede tener las ventajas del lignosulfonato de calcio como son: por las características adhesivas que este posee, así mismo para elaborar brickets de carbón, negro de humo, para mejorar suelos, supresores de polvo; tiene así mismo otras aplicaciones en otros aspectos industriales como: la aplicación en mezclas de cemento y concreto, pigmentos, fluidos de perforación, insecticidas y herbicidas. Así mismo es materia prima en otros usos como de asfalto, pesticidas. (Quiminet, 2013, p.2)

Prosiguiendo con las bases teóricas se tiene el cemento que es muy común hoy en día el uso como estabilizador para suelos, dándose mayormente en el proceso constructivo. Como principal concepto viene hacer el cemento que se da de la mezcla de arcilla molida con materiales calizos de polvo, el mismo que al agregar agua se convierte en un estado sólido el cual es empleado en el sector de la construcción, ya que posee esa solidez que reviste, por su capacidad de adherencia y aglutinante (Toirac, 2008, p. 525)



Figura 3. Cemento

Fuente: IECA

Seguidamente se tiene al suelo conocido como la membrana delgada que es parte de la corteza terrestre lo cual es producto de la ruptura y deformación física de las rocas así mismo de residuos producto del movimiento de los seres vivos que conviven en la tierra (Crespo, 1980, p. 18).

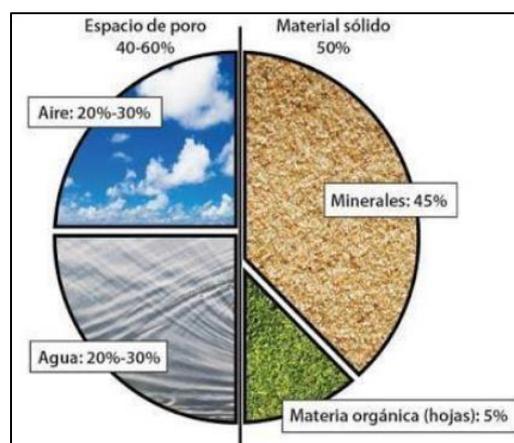


Figura 4. Composición del suelo

Fuente: Universidad Nacional de la Plata

Propiamente se tiene las propiedades físico mecánicas del suelo, es conocida como gradación que tiene un material, así como es el IP, la capacidad portante y las características geotécnicas, todas están pueden ser evaluados en laboratorio tales como suelos y pavimentos normados nacional e internacionalmente (Braja M, 1984, p. 78).

Para poder determinar las propiedades físicas se tiene métodos de clasificación de suelos que usualmente se da para la clasificación de los suelos cuando se trata de mejoramiento o estabilización de la subrasante, es así que se tiene SUCS, AASHTO (Crespo, 2015, p. 67).

Método SUCS, es un sistema de clasificación que fue estudiada por Arthur Casagrande en 1942. En todo lo concerniente a suelos se utiliza en la práctica este método para el ensayo geotécnico. En el SUCS; usa la simbolización con fines de identificación de los suelos (Crespo, 2015, p. 87).

Tabla 3. Simbología para identificación de suelos en el Sistema Unificado.

SIMBOLO	DESCRIPCION
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limo orgánicos y arcilla
H	Alta Plasticidad
L	Baja Plasticidad
W	Bien graduado
P	Mal graduado
Pt	Turba y suelos altamente orgánicos

Fuente: Tomado de Das 2012:19.

Tabla 4. Grupos de clasificación de suelos del Sistema Unificado

Divisiones principales				Simbología	Material
		gravas		GW	Grava bien graduada
		limpi as		GP	Grava mal graduada
	gravas	gravas	con	GM	Grava limo
		finos		GC	Grava arcillosa
granos gruesos		arenas		SW	Arena bien graduada
		limpi as		SP	Arena mal graduada

	arena	arena	con	SM	Arena limosa
		finos		SC	Arena arcillosa
				ML	Limos
Granos finos	Limos LL<50	y	arcilla	CL	Arcilla
				OL	Limos
				MH	Limos
	Limos LL>50	de	arcilla	CH	Arcilla
				OH	Arcilla
Suelo muy orgánicos				PT	Turba y otros suelos

Fuente: norma ASTM D 2487 – 11:2 y el MTC 2014:30.

Método del AASHTO, este trabaja en distribuir el tamaño de partícula por lo tanto ambos sistemas sirven para proceder a clasificar los suelos. (Crespo, 2015, p. 87).

Tabla 5. Sistema unificado de clasificación del suelo.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos que pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limos y arcillas (35% o menos que pasa por el tamiz N° 200)					
	A-1		A-2				A-7					
Grupos							A3	A4	A5	A6		
Subgrupos	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6
N° 10	50max											
N° 40	30max	50max										
N° 200	15max	25max	35max	35max	35max	35max	10max	36min	36min	36min	36min	36min
LL			40max	4 min	40max	41min		40max	41min	40max	41min	41min
LP	6max	6max	10max	10max	11min	11min	NP	10max	10max	11min	11min	11min
Material	Piedra, grava y arena						arena	suelo limo		suelo arcilloso		
	arena						fina					
Condición			Excelente							Pobre a malo		

Fuente: Tabla extraída del Manual de carretera MTC, 2018, p.104.

El IP del sub grupo A-7-5 > al límite líquido menos 30.

El IP del sub grupo A-7-6 > 30.

NP: No plástico

LL: Límite Líquido

LP: Límite Plástico

La subrasante viene hacer el soporte natural, el cual es parte del pavimento por ende debe ser compactado y preparado para su proceso constructivo. Así mismo tiene el servicio de dar apoyo a cualquier estructura que se encuentre en ella sin producir cambios que alteren el valor de la capacidad de soporte, todo esto conlleva a tener más cuidado al momento del diseño, por ello la importancia de las características de la subrasante como son las propiedades físicas (granulometría, límites de consistencia, densidad, contenido de agua), propiedades de rigidez (módulo resiliente y CBR) (Menendez, 2012, p. 54)

Tabla 6. *Categoría de la Subrasante.*

CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE	CBR
So: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR \geq 30%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013.

También el suelo con su composición natural posee contenido de humedad y su misma humedad que esta expresado en porcentajes en relación al peso del agua de suelo de acuerdo a las partículas consistentes (Bowles, 2006 p. 2)

Límites de consistencia también llamados límite de atemberg el cual es un ensayo que sirve para obtener los límites permisibles de los cuales se menciona son el límite líquido, límite plástico y sólido, que así mismo son llamadas límites de atemberg (Lancas, 1987, p 10).

Tabla 7. *Valores típicos de consistencia de suelo*

PARAMETROS	TIPOS DE SUELOS		
	ARENA	LIMO	ARCILLA
Límite Líquido (LL)	15-20	30-40	40-150
Límite Plástico (LP)	15-20	20-25	25-50
Límite de retracción (LR)	12-18	14-25	08-35

Índice de Plasticidad IP (%)	00-03	10-15	10-100
------------------------------	-------	-------	--------

Fuente: Luis Bañón, 2000.

Como parte del suelo se tiene los límites de consistencia como son: límites líquidos que se da a conocer como el contenido de humedad que se obtiene en correlación a su peso seco del suelo el cual se transforma de fase líquida al de plástico (Crespo, 2015, p. 69).

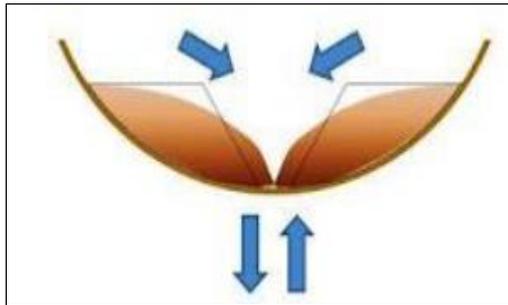


Figura 5. Muestra de ensayo -Casagrande

Fuente: GEOSUPPORT

Límite plástico (L.P.) da a conocer como el contenido de humedad donde se trabaja con valores en relación a su peso seco del espécimen el cual fue expuesto al horno (Crespo, 2015, p. 79).

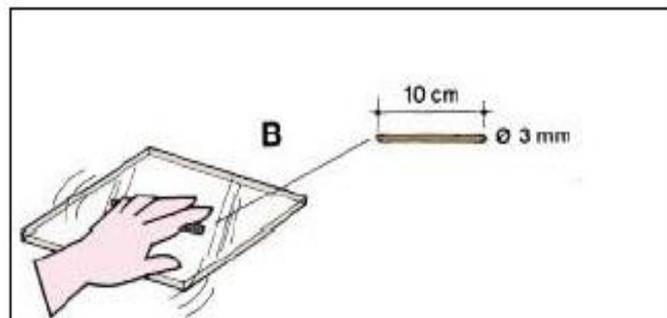


Figura 6. Formación de cilindros

Fuente: FAO. 2017.

Para tener una idea de lo que se pretende demostrar de debe conocer propiamente las propiedades mecánicas del suelo se requiere operaciones muy cuidadosas y equipo especial debe hacer en muestras representativas de la características prototipos el muestro y el manejo apropiado de la muestra (Rico, 1987, p. 167).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Todo lo concerniente a metodología, está caracterizado por la búsqueda, manejo de los conocimientos que con el tiempo se adquieren y al mismo tiempo de otros conocimientos que se adquieren con el pasar de los tiempos, todo ello ocurre después de tener implementado y sistematizado basada en la investigación. En este tipo de trabajo se busca hacer el manejo del conocimiento adquirido y resultados de investigación de otras fuentes de la realidad de una forma exhaustiva, organizada y sistemática (Vargas y Zoila, 2008, p. 6). Con todo lo sintetizado del concepto lleva por ser una investigación aplicada, ya que los problemas planteados se propondrán posibles soluciones dando una salida al problema general y que los resultados obtenidos serán corroborados mediante resultados de laboratorio y al ser favorables se llegarán a poner en práctica.

Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo (se tiene como concepto a la variación de procesos) es secuencial y probatorio. (Hernández, 2002, p. 4). Para ello se analizarán los resultados obtenidos utilizando métodos estadísticos de los cuales se extraerán las conclusiones.

3.1.2 El diseño de la investigación

En lo que respecta al diseño pertenece a experimental que utiliza una forma que aplica la relación que existe entre causa y efecto que pueda existir en la variable independiente sobre la variable dependiente (Questionpro, 2014 p. 3). Con lo mencionado la tesis se desarrollará con el diseño experimental para ello se procederá hacer ensayos en laboratorio donde se hará suelo – lignosulfonato; suelo -cemento que al ser incorporados nos darán diferentes valores para luego ser analizadas con la hoja de cálculo.

Metodología cuasi experimental viene hacer parte del diseño de la investigación donde el investigador tiene por labor la identificar y descartar los efectos de los tratamientos de los demás factores que afectan a la variable dependiente (Bono, 1993, p. 2). Por lo expuesto nuestro tema es de tipo cuasi

experimental donde se analizará datos de campo, dicho estudio fue desarrollado naturalmente.

El Nivel de investigación:

En este análisis se da ideas y pensamientos del investigador que vienen hacer la clave para el desarrollo del estudio, ya que dependen de que el investigador tenga un conocimiento sobre un tema en particular, para los cuales hará las interrogantes sobre que, como y porque están relacionadas con las preguntas de investigación (Questionpro, 2014, p. 4). Para nuestra investigación será explicativa; ya que nos permitirá ampliar nuestro conocimiento sobre algo que ya se encuentra demostrado y que así mismo cuenta con antecedentes de otras investigaciones.

3.2. Variables y operacionalización

Representa una supuesta causa de la variable dependiente y este a su vez está sujeto al efecto que este tendrá, así mismo la operacionalización de las variables se dará a conocer en la primera etapa la investigación para lo cual se debe tener bien clara las ideas a plantear así mismo la delimitación del tema (Espinoza, 2019, p. 7).

Variable independiente 1: El lignosulfonato de Calcio – cemento.

Variable dependiente 2: Mejoramiento de las propiedades de la subrasante.

La operacionalización de las variables, está vinculada al tipo de técnica o metodología empleada para la recolección de los datos (Bauce, 2018 ,p. 5).
(Ver matriz de Operacionalizacion en el Anexo 1)

3.3. Población,muestra, muestreo , unidad de análisis

3.3.1 Población:

Viene hacer un grupo de componentes de unidades de análisis y estas a su vez forman parte del ámbito donde se realizara el estudio (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 380). Bajo el concepto de población está representada por la subrasante de Carretera Paruro-Cusco el cual no cuenta con ningún tipo de intervención hasta el momento. Para ello se plante el estudio de 3 kilómetros lineales.

3.3.2 Muestra:

Para toda investigación se debe contar con transparencia, y esta a su vez debe estar sujeta a la crítica, replica, observaciones de los expertos en la materia, y este ejercicio se da si el investigador conoce la población que será tema de estudio y que seleccione la muestra para el estudio de manera explícita (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 381). Como parte de la muestra se considera las calicatas que se realizaran en la carretera Paruro-Cusco, se realizaran 03 calicatas en las progresivas correspondiente cumpliendo con el reglamento nacional de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Las calicatas están planteadas a cada kilómetro desde la progresiva 0+01 hasta 0+03 realizando una calicata en cada kilómetro, así mismo se tiene como ancho de vía 6 metros.

3.3.3 Muestreo

El concepto que se tiene esta basado en la aplicación donde se aplica tecnicas de selección, en tal sentido corresponde al muestreo no probabilístico donde se eligen las variables y que este a su vez no dependa del azar de las causas relacionadas con las mismas características con los problemas general planteado, así como la hipótesis. Así mismo el método no es de forma mecánica más al contrario se basa en fórmulas estudiadas que para ello del investigador deberá tomar las decisiones y muestras que serán consideraras en la etapa de estudio y estas a su vez obedecen a otros criterios (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 382).Teniendo en claro el concepto de muestreo; nuestra tesis es de muestreo no probabilístico, cuya técnica de muestreo es donde el investigador se basará en su juicio y no pretendiendo hacerlo de manera al azar.

Unidad de Análisis

Es lo que representa un suceso o que un individuo forma parte de un universo y una muestra y que constituye la unidad básica e irreductible de un universo para lograr las metas de la investigación y que estas a su vez servirán para realizar para el trabajo de campo (Rodriguez, 2012, p. 7).Para el presente

trabajo de investigación serán 03 calicatas como unidad de análisis para explorar la subrasante, el cual serán adicionadas las variables para la correspondientes ensayos de laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnicas

Pertenece a observación experimental trabaja con referencias que tienen que ser controladas por el investigador, donde se tiene que manipular las variables (Baptista, 2014, p. 382). Por lo antedicho este trabajo empleó la técnica de observación el cual se tiene técnicas y herramientas orientadas a evaluar los datos a obtener.

Instrumentos de recolección de datos

Partiendo del tipo investigación y la muestra adecuada para el desarrollo del problema de estudio y las correspondientes hipótesis; en esta parte se trata de recolectar los datos que conllevan a confeccionar un anteproyecto minuciosamente elaborado que conllevan a recoger datos con un objetivo característico (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 385). Trabajaremos con fichas de registro de datos para la recolección de información y los equipos correspondientes para el procesamiento de los datos. (Ver anexo 3)

Validez

Toda medición o instrumento que sirva como recolector de datos debe cumplir con requisitos confiables como son confiabilidad, validez y objetividad; validez es por todo ello un instrumento para recabar información el cual mide la variable que tiene por objetivo estudiar (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 391). La validez para este caso estará sujeto a la evaluación de expertos, los cuales revisaran cada parte de la presente tesis para así dar confiabilidad de la investigación ya que estos contarán con la amplia experiencia. (Ver anexo 4)

Confiabilidad de los instrumentos

Denominado como instrumento para medir el grado de confiabilidad que tiene un proyecto de investigación y los resultados que tiene como objeto de investigación (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014, p. 394). La confiabilidad

se corrobora por diferentes maneras, uno de los primordiales es que el trabajo de investigación va ser expuesto a opiniones de nuestros asesores expertos en la materia durante el desarrollo del trabajo de investigación, al mismo que exige que dichos trabajos tengan la calidad que deben tener.

3.5. Procedimientos

Prosiguiendo con la investigación se procedio en primer lugar con la obtención de información de todo lo relacionado al área de estudio ya sea como topografía, clima, población, para luego proseguir con los estudios de campo donde deberá determinarse el lugar de las calicatas para luego proceder con los ensayos correspondientes de acuerdo al problema planteado.

Para poder iniciar los trabajos concernientes al tema de investigación se hizo un reconocimiento del área de estudio para ver:



Figura 8. Inicio del tramo 03+00



Figura 7. Kilómetro 06+00

Proseguidamente tenemos la realización de 03 calicatas para realizar la inspección en situ para proseguir con la extracción de muestra de cada calicata, es así que se tiene ya determinado los lugares donde se realizara.

Cada calicata se hará cada kilómetro tal como indica la norma la cuales se realizaron en la progresiva 03+000, 04+000,05+000



Figura 11. Calicata 03
Km 03+000



Figura 10. Calicata 02
Km 04+000

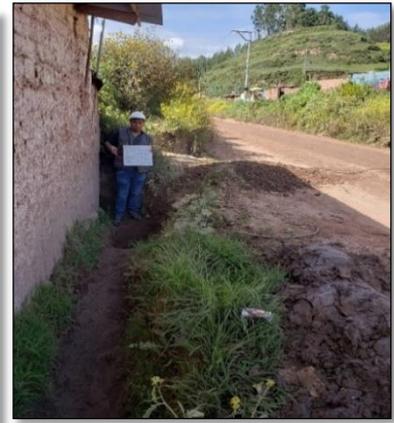


Figura 09. Calicata 01
Km 05+000

Tabla 8. Clasificación de suelo y Analisis Granulometrico C-01, C-02 y C-03.

Muestra	Clasificación de suelo		Analisis Granulometrico				
	SUSCS (ASTM D2487)	AASHTO (D3282)	Cu	Cc	Finos (%)	Arena (%)	Gravas (%)
C - 01	CL	A-6	No tiene	No tiene	63.35	17.93	17.63
	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad						
C - 02	CL	A-6	No tiene	No tiene	60.10	19.50	18.50
	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad						
C - 03	CL	A-6	No tiene	No tiene	61.01	19.74	17.86
	Arena limo arcilloso						

Fuente: Elaboración Propia.

Asi mismo se procedio a realizar el análisis de las características físicas y mecánicas de las calicatas N° 01 , N° 02 y N° 3 la cual se tiene los siguientes estudios que comprende : Analisis granulométrico por tamizado, Contenido de humedad, Limites de Consistencia, Ensayo de Compactacion, Relacion de Soporte California (CBR).

Tabla 9. Características físicas y mecánicas C-01, C-02 y C-03.

Muestra	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	IP (%)	DENSIDAD SECA MAXIMA G/CM3	CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD (%)	CBR 95%	CBR 95%
C-01	18.30	40.1	19.9	20.2	1.747	16.02	11.03	14.65
C-02	20.30	40.25	21.4	18.8	1.773	15.24	12.00	15.25
C-03	20.30	39.08	20.7	18.4	1.766	15.25	11.20	15.10

Fuente: Elaboración Propia.

De estas 3 calicatas que se realizo se muestran los resultados tanto como propiedades físicas y mecánicas las cuales se observa en la tabla N° 09 , asi mismo se se opto por utilizar la calicata N° 1 y N° 2 en el cual se va añadir el cemento en porcentajes de : 2 % . 4%,6%,8% asi mismo el lignosulfonato de calcio en porcentajes de : 2 % . 4%,6%,8% todo con respecto a la muestra patrón.

Para efectos de dosificación se trabajara con el cemento tipo IP/Portland , porque posee la capacidad de estabilizar una amplia variedad de suelos, asi mismo se procederá a trabajar como el lignosulfonato de calcio que viene hacer un desperdidio de la industria madererr que tiene un proceso para la obtención , para lo cual en este caso se adquirio via internet el producto que viene en varias presentaciones.

Los lignosulfonatos son subproductos de la industria papelera, usando de partida la pasta o pulpa de sulfito donde se trata de extraer la lignina de la corteza del árbol y descomponerlo para tener en polvo y que este sea secado por métodos donde interviene las industrias grandes para la obtención de papel ya que se necesitan calderas grandes para el procesamiento del lignosulfonato de calcio.

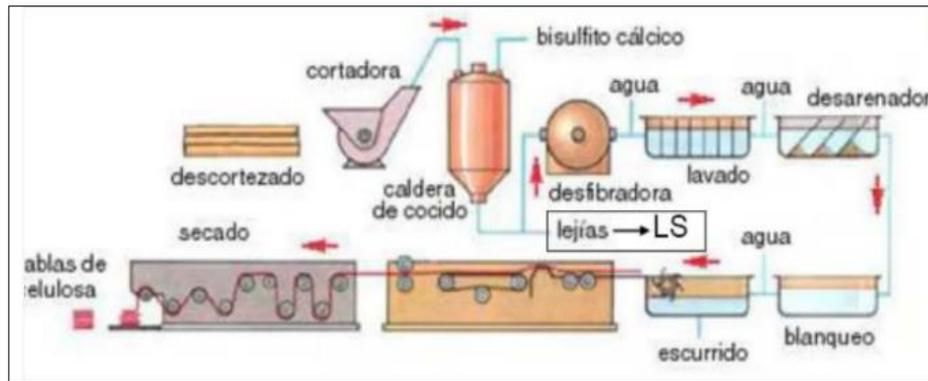


Figura 16. Obtención del lignosulfonato de calcio

Fuente: Ana Pedraja Santiago

3.6. Método de análisis de datos

Forma parte del conjunto de técnicas para poder organizar, separar información y modelar datos, particularmente sirve para la aplicación en la investigación. Se considerará ensayos tales como: índice de plasticidad (límite líquido, límite plástico); compactación (óptimo contenido de humedad, máxima densidad seca), CBR. Dichos datos serán obtenidos en laboratorio serán procesados en las hojas excel para su correspondiente interpretación y el programa de dibujo fue autocad para el levantamiento topográfico.

3.7 Aspectos éticos:

Cumpliendo con la normatividad que pide la universidad el presente estudio de investigación cumple con las exigencias establecidas los cuales cumple con el principios de veracidad y autenticidad el cual fue desarrollas y plasmados en sus capítulos, respetando las citas tales como encuentran en la referencias como lo exige la universidad tales como escritor, año, número de página y cumpliendo el estilo ISO-690 según la normativa de la universidad que estamos sujetos a cumplir a cabalidad para el desarrollo de la correspondiente elaboración del trabajo.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El lugar de estudio será en la carretera que conlleva hacia la provincia de Paruro, siendo esta carretera considerada como vía alterna ya que solo se encuentra a nivel de trocha. Está situado en el distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco, departamento de Cusco.

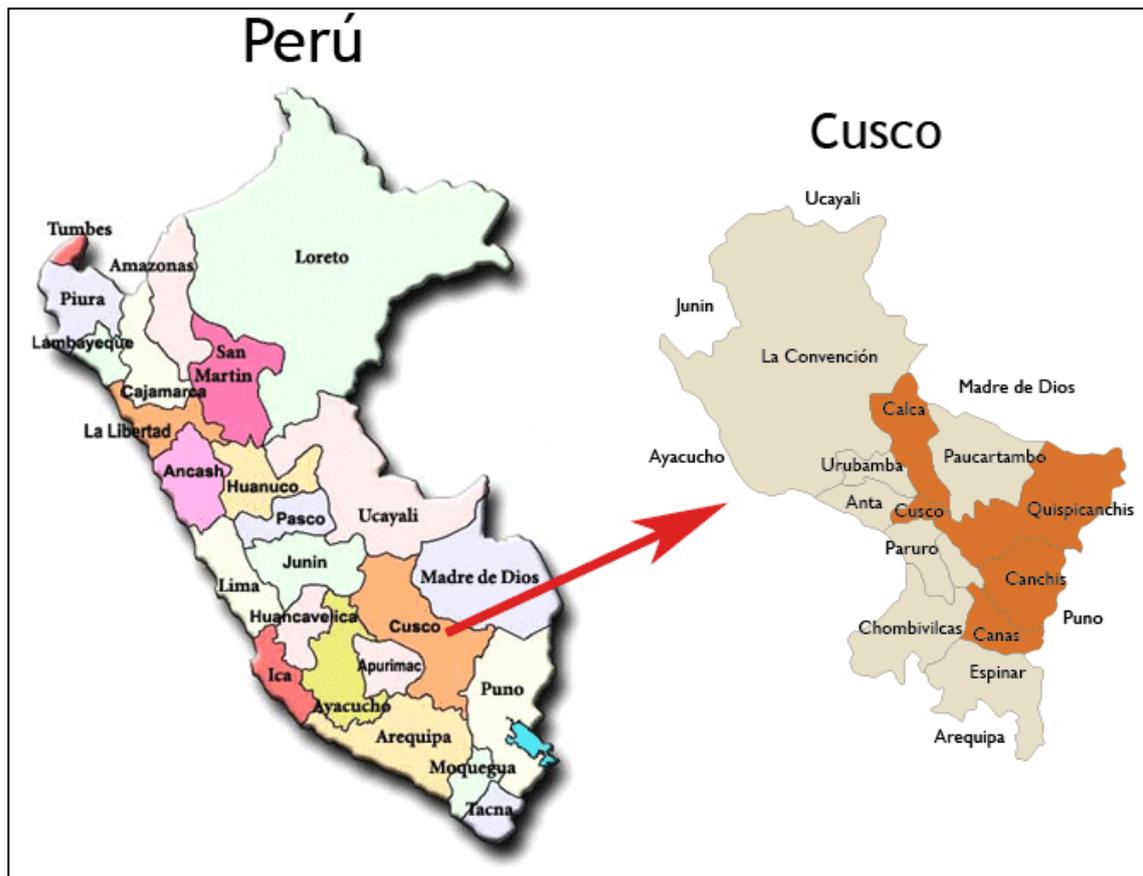


Figura 16. Mapa Político del Perú.

Figura 15. Mapa Político del Cusco.

Ubicación del proyecto



Figura 18. Mapa de la provincia de Cusco



Figura 17. Mapa de la provincia de Cusco

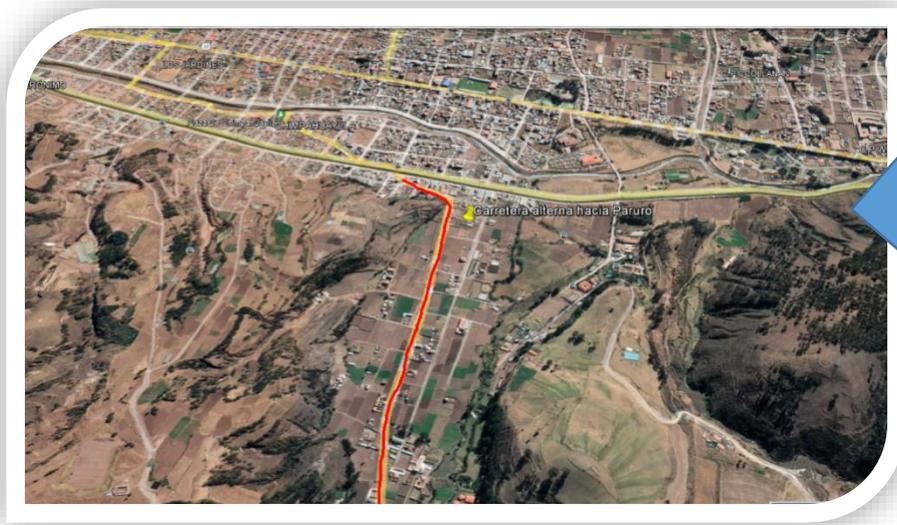


Figura 19. Imagen Satelital

Limites

- Por el Norte limita : Con los distritos de San Salvador y Taray
- Por el Sur limita : Con el Distrito de Yaurisque de la provincia de Paruro
- Por el Este limita : Con el Distrito de Saylla (Lircay y Ex Hacienda
- Por el Oeste limita : Con el Distrito de San Sebastián.

Ubicación geográfica

Pertenece al distrito de San Jerónimo que se encuentra ubicado geográficamente al borde Oeste de la cordillera Oriental de los Andes. Se encuentra a 11 Km. de la capital de la provincia de Cusco el cual presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur $13^{\circ}33'7.39''$, y Oeste $71^{\circ}52'52.73''$ contando con un área de 103,34 kilómetros cuadrados teniendo una altitud de los 3220 m.s.n.m. Según la INEI hasta el 2011 cuenta con una población aproximada de 31 700 habitantes.

Clima

EL clima se presenta templado, con noches frías y días soleados el tiempo en el distrito se presenta cambiante a veces puede estar con un sol radiante y repentinamente cambia a una lluvia torrencial las cuales duran pocos minutos. Las temperaturas oscilan entre 13°C . (55.4°F) y 15°C . (59°F), y casi en toda la región sur del Perú.

Comenzaremos con los objetivos trazados, empezaremos en el orden que se encuentra en nuestra matriz de consistencia.

Objetivo específico 1: Se determinó la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera.



Figura 20. Ensayo de Limite Líquido



Figura 21. Ensayo del Limite Plástico

Tabla 10. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de cemento-Calicata N°01.

Muestra		Limite liquido	Limite plástico	I.P.	
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	40.1%	19.9%	20.20%
	Dosificación (2 %) de cemento.	Muestra B	40.25%	20.07%	20.18%
	Dosificación (4 %) de cemento.	Muestra C	39.91%	20.07%	19.84%
	Dosificación (6 %) de cemento.	Muestra D	39.57%	20.43%	19.14%
	Dosificación (8 %) de cemento.	Muestra E	40.35%	21.28%	19.07%

Fuente: Elaboración Propia.

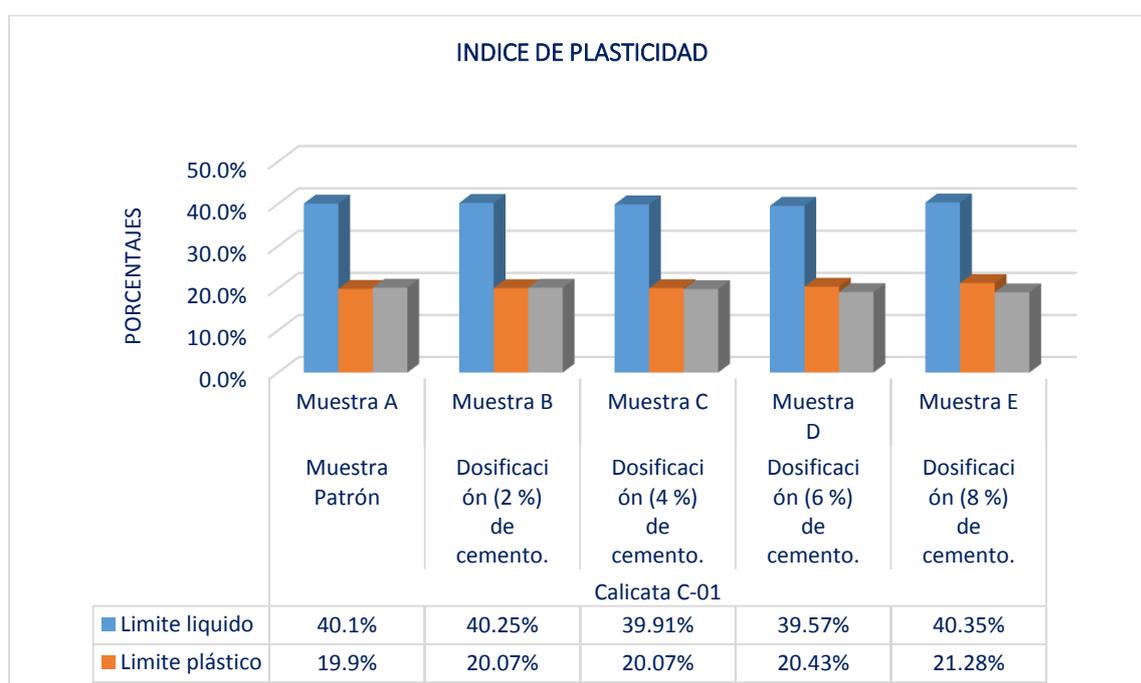


Figura 22. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento.

En la tabla 10 y la figura 22, se observa los resultados obtenidos de los ensayos limite líquido, limite plástico, de los cuales se obtuvo los resultados del índice de plasticidad en la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 20.20% los cuales va disminuyendo adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8%, de las cuales se tiene los resultados : 20.18%, 19.84%, 19.14% y 19.07%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este disminuye el IP.

Tabla 11. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de cemento-Calicata N°02.

Muestra		Limite liquido	Limite plástico	I.P.	
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	40.25%	21.4%	18.85%
	Dosificación (2 %) de cemento.	Muestra B	40.19%	21.70%	18.49%
	Dosificación (4 %) de cemento.	Muestra C	40.16%	21.70%	18.46%
	Dosificación (6 %) de cemento.	Muestra D	39.95%	21.70%	18.25%
	Dosificación (8 %) de cemento.	Muestra E	40.00%	22.10%	17.90%

Fuente: Elaboración Propia.

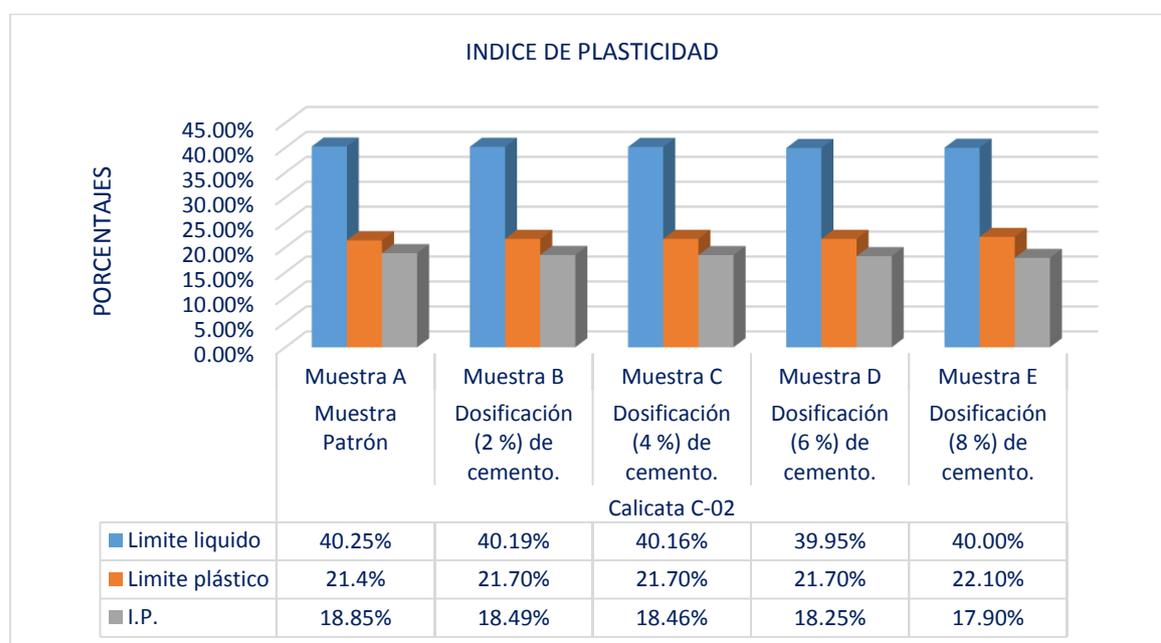


Figura 23. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento.

En la tabla 11 y la figura 23, se observa los resultados obtenidos de los ensayos limite líquido, limite plástico, de los cuales se obtuvo los resultados del índice de plasticidad en la calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 18.85% los cuales va disminuyendo adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8%, de las cuales se tiene los resultados : 18.49%,18.46%,18.25% y 17.90%.Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este disminuye el IP.

Tabla 12. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°01.

Muestra		Limite liquido	Limite plástico	I.P.	
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	40.25%	19.9%	20.35%
	Dosificación (2 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra B	40.26%	22.20%	18.06%
	Dosificación (4 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra C	40.20%	23.30%	16.90%
	Dosificación (6 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra D	39.36%	22.20%	17.16%
	Dosificación (8 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra E	37.53%	21.80%	15.73%

Fuente: Elaboración Propia.

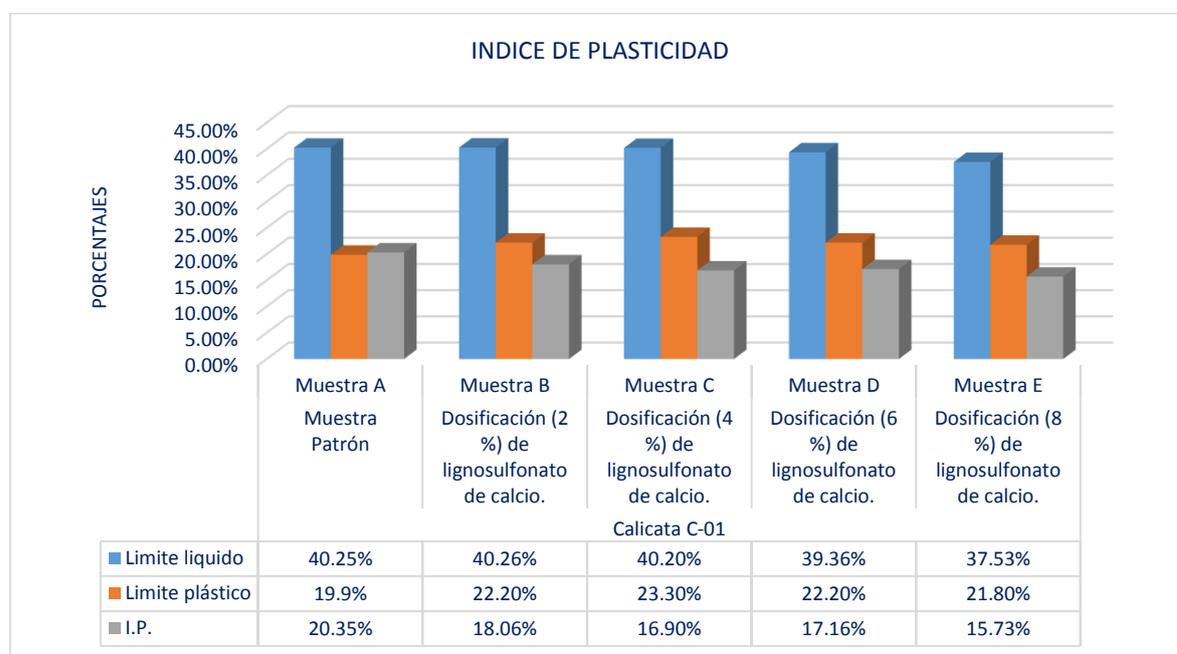


Figura 24. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio - calicata N° 1.

En la tabla 12 y la figura 24, se observa los resultados obtenidos de los ensayos limite líquido, limite plástico, de los cuales se obtuvo los resultados del índice de plasticidad en la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 20.35% los cuales va disminuyendo adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8%, de las cuales se tiene los resultados : 18.06%, 16.90%, 17.16% y 15.73%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar lignosulfonato de calcio al suelo natural este reduce el índice de plasticidad.

Tabla 13. Índice de Plasticidad adicionando 0%,2%,4% ,6% 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°02.

Muestra		Limite liquido	Limite plástico	I.P.	
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	40.25%	21.4%	18.85%
	Dosificación (2 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra B	39.43%	21.70%	17.73%
	Dosificación (4 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra C	39.06%	22.50%	16.56%
	Dosificación (6 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra D	37.45%	22.50%	14.95%
	Dosificación (8 %) de lignosulfonato de calcio.	Muestra E	37.86%	23.60%	14.26%

Fuente: Elaboración Propia.

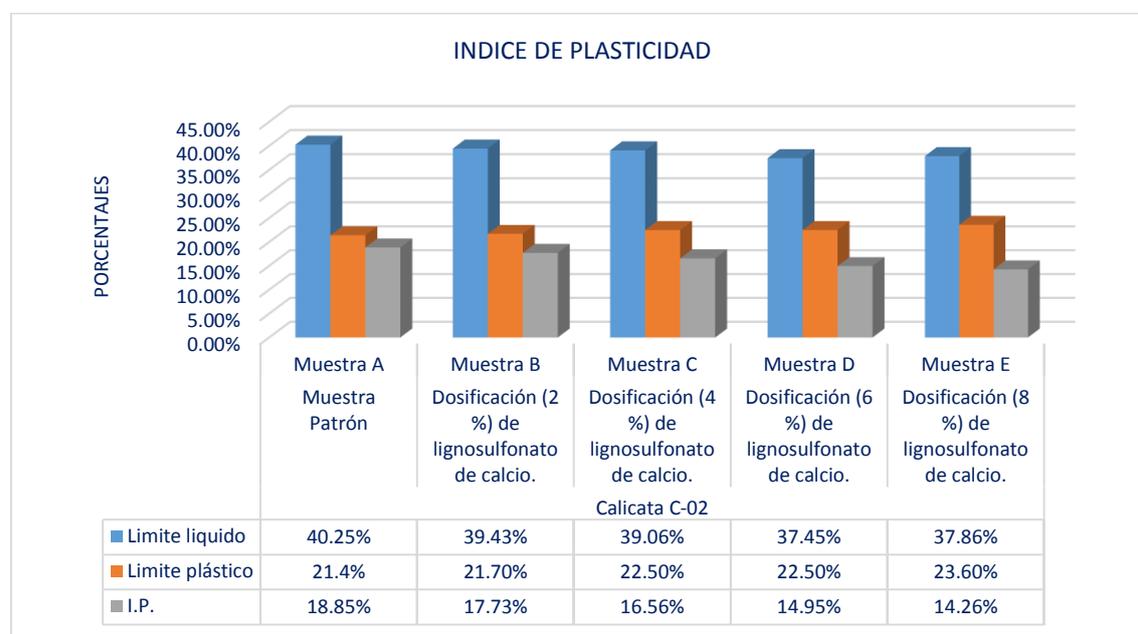


Figura 25. Valores del IP incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2

En la tabla 13 y la figura 25, se observa los resultados obtenidos de los ensayos limite líquido, limite plástico, de los cuales se obtuvo los resultados del índice de plasticidad en la calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 18.85% los cuales va disminuyendo adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8%, de las cuales se tiene los resultados : 17.73%, 16.56%, 14.95% y 14.26%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este disminuye el índice de plasticidad.

Con respecto al **Objetivo específico 2**: Se determinó la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el óptimo contenido de humedad de la subrasante en la carretera.



Figura 27. Ensayo de Muestra con molde.



Figura 26. Peso de la muestra.

Tabla 14. *Óptimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento -Calicata N°01.*

Muestra			Óptimo Contenido de Humedad (%)
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	16.02%
	Dosificación (2%) de cemento	Muestra B	16.02%
	Dosificación (4 %) de cemento	Muestra C	15.99%
	Dosificación (6 %) de cemento	Muestra D	14.79%
	Dosificación (8 %) de cemento	Muestra E	16.01%

Fuente: Elaboración Propia.

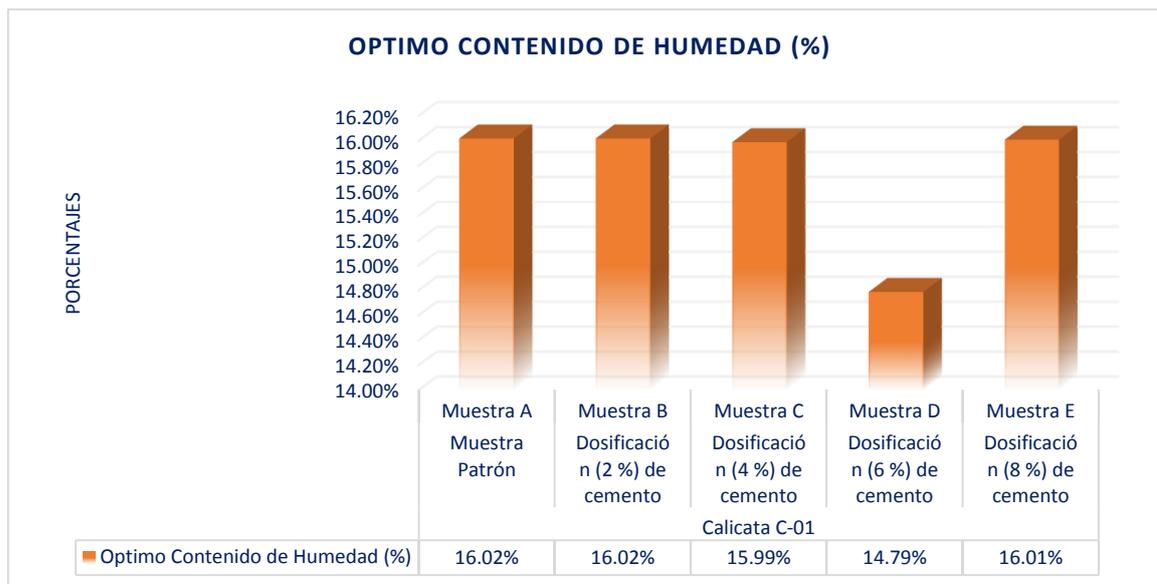


Figura 28. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°1.

En la tabla 14 y la figura 28, de lo que se observa los resultados obtenidos para optimo contenido de humedad perteneciente a la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 16.02% los cuales va disminuyendo adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 16.02%, 15.99%, 14.79% y por otro lado al adicionar 8% este vuelve a incrementar a 16.01%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este disminuye ligeramente el OCH para luego incrementar con la adición de cemento en mayor porcentaje con referencia a la muestra patrón.

Tabla 15. Optimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento -Calicata N°02.

Muestra		Optimo Contenido de Humedad (%)	
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	15.24%
	Dosificación (2 %) de cemento	Muestra B	15.30%
	Dosificación (4 %) de cemento	Muestra C	15.32%
	Dosificación (6 %) de cemento	Muestra D	14.28%
	Dosificación (8 %) de cemento	Muestra E	15.63%

Fuente: Elaboración Propia.

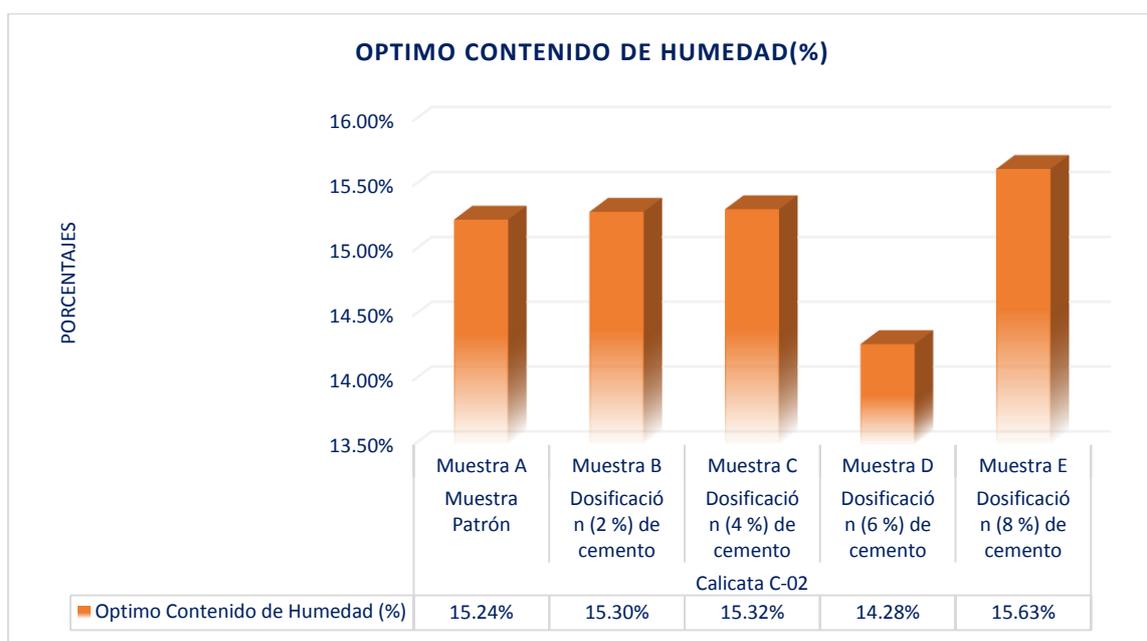


Figura 29. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2.

En la tabla 15 y la figura 29, se observa los resultados obtenidos para optimo contenido de humedad perteneciente a calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 15.24% los cuales va disminuyendo adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 15.30%, 15.32%, 14.28% y por otro lado al adicionar 8% este vuela a incrementar a 15.63%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este disminuye ligeramente el OCH para luego incrementar con la adición de cemento en mayor porcentaje con referencia a la muestra patrón.

Tabla 16. *Optimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°01.*

Muestra		Optimo Contenido de Humedad (%)	
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	16.02%
	Dosificación (2 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra B	15.65%
	Dosificación (4 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra C	15.29%
	Dosificación (6 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra D	14.97%
	Dosificación (8 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra E	15.34%

Fuente: Elaboración Propia.

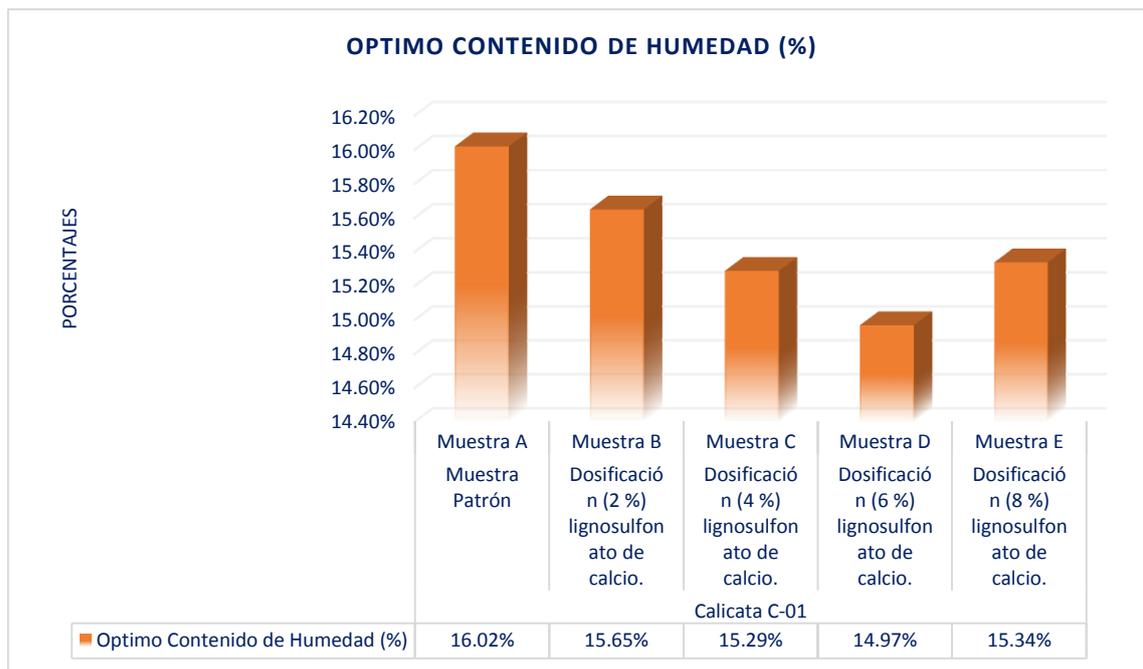


Figura 30. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°1.

En la tabla 16 y la figura 30, se observa los resultados obtenidos para optimo contenido de humedad en la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 16.02% los cuales va disminuyendo adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 15.65%, 15.29%, 14.97% y por otro lado al adicionar 8% este vuelve a incrementar a 15.34%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar lignosulfonato de calcio al suelo natural este disminuye ligeramente el optimo contenido de humedad con referencia a la muestra patrón.

Tabla 17. Optimo contenido de humedad adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°02.

Muestra			Optimo Contenido de Humedad (%)
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	15.24%
	Dosificación (2 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra B	15.32%
	Dosificación (4 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra C	15.30%

	Dosificación (6 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra D	14.34%
	Dosificación (8 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra E	15.22%

Fuente: Elaboración Propia.

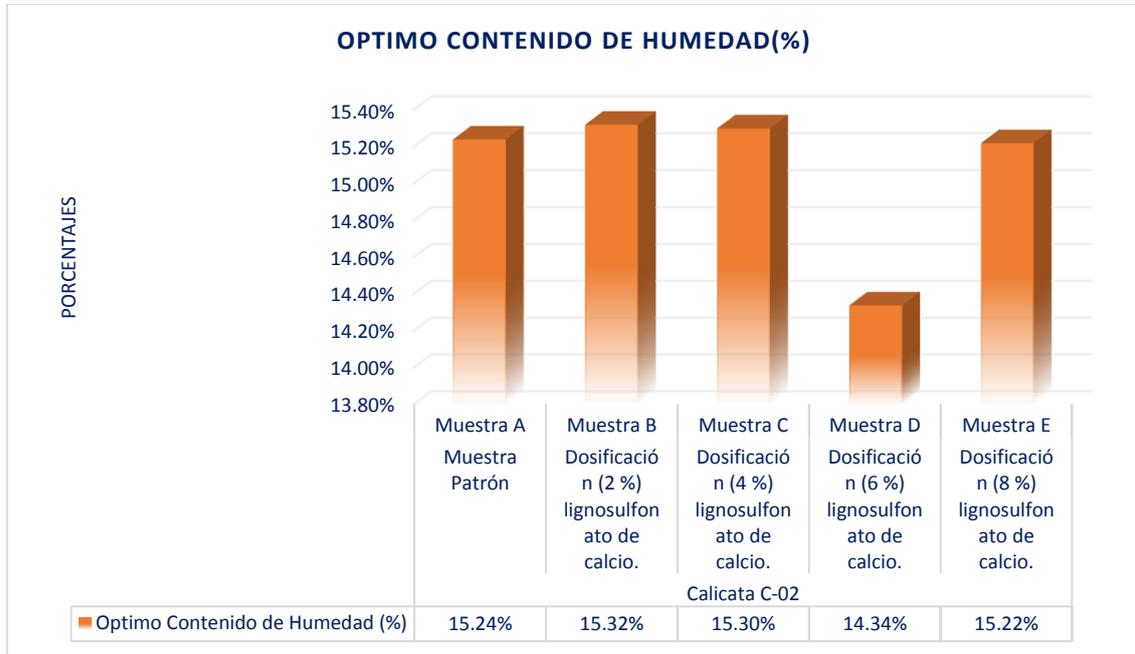


Figura 31. Optimo contenido de humedad incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°2.

En la tabla 17 y la figura 31, se observa los resultados obtenidos para optimo contenido de humedad en la calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 15.24% los cuales va incrementado adicionando los porcentajes de 2%, 4%, de las cuales se tiene los resultados : 15.32%, 15.30%, y por otro lado al adicionar 6% este disminuye a 14.34% ; adicionando 8% este incrementa a incrementa a 15.22%.Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar lignosulfonato de calcio al suelo natural este disminuye ligeramente el optimo contenido de humedad con referencia a la muestra patrón.

Objetivo específico 3: Se determinó la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta la máxima densidad seca de la subrasante en la carretera.



Figura 33. Ensayo de Compactación del Proctor Modificado.



Figura 32. Compactación para el ensayo de Proctor Modificado.

Tabla 18. *Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento -Calicata N°01.*

Muestra			Maxima Densidad Seca (kg/cm ³)
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	1.747
	Dosificación (2 %) de cemento	Muestra B	1.749
	Dosificación (4 %) de cemento	Muestra C	1.754
	Dosificación (6 %) de cemento	Muestra D	1.792
	Dosificación (8 %) de cemento	Muestra E	1.761

Fuente: Elaboración Propia.

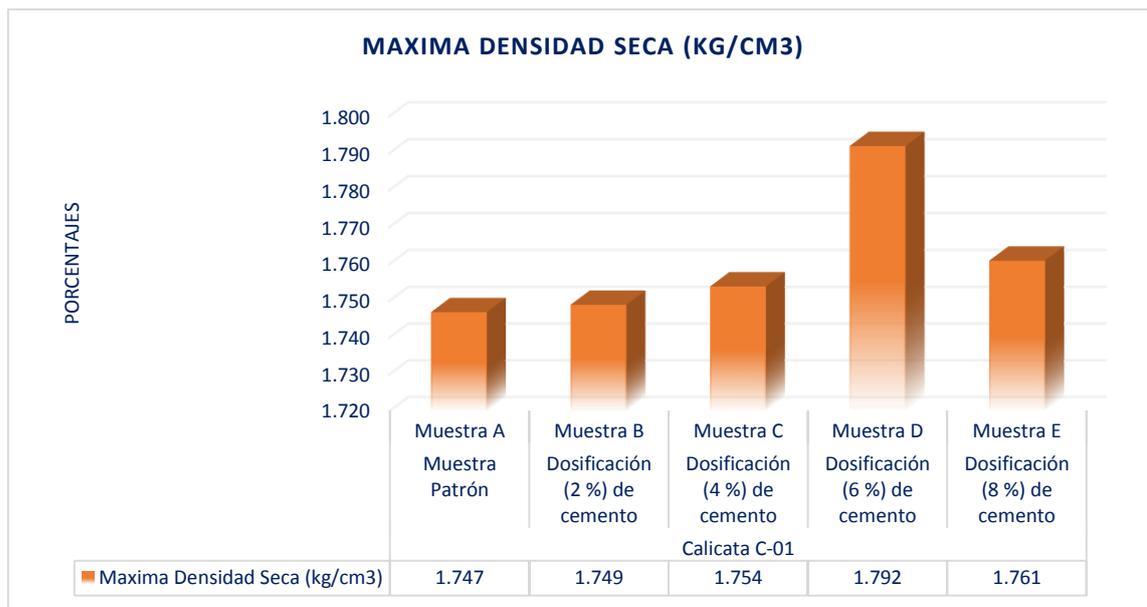


Figura 34. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°1.

En la tabla 18 y la figura 34, se observa los resultados obtenidos para la máxima densidad seca en la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 1.74kg/cm³; los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 1.749kg/cm³,1.754kg/cm³,1.792kg/cm³ y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 1.761kg/cm³. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta ligeramente la máxima densidad seca con referencia a la muestra patrón.

Tabla 19. Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento -Calicata N°02.

Muestra			Maxima Densidad Seca (kg/cm3)
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	1.773
	Dosificación (2 %) de cemento	Muestra B	1.778
	Dosificación (4 %) de cemento	Muestra C	1.781
	Dosificación (6 %) de cemento	Muestra D	1.841
	Dosificación (8 %) de cemento	Muestra E	1.779

Fuente: Elaboración Propia.

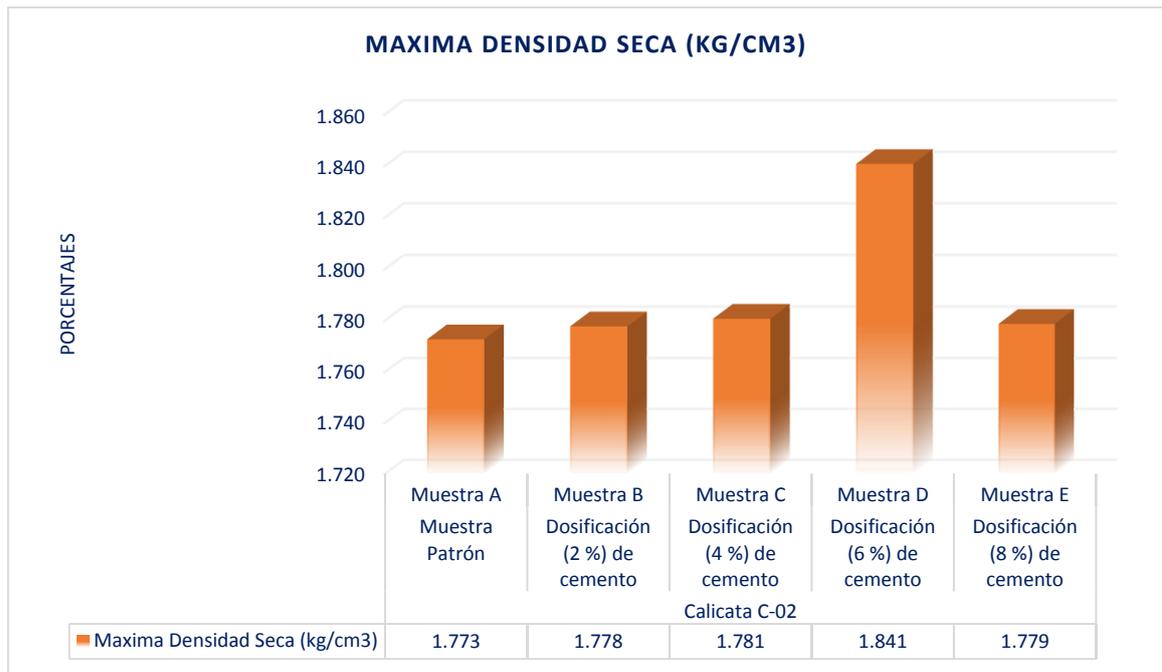


Figura 35. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2.

En la tabla 19 y la figura 35, se observa los resultados obtenidos para la máxima densidad seca en la calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 1.773kg/cm³ los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 1.778kg/cm³, 1.781kg/cm³, 1.841kg/cm³ y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 1.779kg/cm³. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta ligeramente la máxima densidad seca con referencia a la muestra patrón para luego descender ligeramente con la adicion en mayor porcentaje de cemento.

Tabla 20. Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – Calicata N°01.

Muestra			Maxima Densidad Seca (kg/cm3)
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	1.747
	Dosificación (2 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra B	1.755
	Dosificación (4 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra C	1.772
	Dosificación (6 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra D	1.801

Fuente: Elaboración Propia.

	Dosificación (8 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra E	1.781
--	--	-----------	-------

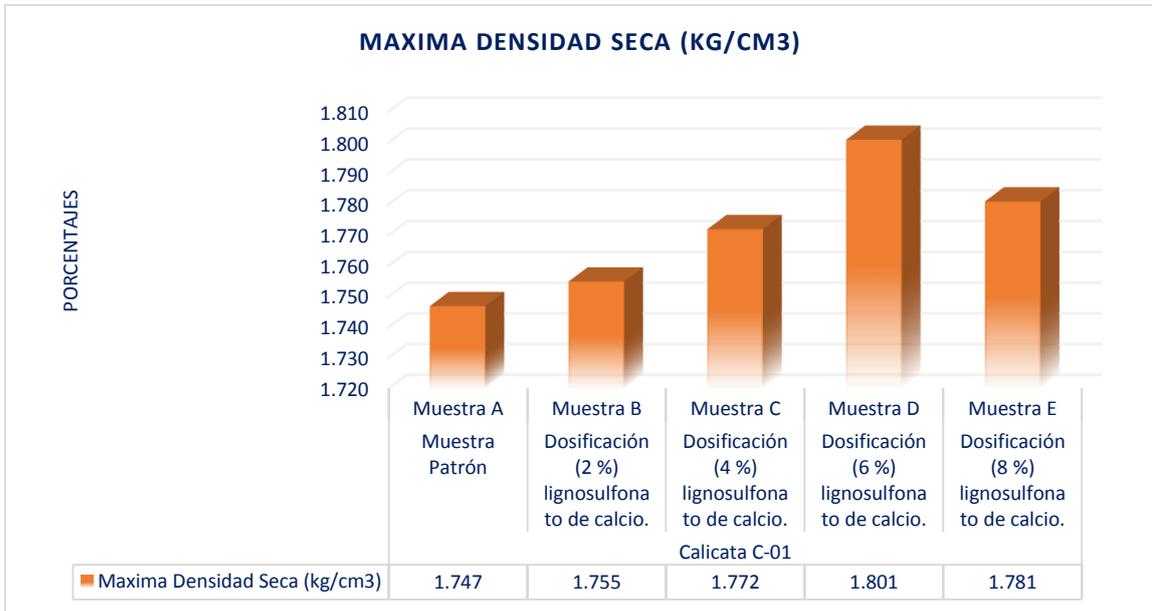


Figura 36. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°1.

En la tabla 20 y la figura 36, se observa los resultados obtenidos para la máxima densidad seca en la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 1.747kg/cm³: los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 1.755kg/cm³, 1.772kg/cm³, 1.801kg/cm³ y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 1.781kg/cm³. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta ligeramente la máxima densidad seca con referencia a la muestra patrón para luego descender ligeramente con la adición en mayor porcentaje de lignosulfonato de calcio.

Tabla 21. Maxima densidad seca adicionando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – Calicata N°02.

Muestra			Maxima Densidad Seca (kg/cm3)
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	1.773
	Dosificación (2 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra B	1.782
	Dosificación (4 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra C	1.792
	Dosificación (6 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra D	1.823
	Dosificación (8 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra E	1.802

Fuente: Elaboración Propia.

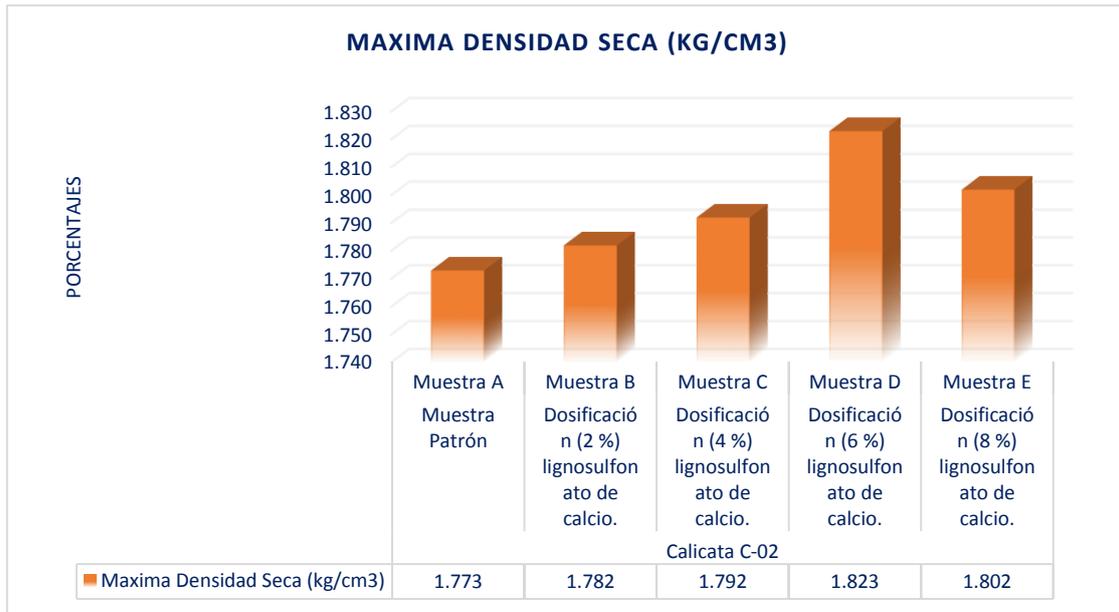


Figura 37. Maxima densidad seca incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°2.

En la tabla 21 y la figura 37, se observa los resultados obtenidos para la máxima densidad seca en la calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 1.773kg/cm³: los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6% de las cuales se tiene los resultados : 1.782kg/cm³, 1.792kg/cm³, 1.823kg/cm³ y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 1.802kg/cm³. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta en forma considerable la máxima densidad seca con referencia a la muestra patrón para luego descender ligeramente con la adicion en mayor porcentaje de lignosulfonato de calcio.

Objetivo específico 4: Se determinó la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfunato de calcio afecta a la resistencia de la subrasante en la carretera.

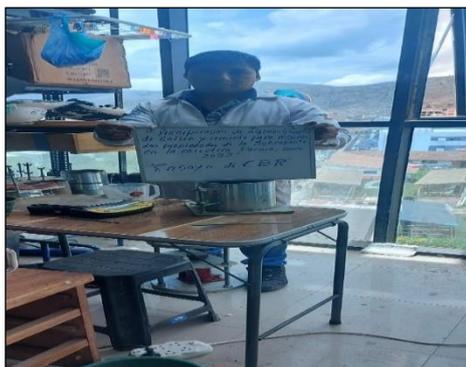


Tabla 22. CBR al 95%y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento - Calicata N°01.

Muestra			CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	11.03%	14.65%
	Dosificación (2 %) de cemento	Muestra B	11.15%	14.77%
	Dosificación (4 %) de cemento	Muestra C	11.33%	15.07%
	Dosificación (6 %) de cemento	Muestra D	16.00%	19.25%
	Dosificación (8 %) de cemento	Muestra E	11.66%	15.67%

Fuente: Elaboración Propia.

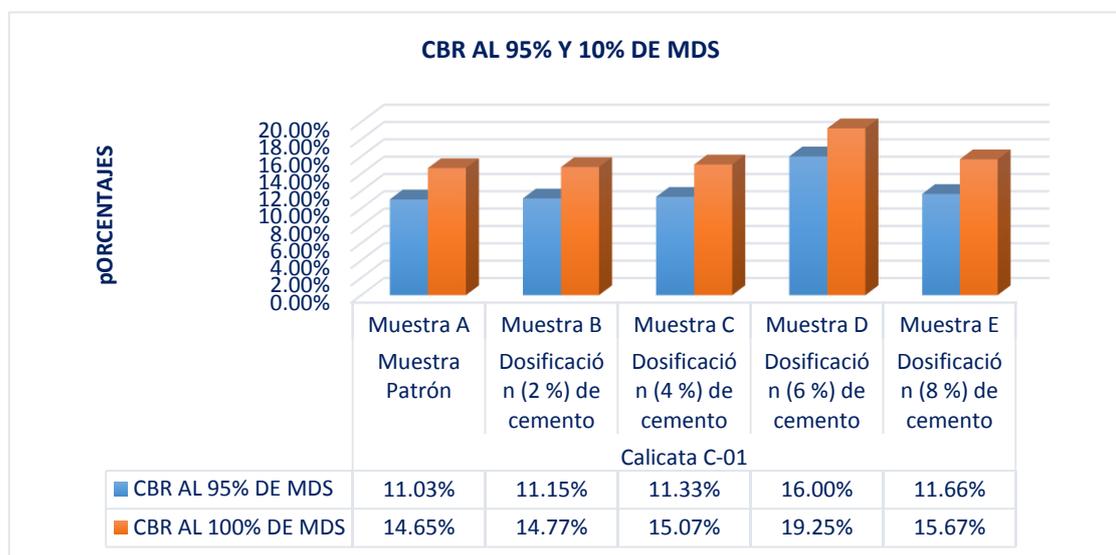


Figura 40. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°1.

En la tabla 22 y la figura 40, se observa los resultados obtenidos para CBR a una compactación 95% de su M.D.S en la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 11.03%: los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 11.15%, 11.33%, 16.00% y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 11.66%. De igual manera se tiene para CBR a una compactación de 100% de su M.D.S teniendo como muestra patrón de 14.65% ; los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 14.77%, 15.07%, 19.25% y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 15.67%. Por los resultados

mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta en forma considerable el CBR con referencia a la muestra patrón .

Tabla 23. CBR al 95%y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de cemento - Calicata N°02.

Muestra		CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS	
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	12.00%	15.25%
	Dosificación (2 %) de cemento	Muestra B	12.10%	15.40%
	Dosificación (4 %) de cemento	Muestra C	12.50%	15.55%
	Dosificación (6 %) de cemento	Muestra D	16.90%	19.95%
	Dosificación (8 %) de cemento	Muestra E	11.66%	15.67%

Fuente: Elaboración Propia

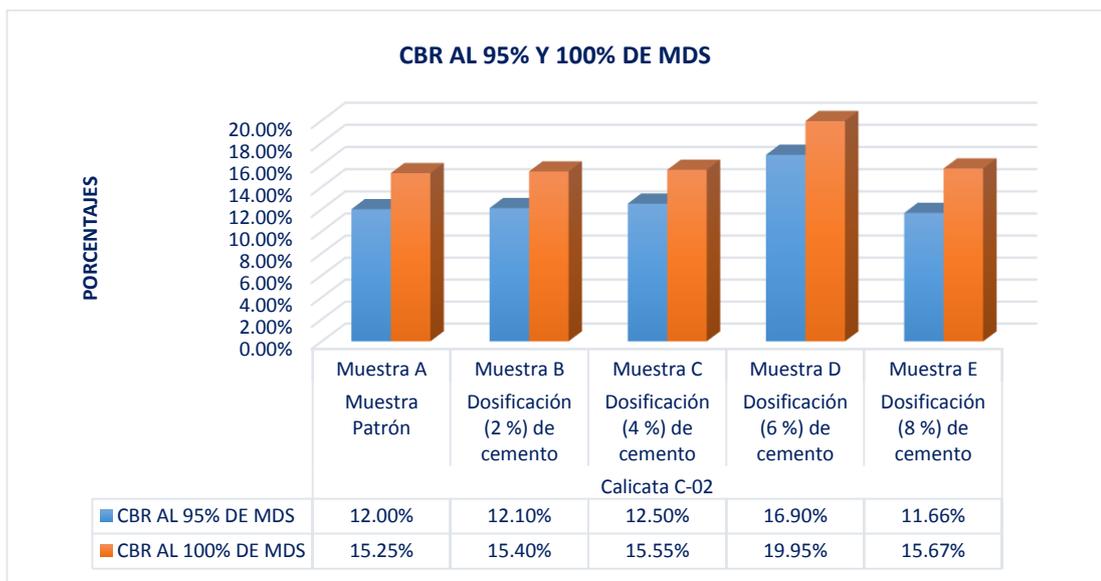


Figura 41. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de cemento – calicata N°2.

En la tabla 23 y la figura 42, se observa los resultados obtenidos para CBR compactacion 95% de su M.D.S en la calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 12.00%; los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 12.10%, 12.50%, 16.90% y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 11.66%. De igual manera se tiene para CBR a una compactacion de 100% de su M.D.S teniendo como muestra patrón de 15.25% ; los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de

2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 15.40%, 15.55%, 19.95% y por otro lado al adicionar 8% este disminuyo a 15.67%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta en forma considerable el CBR con referencia a la muestra patrón .

Tabla 24. CBR al 95% y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°01.

Muestra		CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS	
Calicata C-01	Muestra Patrón	Muestra A	11.03%	14.65%
	Dosificación (2 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra B	11.80%	14.92%
	Dosificación (4 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra C	13.00%	15.10%
	Dosificación (6 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra D	16.10%	19.31%
	Dosificación (8 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra E	13.80%	15.49%

Fuente: Elaboración Propia.

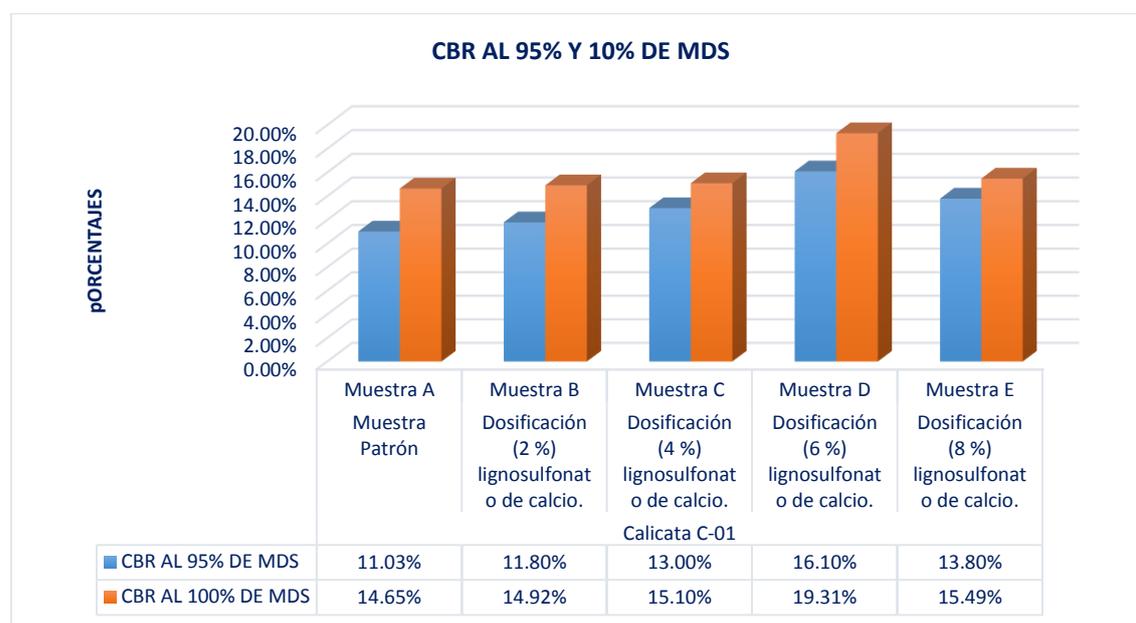


Figura 42. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°1.

En la tabla 24 y la figura 42, se observa los resultados obtenidos para CBR compactacion de 95% de su M.D.S en la calicata C-01, teniendo como muestra patrón de 11.03% ; los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 11.80%, 13.00%, 16.10%

y por otro lado al adicionar el 8% este disminuyo a 13.80%. De igual manera se tiene para CBR a una compactacion de 100% de su M.D.S teniendo como muestra patrón de 14.65% los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 14.92%, 15.10%, 19.31% y por otro lado al adicionar 8% este disminuye a 15.49%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta en forma considerable el CBR con referencia a la muestra patrón .

Tabla 25. CBR al 95%y 100% incorporando 0%,2%,4%,6% y 8% de lignosulfonato de calcio -Calicata N°02.

Muestra		CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS	
Calicata C-02	Muestra Patrón	Muestra A	12.00%	15.25%
	Dosificación (2 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra B	13.00%	15.74%
	Dosificación (4 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra C	13.50%	16.04%
	Dosificación (6 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra D	16.05%	19.22%
	Dosificación (8 %) lignosulfonato de calcio.	Muestra E	14.60%	16.16%

Fuente: Elaboración Propia

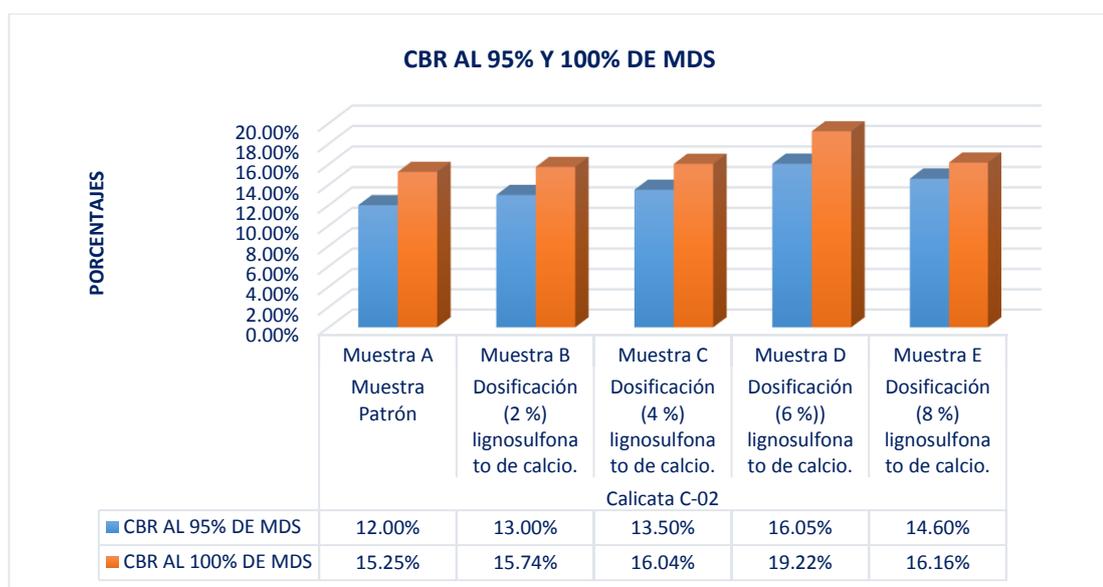


Figura 43. CBR al 95% y 100% del MDS incorporando 0%,2%,4% ,6% y 8% de lignosulfonato de calcio – calicata N°2.

En la tabla 25 y la figura 43, se observa los resultados obtenidos para CBR a una compactación de 95% de su M.D.S en la calicata C-02, teniendo como muestra patrón de 12.00%; los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 13.00%, 13.50%, 16.05% y por otro lado al adicionar el 8% este disminuye a 14.60%. De igual manera se tiene para CBR a una compactación de 100% de su M.D.S teniendo como muestra patrón de 15.25% los cuales va incrementando adicionando los porcentajes de 2%, 4%, 6%, de las cuales se tiene los resultados : 15.74%, 16.04%, 19.22% y por otro lado al adicionar 8% este disminuye a 16.16%. Por los resultados mostrados se puede observar que al adicionar cemento al suelo natural este aumenta en forma considerable el CBR con referencia a la muestra patrón .

Una vez culminado los resultados , se procede a contrastar la información obtenida en laboratorio para analizar los datos para observar si aportaron a la hipótesis planteada en la presente tesis.

Para ello primeramente mencionar que se trabajara con el programa Ancova que se incorpora al programa de Excel para poder realizar el análisis datos obtenidos en laboratorio donde indica considera lo más básico que es el rango permisible de los resultados analizados que deben ser por encima de 0.45 y si el valor es menos quiere decir que los ensayos fueron mal realizados, por ende si los valores son por encima de 0.45 quiere decir que los ensayos fueron realizados correctamente y que tiene un aporte en la hipótesis que se pretende analizar la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio aporta mejoramiento al suelo para la subrasante.

Se analiza las variables independientes y dependientes y empezaremos con los resultados obtenidos de laboratorio:

Tabla 26. Analisis de datos – Indice de plasticidad con 0%,2%,4%,6%,8%

CALICATA N° 01				
Variables independientes		Variables dependientes		
Cemento (%)	Lignosulfonato (%)	Limite Liquido	Limite Plastico	Indice de Plasticidad
0	0	40.10%	19.90%	20.20%
2	2	40.25%	20.07%	20.18%
4	4	39.91%	20.07%	19.84%

6	6	39.57%	20.43%	19.14%
8	8	40.35%	21.28%	19.07%

Fuente: Elaboración Propia.

La plataforma que se pone en el programa de ancova son las cuantitativas que vendrían hacer las variables dependientes y las cualitativas las variables independientes.

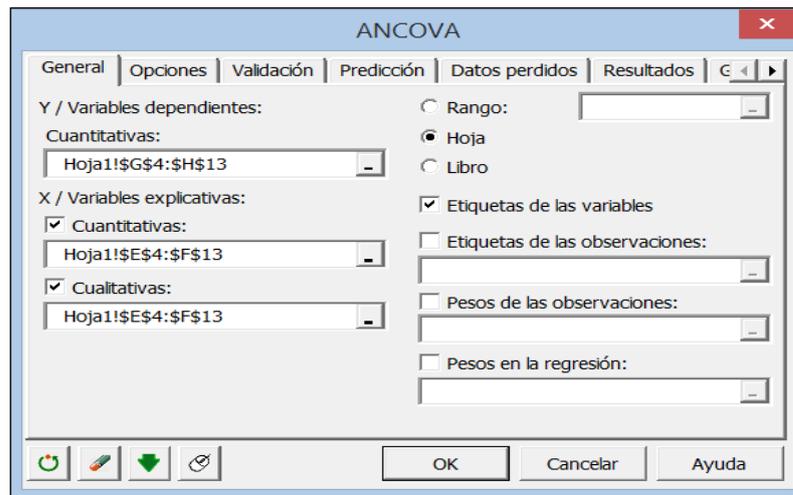


Figura 44. Datos introducidos al programa Ancova.

Se prosigue a configurar en lo que respecta a los resultados y se trabaja al 95% de intervalo de confianza ya que estamos analizando el suelo y no es un proyecto donde tenga que ver con vidas humanas y si así fuese se tendría que aplicar al 100% ya que en ello no debería ver ningún error.

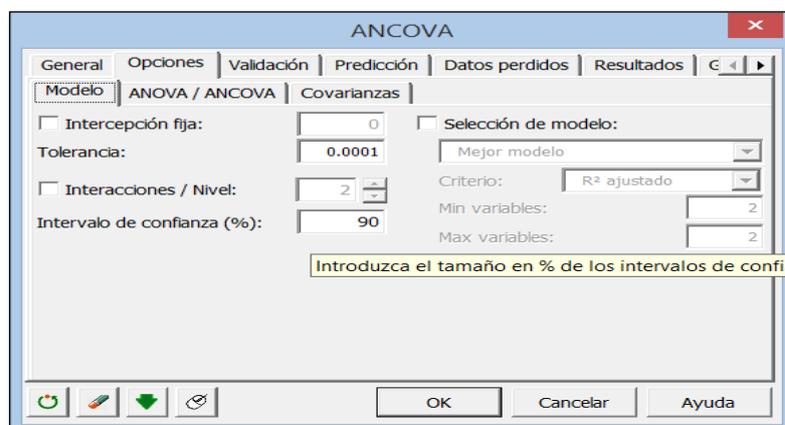


Figura 45. Intervalo de confianza al 95%.

Así mismo se introduce todos los requerimientos para proseguir con el procesamiento de datos.

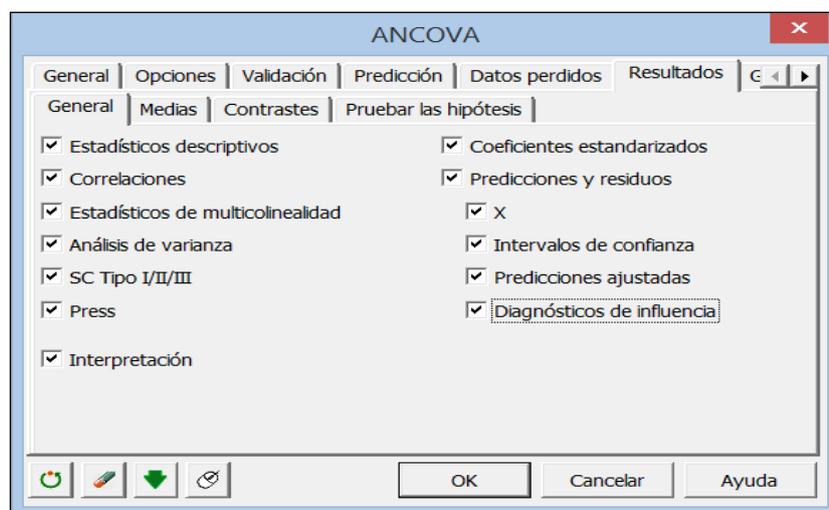


Figura 46. Todos los coeficientes que debe analizar el programa.

Una vez culminado en introducir todos los datos requeridos para ser analizados aparece el número de filas analizadas y columnas tal como se puede apreciar en la imagen, así obteniendo los resultados del análisis de datos.

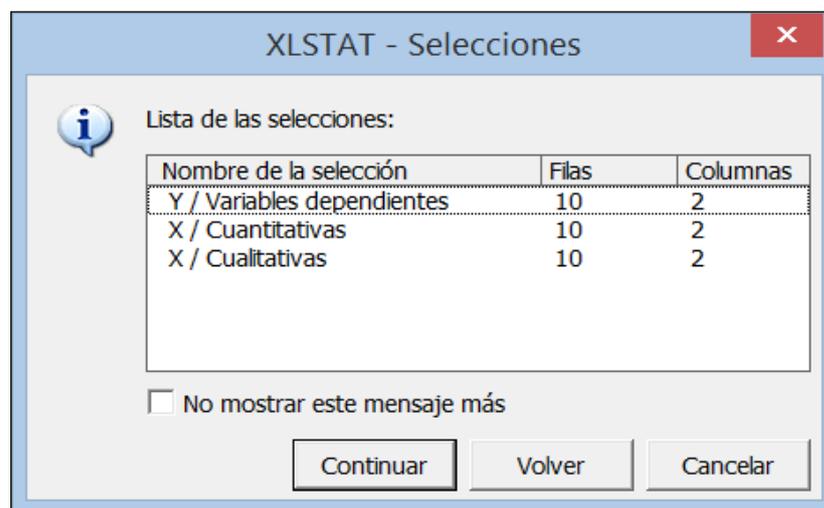


Figura 47. Todos los coeficientes que debe analizar el programa.

De todo el análisis que hace el programa de ANCOVA es el valor R2 que indica si esta dentro del rango permisible, el cual debe mostrar por encima de 0.45 para que los datos que fueron analizados dan aporte a la hipótesis planteada en la presente tesis.

682	Regresión de la variable INDICE DE PLASTICIDAD:		
683			
684	Estadísticos de bondad del ajuste (INDICE DE PLASTICIDAD):		
685			
686	Observaciones	10	
687	Suma de los pesos	10	
688	GL	1	
689	R ²	0.975	

Figura 48. Rango permisible – índice de plasticidad.

Según el programa de análisis de datos da por concluido que aporta a la hipótesis planteada donde indica que el lignosulfonato de calcio influye en el IP.

Tabla 27. Analisis de datos – Optimo contenido de Humedad , Maxima Densida Seca con 0%,2%,4%,6%,8%

CALICATA N° 01			
Variables independientes		Variable dependiente	
Cemento (%)	Lignosulfonato (%)	Contenido optimo de humedad	Maxima densidad seca(kg/cm3)
0	0	16.02%	1.747
2	2	15.65%	1.755
4	4	15.29%	1.772
6	6	14.97%	1.801
8	8	15.34%	1.781

Fuente: Elaboración Propia.

Se prosigue el mismo procedimiento para el índice de plasticidad ingresando las viarables independientes e independientes para analizar y al cual arroja la siguiente información donde R2:

Regresión de la variable COH= %:		
Estadísticos de bondad del ajuste (COH= %):		
Observacione	9	
Suma de los p	9	
GL	0	
R ²	1.000	

Figura 49. Rango permisible – Contenido optimo de humedad.

Según el programa de análisis de datos da por concluido que aporta a la hipótesis planteada donde indica que el lignosulfonato de calcio influye en el COH.

Regresión de la variable $D_s=(g/cm^3)$:	
Estadísticos de bondad del ajuste ($D_s=(g/cm^3)$):	
Observaciones	9
Suma de los p	9
GL	0
R^2	1.000
R^2 ajustado	

Figura 50. Rango permisible – Maxima densidad seca.

Según análisis del programa de análisis de datos da por concluido que aporta a la hipótesis planteada donde indica que el lignosulfonato de calcio influye en la máxima densidad seca.

Tabla 28. Analisis de datos – CBR al 100% Maxima densidad seca con 0%,2%,4%,6%,8%

CALICATA N° 01		
Variables independientes		Variable dependiente
Cemento (%)	Lignosulfonato (%)	CBR AL 100 MDS
0	0	14.65%
2	2	14.92%
4	4	15.10%
6	6	19.31%
8	8	15.49%

Fuente: Elaboración Propia.

Lo mismo para el análisis de datos para el CBR de los datos obtenidos en laborarotio.

Regresión de la variable CBR LAB SUMERGIDO ASTM D1883 al 100% Proctor 0.1" (%) Ref. 1:	
Estadísticos de bondad del ajuste (CBR LAB SUMERGIDO ASTM D1883 al 100% Proctor 0.1" (%) Ref. 1):	
Observaciones	8
Suma de los t	8
GL	5
R^2	0.773
R^2 ajustado	0.683
MEC	0.387
RMSE	0.622
MAPE	4.009
DW	2.498
Cp	3.000
AIC	-5.348
SBC	-5.110
PC	0.499

Figura 51. Rango permisible – CBR.

Según el programa de análisis de datos da por concluido que aporta a la hipótesis planteada donde indica que el lignosulfonato de calcio influye en el CBR.

Es así que se llega a la conclusión según el estudio de análisis de datos de los ensayos realizados en laboratorio son correctos y lo más importante que se encuentra dentro del rango permisible que los valores obtenidos están por encima del 0.45 , indicando que se cumple con las hipótesis planteadas en la presente tesis reconociendo el aporte que se da con la adición del lignosulfonato de calcio para el mejoramiento de la subrasante.

V. DISCUSIÓN

Discusion 1: En esta investigación se obtuvieron como resultados el índice de plasticidad adicionando cemento en 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron : 20.20%, 20.18%, 19.84%, 19.14%, 19.07%respectivamente.Por lo que concuerdo con la investigación de Velásquez (2018) quien al adicionar cemento en porcentjaes de 0%, 1%, 3% y 5% al suelo natural obtuvo el índice de plasticidad 44.00%,36.00%,23.00%,15.00% por lo que se concluye que el índice de plasticidad va reduciendo según se va agregando el cemento. Por otro lado discrepo con la investigación de Garcia (2019) que al adicionar cemento tipo I en 0% 4% 8% 10% 12% obtuvo 15.1% , 15.35%, 12.1%, 14.8%, 12.75% que varia según las adiciones donde tiende a incrementar y disminuir.

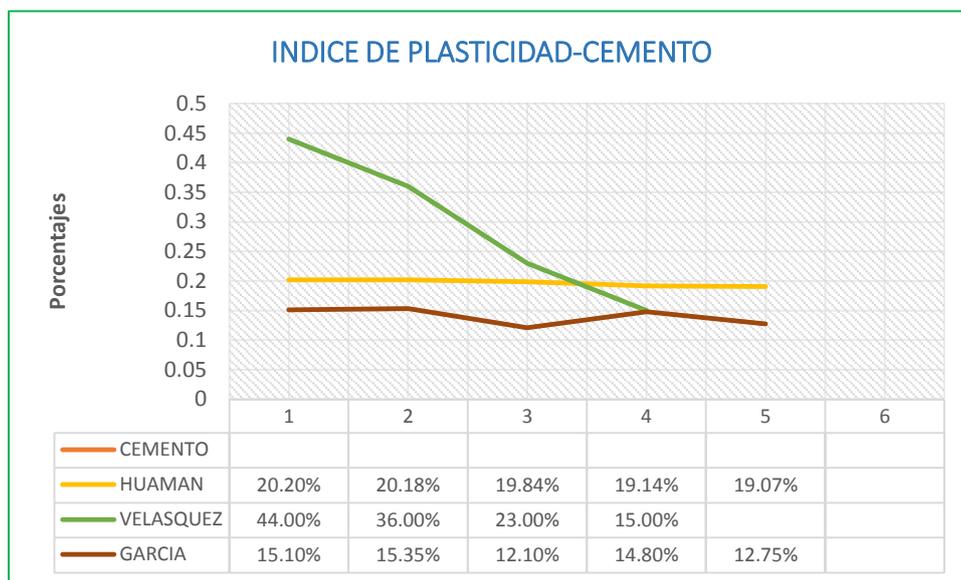


Figura 44. Indice de Plasticidad- Cemento (Huaman, Velasquez , Garcia)

En esta investigación se obtuvieron como resultados el índice de plasticidad adicionando lignosulfonato de calcio en 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron : 20.35%, 18.06%, 16.90%, 17.16%, 15.73% respectivamente . Por lo que discrepo con la investigación de Florian y Jara (2019) quien al adicionar BCA en % de 0%. 6%, 8%, 10% no presenta índice de plasticidad.

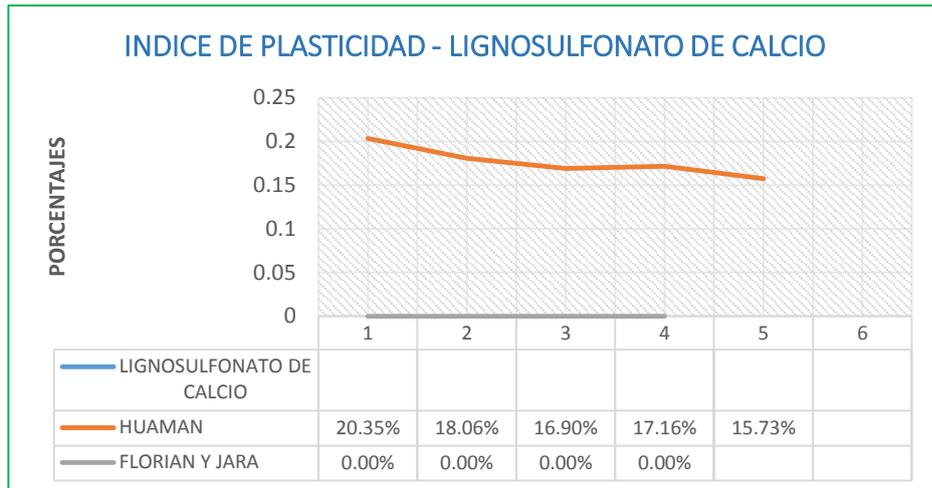


Figura 45. Indice de Plasticidad- Lignosulfonato de calcio (Huaman, Florian y Jara)

Discusion 2: En esta investigación se obtuvieron como resultado el optimo contenido de humedad adicionando cemento 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron: 16.02%, 16.02%, 15.99%, 14.79%, 16.01% respectivamente. Por lo que concuerdo con la investigación de Garcia (2019) quien al adicionar cemento en porcentajes 0% 4% 8% 10% 12% obtuvo el optimo contenido de humedad de 17.00%, 16.5%, 16.01%, 15.40%, 15.36% por lo que se concluye COH va reduciendo según se va agregando cemento. Por otro lado discrepo con la investigación de Sulca (2022) quien al adicionar cemento de en 5%, 12%, 15%, 16% obtuvo : 9.6%, 14.1% , 18.6%, 22.00%, en este caso el investigador uso dosificaciones en altas cantidades a diferencia de nosotros que se hizo de manera proporcionada.

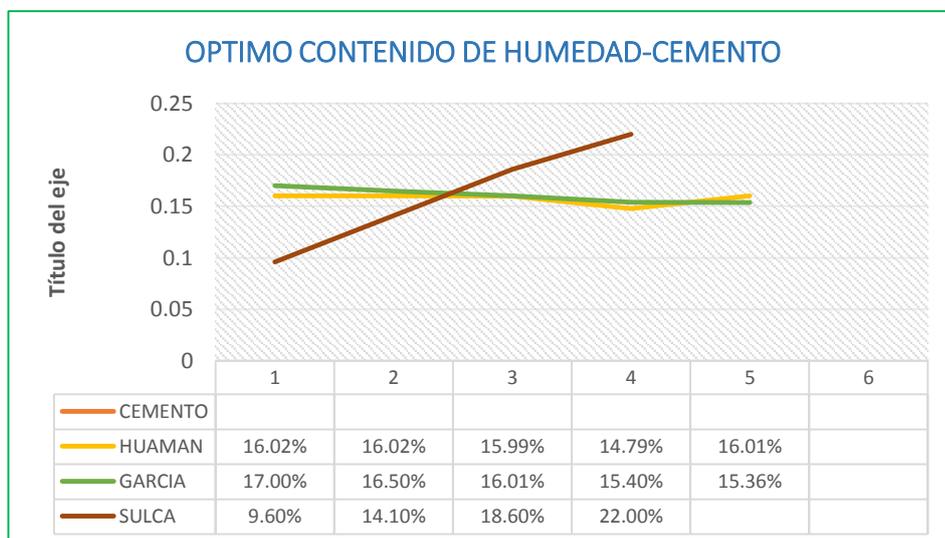


Figura 46. Contenido optimo de humedad- cemento (Huaman, Garcia, Sulca)

En esta investigación se obtuvieron como resultado el optimo contenido de humedad adicionando lignosulfonato de calcio en 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron: 16.02%, 15.65%, 15.29%, 14.97%, 15.34% respectivamente . Por lo que concuerdo con la investigación de Lujerio (2018) quien al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 0%. 1% al suelo natural obtuvo el optimo contenido de humedad de 8.6%, 8.0% por lo que se concluye que el optimo contenido de humedad va reduciendo según se va agregando ceniza de bagazo de caña de azúcar.Por otro lado discrepo con la investigación de Florian y Jara (2019) que al adicionar ceniza de BCA en 0%, 6%, 8%, 10% donde obtuvo : 5.410%, 5.454%, 5.898%, 6.112% donde se aprecia que se incrementa los valores según la adición de porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

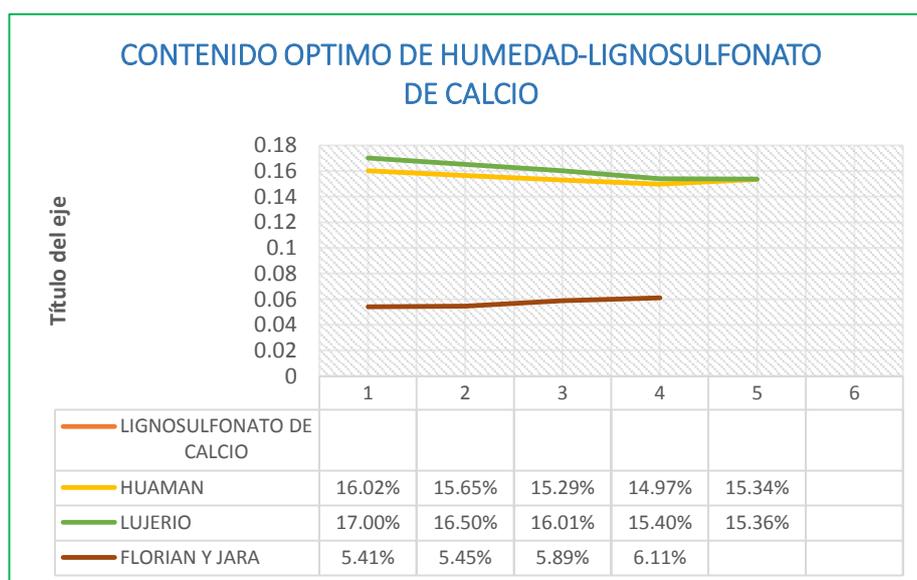


Figura 47. Contenido optimo de humedad- lignosulfonato de calcio (Huaman, Lujerio, Florian y Jara)

Discusion 3: En esta investigación se obtuvieron resultados de la máxima densidad seca adicionando cemento en 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron : 1.747kg/cm³, 1.749kg/cm³, 1.754kg/cm³, 1.792kg/cm³, 1.761kg/cm³ respectivamente . Por lo que concuerdo con la investigación de Sulca (2022) quien al adicionar cemento en porcentajes de 5%, 10%, 15% obtuvo la máxima densidad seca 210kg/cm³, 507kg/cm³, 870kg/cm³, 1525kg/cm³ por lo que se

concluye que la máxima densidad seca va incrementando según se va agregando cemento. Así mismo concuerdo con la investigación de Camargo y Duran (2018) quien al adicionar cemento en porcentajes de 10%, 12%, 14% de los cuales obtuvo 7.72kg/cm³, 30.00kg/cm³, 59.96kg/cm³ respectivamente.

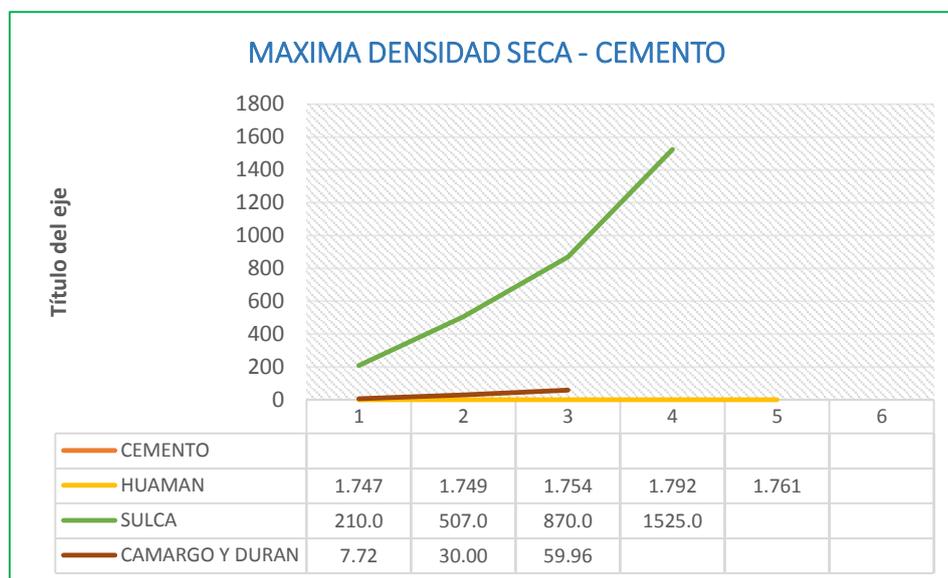


Figura 48. Contenido optimo de humedad- cemento (Huaman, Sulca, Camargo y Duran)

En esta investigación se obtuvieron como resultados de la máxima densidad seca adicionando lignosulfonato de calcio en 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron :1.747kg/cm³, 1.755kg/cm³, 3,1.77kg/cm³,1.801kg/cm³,1.781kg/cm³ respectivamente. Por lo que concuerdo con la investigación de Lujerio (2018) quien al adicionar ceniza de BCA en porcentajes de 0%. 1% obtuvo la máxima densidad seca : 2.098kg/cm³, 2.091kg/cm³ por lo que se concluye que la máxima densidad seca va reduciendo según se va agregando la ceniza de bagazo de caña de azúcar al igual que el lignosulfonato de calcio.

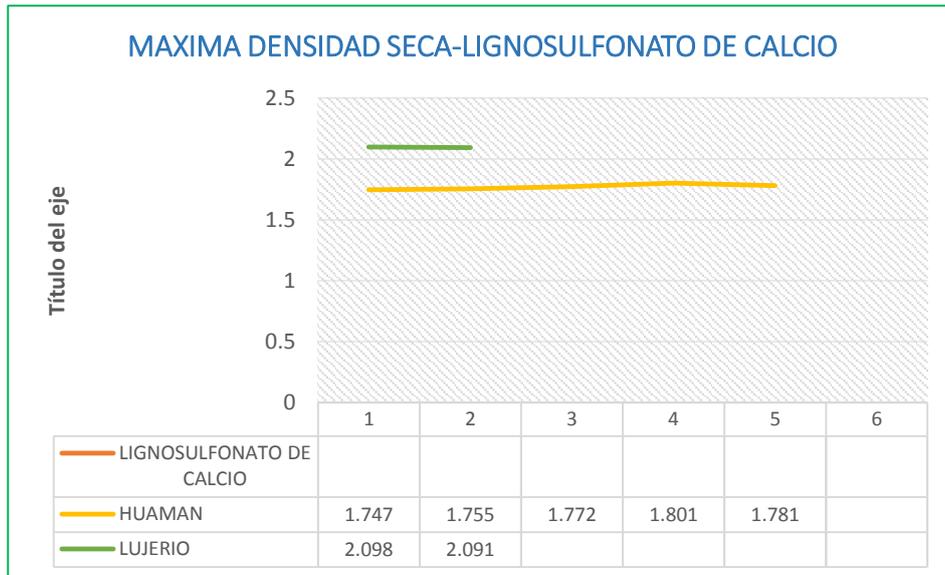


Figura 49. Maxima densidad seca- lignosulfonato de calcio (Huaman, Lujerio)

Discusion 4: En esta investigación se obtuvieron resultados del CBR al 100 del MDS adicionanado cemento en 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron: 11.03%, 11.15%,11.33%,16.00%,11.66% respectivamente. Por lo que concuerdo con la investigación de Camargo y Duran(2018) quien al adicionar cemento en porcentajes 10%, 12%,14% obtuvo el CBR : 7.72%, 30.00%,59.96% por lo que se concluye que el CBR al 100 MDS va incrementado para luego reducir a mayor porcentaje de cemento.Asi tambien concuerdo con la investigación de Velasquez(2018) que al adicionar 1%, 3%,5% de cemento obtuvo 1.30%, 8.40%, 13.75%.

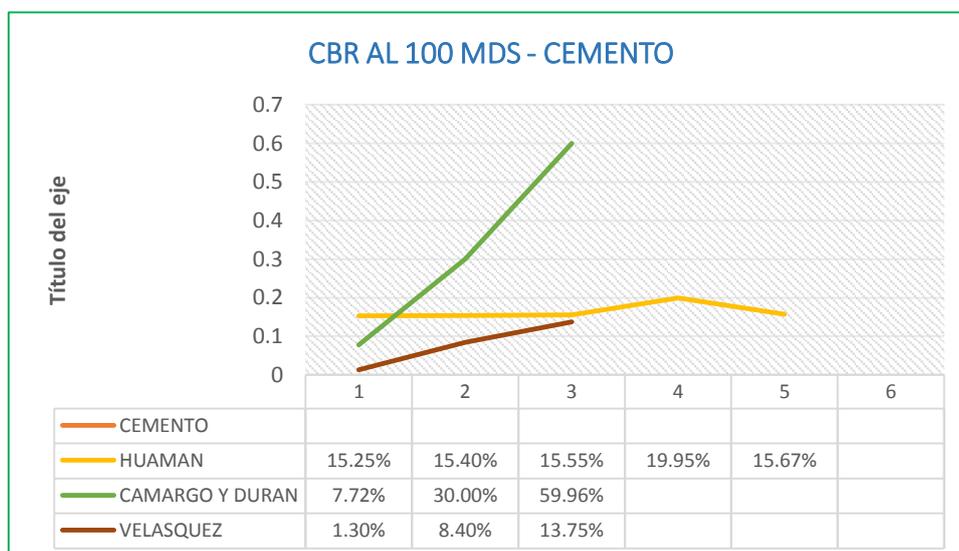


Figura 50. CBR al 100 MDS- cemento (Huaman, Camargo y Duran , Velasquez)

En esta investigación se obtuvieron como resultado del CBR al 100 MDS adicionando lignosulfonato de calcio en 0% 2% 4% 6% 8% se obtuvieron: 14.65%, 14.92%,15.10%,19.31%, 15.49% respectivamente. Por lo que concuerdo con la investigación de Florian y Jara (2019) quien al adicionar ceniza BCA en porcentajes de 0%, 6%,8%,10% obtuvo el CBR al 100 MDS : 20.9%, 24.4%, 28.7%,32.0%.por lo que se concluye que el CBR al 100 MDS va incrementando según se va agregando ceniza de bagazo de caña de azúcar. Asi mismo concuerdo con la investigación de Lujerio(2018) quien al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentaje de 0%, 1% al suelo natural obtuvo 22.83%, 25.80% .

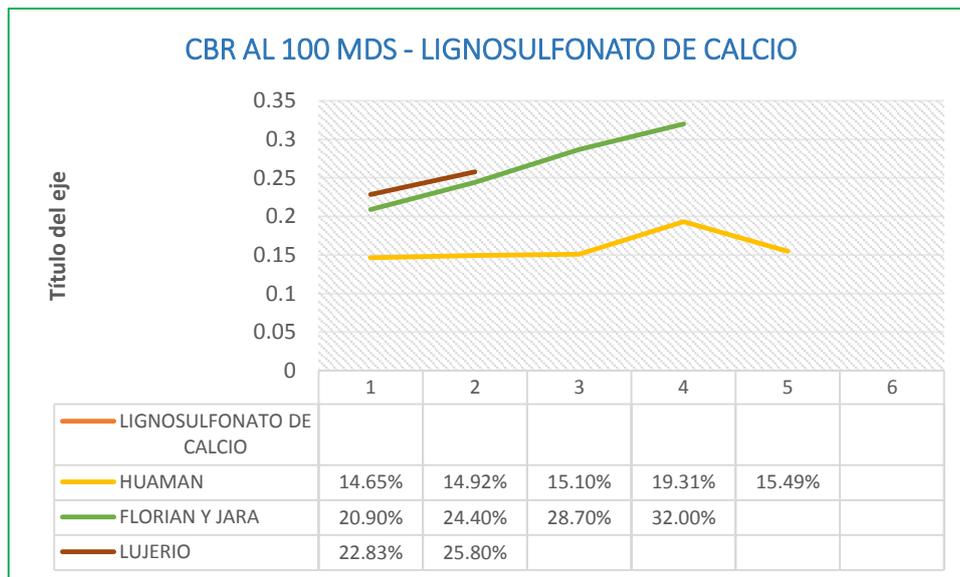


Figura 51. CBR al 100 MDS- Lignosulfonato de calcio (Huaman, Florian y Lujerio)

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se concluye que con 6% de adición de cemento y lignosulfonato de calcio independientemente cada uno se obtuvo mejores resultados con respecto al índice de plasticidad logrando reducir valores con referencia a la muestra patrón, pero no se cumple con el valor mínimo exigido correspondiente a la NTP 339.129 y MTC suelos y pavimentos 2014 con un mínimo de 0% y un máximo de 7%.

Conclusión 2: Se concluye con 8% de adición de cemento y lignosulfonato de calcio independientemente cada uno se obtuvo mejores resultados para el óptimo contenido de humedad reduciendo valores con referencia a la muestra patrón, cumpliendo con la NTP 339.141 y MTC suelos y pavimentos 2014.

Conclusión 3: Se concluye con 6% de adición de cemento y lignosulfonato de calcio independientemente cada uno se obtuvo mejores resultados para la máxima densidad seca por lo tanto en el CBR también incrementando valores con respecto a la muestra patrón respectivamente, cumpliendo con la NTP 339.141 y MTC suelos y pavimentos 2014. Así mismo resaltar que a mayor densidad se obtiene más resistencia lo cual hace que disminuya su porosidad.

Conclusión 4: Se concluye con 6% de adición de cemento y lignosulfonato de calcio independientemente cada uno se obtuvo mejores resultados para el CBR incrementando valores con respecto a la muestra patrón respectivamente, donde el CBR de la muestra patrón fue de 11.03% patrón, que según la norma de MTC (2013) donde considera regular y adicionándole lignosulfonato de calcio en 6% aumenta a 19.22% mejorando el CBR dando cumplimiento a la NTP 339.141 y MTC suelos y pavimentos 2013 donde indica el valor de CBR >20% este se considera buena.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda efectuar los siguientes controles:

- Realizar la granulometría
- Maxima densidad compactada .
- Ph del suelo naural , mezcla.
- Ph del cloruro de sodio debe cumplir especificado por el fabricante.
- Conocer el contenido de materia organica de suelo
- Conocer la Dosificacion del cemento y productos químicos.

Recomendación 2: Se recomienda buscar otras alternativas de solución para mejorar las propiedades de suelo que no siempre se pueda usar el cemento ya que existe otros medios de solución como es el lignosulfonato de calcio que viene hacer un desperdidico de la industria maderera y que tiene un costo minimo.

Recomendación 3: Se recomienda tener cuidado cuando se manipula las muestras obtenidas de las calicatas ya que deben ser cuidadas hasta llegar al laboratorio donde se procederá a trabajar, todo esto con fines de que la muestra conserve el contenido de humedad que esta pueda tener antes de ser manipulado para iniciar los ensayos en laboratorio .

Recomendación 4: Se recomienda que el lugar donde se realizaran los ensayos deben ser confiable y cumpla con todas las normas vigentes y que cuente con los certificados de calibración de los equipos usados en laboratorio.

Recomendación 5: Se recomienda el uso de lignosulfonato de calcio para el mejoramiento de subrasante de acuerdo a los resultados obtenidos tiene un aporte importante en lo que respecta al CBR y siendo este un ensayo importante para proyectos de carreteras.

REFERENCIAS

1. ALIAGA Rezza, Fredy Richard y SORIANO Ochoa, Carlos Enrique. *Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares*. Lima, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2019. Tesis. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2673>.
2. ALZATE , Buitrago . *Mejoramiento de la subrasante de tercer orden* <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/17878/MEJORAMIENTO%20DE%20SUBRASANTE%20EN%20VIAS%20DE%20TERCER%20ORDEN.pdf?sequence=1>.
3. ARENAS Prado, Gisela Silvia y ROZAS Casa, Liliam *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante incorporando cal hidratada, vía de acceso, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco- 2019*. A. Lima : s.n., 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58239>.
- 4.- BEHNOOD, Ali (2018), Soil and clay stabilization with calcium- and non-calcium-based additives: A state-of-the-art review of challenges, approaches and techniques. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391218300904?via%3Dihub>.
5. BRAJA M, Das. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. [ed.] Sergio R CERVANTES Gonzales y Omar RAMIREZ Rosas. 7ma. Mexico : s.n., 2012. ISBN: 987-607-481-823-9. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>.
- 6.-BAPTISTA Lucio, Ma. del Pilar. *Metodología de la investigación*. Mexico : s.n., 2014. Pagina 381 Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
7. BLANCA. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico : s.n., 1987. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb6.pdf>.
8. BELISARIO Quispe, Germán. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento*. Cusco : s.n., 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200007.

9. BONO, Roser *Diseño cuasi-experimentales y longitudinales*. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>.
10. BOWLES J, E. *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo*. 2000. Disponible en: <https://docplayer.es/54203653-Metodo-de-ensayo-para-determinar-el-contenido-de-humedad-de-un-suelo-mtc-e.html>.
11. —. *Combustión, gasificación y Pirolisis de Lignosulfonato de Calcio mediante TG-DSC-MS*. España, Escuela técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación -Universidad Cantabria. Cantabria : s.n., 2016. Pag.16 Disponible en : <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8166/382177.pdf?sequence=1>.
12. CAMARGO Vázquez, Stewart y DURAN Vergara, Juan Sebastián. *Evaluación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos de baja plasticidad mediante el uso del cemento para capa de rodadura en vías terciarias*. Cartagenade indias : s.n., 2018. Tesis. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/7089>.
13. CHAVEZ Sifontes, Marvin y DOMINE, Marcelo E *Lignina, estructura y aplicaciones: Métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial.*, Valencia : s.n., 25 de octubre de 2013, REDALYC, Vol. 4, págs. 15-16. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323629266003.pdf>.
14. CHIRINOS Quispe, Juan Carlos. *Efecto de la energía de compactación en la densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad del suelo granular de la cantera El Gavilán*, 2015. Universidad Privada del norte. Lima : s.n., 2016. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10377>.
15. DUQUE Saldarriaga, Jennifer, ORREGO Cardoza, José Fernando y VÁQUEZ Cadena, Brayan Stiven. *Mejoramiento de Subrasante en vías de tercer orden*. Universidad Católica de Colombia. Pereyra : s.n., 2018. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17878?locale-attribute=en>.

16. ESPINOZA Feire, *Las variables y su operacionalizacion en la investigación educativa*. Segunda parte. -Ecuador : s.n., 2 de setiembre de 2019, Vol. 15. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039.
17. FLORIAN Tirado, Cristian Wuesley y JARA Gamarra, Cristhian Gaudencio. *Influencia del porcentaje en la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalilnamente sobre la estabilización para uso en vías, Trujillo 2021*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : s.n., 2021. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16850>.
18. GARCIA Toro, Jonatan Rodrigo. *Estudio de la técnica de suelo -cemento para la estabilización de vías terciarias en colombo que posean un alto contnido de caolín*. Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2019. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento-%20Tesis.pdf>.
19. GOÑAS Labajos, Olger. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. Chachapoyas* : s.n., 2019, Repositorio de la UNTRM. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/589>.
20. HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Ma. del Pilar. *Metodología de la investigación. Mexico* : s.n., 2014. Pagina 385 Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
21. JOHNSON, 2014, HERNÁNDEZ Sampieri et al., 2013 y BATTAGLIA, 2008. (2014). Pagina 382 *Metodología de la investigación*. México : s.n., 2014. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
22. LANCAS *Mecánica de suelos*. Mexico : s.n., 1987. Disponible en: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/15416/decd_3541.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
23. LONGHIBOLIN, Fabricio, y otros. *Influence of design durabilityon concrete columnsfilre performance*. EEUU-Brazil-France : januari, 2020, pág. 2. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/5972>.

24.- LUJERIO,2018, Adicion de ceniza de bagazo de caña de azucar y cemento para estabilizacion de selos .
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7972>.

24.-MTC 2014
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf).

25.MACHADO Briceño, Hugo Ferney y LERMA Martínez, Marco Antonio. Tolima : s.n., 2020.*Mejorar la intercomunicación terrestre de una parte de la población rural*, Disponible en:
<https://repository.uniminuto.edu/jspui/handle/10656/13229?mode=full>.

26. MARTÍNEZ, López *Mejoramiento de las propiedades fisicomecánicas de los suelos arenosos del sector de Pomasqui para cimentaciones superficiales y contrapisos, mediante el uso de cemento tipo MH*. México : s.n., 2017.Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13132>.

27. MENENDEZ Acurio, José Rafael. *Ingeniería de Pavimentos ICG*. 5ta. Lima : Fondo Editorrial ICG, 2016.Disponible en:
<http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17219>.

28.MINISTERIO de Transportes y comunicaciones. *Ministerio de transportes y comunicaciones*. [En línea] 7 de noviembre de 2019. [Citado el: 27 de noviembre de 2021.]Disponible en
<https://portal.mtc.gob.pe/nosotros/index.html>.

29. NANDAN A., Patel y otros *Subgrade Soil Stabilization using Chemical Additives*. Nagar : s.n., 2015, Vol. 2.Disponible en:
<https://www.ijert.org/research/evaluation-and-analysis-of-soil-stabilization-with-some-non-conventional-additives-IJERTV9IS070265.pdf>.

30. PEDRAJA Santiago, Ana. *Combustión, Gasificación y Pirolisis de Lignosulfonato de Calcio mediante TG-DSC-MS*. España. Madrid : s.n., 2016.Disponible en:

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8166/382177.pdf?sequence=1>.

31. QUESTIONPRO *Diseño de investigación. Elementos y características. Mérida-Yucatan* : s.n., diciembre de 2014. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/disenio-de-investigacion/>.

32. QUIMINET. *El mejor adhesivo, dispersante y emulsificante de la industria. El mejor adhesivo, dispersante y emulsificante de la industria.* [En línea] 14 de enero de 2013. Disponible en: https://www.quiminet.com/articulos/el-mejor-adhesivo-dispersante-y-emulsificante-de-la-industria-3408201.htm?mkt_source=22&mkt_medium=1617670541&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1.

33. RICO , Rogríguez Manuel , Pavimentos flexibles Problemática, metodologías de diseño y tendencias <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt104.pdf>.

34. ROGRIGUEZ, Manuel Guia de tesis. *Unidades de investigación o casos.* México : Norma, 2012. Disponible en: <https://guiadetesis.wordpress.com/2012/07/19/unidades-de-investigacion-o-casos/>.

35.- SULCA , HUAMANI, Geraldine , Estabilizacion con cemento –Universidad Nacional Federrico Villareal. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3207278>.

36.- SCHEUERMAN et. Al Durability response of a cemented clayey sand over a wide range of porosities and cement contents <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772397622000776>.

37. TAMAYO Ly, Carla y SILVA Siesquén, Irene. *Técnicas e instrumentos de recoleccion de datos. Universidad Católica de los Angeles de Chimbote.* Chimbote : s.n. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

38.- TOIRAC, Corral Jose, 2008. Ciencia y Sociedad <https://www.redalyc.org/pdf/870/87012672003.pdf>.

39. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA *Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado*. España, s.n., 2017. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/139866/L%C3%B3pez%2020Ensayos%20de%20compactaci%C3%B3n%20en%20carreteras%3A%20Proctor%20Normal%20y%20Modificado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
40. UCHA, Florencia. *Definición de Cemento*. [En línea] marzo de 2013. [Citado el: 10 de febrero de 2022. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/general/cemento.php>.
41. VARGAS Cordero, Zoila Rosa. *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica.*, San José - Costa Rica : s.n., 2099, Vol. 33. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>.
42. VELASQUEZ Pereira, César. *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina*. Universidad Nacional de Trujillo. Lima : s.n., 2018. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2534>.
43. VELANDIA Sanabria, Cristhian Camilo y PARRA Pérez, Manuel Leonardo. *Suelo A-2, 6 estabilizado con cemento sustituyendo la fracción pasa el tamiz N° 4 y retiene N° 10 del agregado por polímero de alta densidad PEHD*. Bogotá : s.n., 2016. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/161/.
44. CRESPO *Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ta. México* : LIMUSA, 2015. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>.
45. ZOILA, Rosa. *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica.*, San José - Costa Rica : s.n., 2099, Vol. 33. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Título: Incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento para mejorar las propiedades de la sub rasante en la carretera Paruro – Cusco-2021					
Autor: Huamán Pezo, Edward D'alembert					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Lignosulfonato de Calcio.	El principio residuo es el lignosulfonato de calcio, este polímero posee propiedades adhesivas, dispersantes y modificadoras de la tensión superficial de los líquidos, y de ellas se derivan sus principales. Se usó esta teoría para utilizar el lignosulfonato de calcio para refuerzo en suelos de baja resistencia.	Este polímero se adiciona en diferentes porcentajes con respecto al suelo para obtener el mejoramiento de las propiedades de la subrasante.	2% 4% 6% 8%	Balanza	Razón
Cemento	El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.	Este conglomerante más conocido y usado se adiciona en diferentes porcentajes con respecto al suelo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante	2% 4% 6% 8%		
Propiedades de la Subrasante	Estas propiedades de los suelos que constituyen la subrasante, son las variables mas importantes a considerar al momento de diseñar una estructura de pavimento.	Las propiedades físicas se mantienen invariables aunque se sometan a tratamientos ; las propiedades mecánicas se someten a tratamientos para obtener resultados.			
Mejoramiento de la Subrasante.	La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura de un pavimento; el cual tiene un tratamiento de acuerdo al tipo de suelo que este contenga para poder plantear un diseño de pavimento.	En el presente trabajo de investigación se llevará el muestreo de las calicatas, material extraído de la zona de estudio de la carretera Paruro-Cusco. Es de ahí donde se procederá la adición del lignosulfonato de calcio en diferentes porcentajes con respecto al suelo.	Índice de Plasticidad	Limite liquido	Intervalo
				Limite Plástico	
			Compactación	Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca.	Intervalo
	Resistencia	Capacidad portante del suelo	Intervalo		

Anexo 2. Matriz de consistencia.

Título: Incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento para mejorar las propiedades de la sub rasante en la carretera Paruro – Cusco-2022.							
Autor: Huamán Pezo , Edward Dalember							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo general	Hipótesis General	Variable 1 Lignosulfonato de calcio Cemento	Dosificación	2%4% 6% 8%	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.	Tipo de investigación aplicada
¿De qué manera la incorporación de lgnosulfonato de calcio y cemento influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022	Demostrar que la incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro -Cusco-2022.	La incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022.			2% 4% 6% 8%		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicos	Variable 2 Mejoramiento de la subrasante	Índice de Plasticidad	Limite Liquido (%)	Ensayo de limite de Attemberg (NTP 339.129)	Enfoque de investigación cuantitativa El diseño de la investigación experimental
¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022?	Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022.	La incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022			Limite Plástico (%)		
¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el óptimo contenido de humedad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022?	Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta el óptimo contenido de humedad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022.	La incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta en el óptimo contenido de humedad de la subrsante en la carretera Paruro-Cusco-2022.		Compactación	Optimo contenido de humedad (%)	Ensayo de Proctor Modificado (NTP 339.127)	El nivel de la investigación específico
¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta la máxima densidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusc0-2022?	Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta la máxima densidad de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022.	La incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta en la máxima densidad de la subrasante en la carretera Paruro – Cusco-2022.		Compactación	Máxima densidad seca(gr/cm3)	Ensayo de Proctor Modificado (NTP 339.127)	Población : 3km de la subrasante de la carretera Paruro-Cusco desde 3k hasta 6km.
¿En qué medida la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta la resistencia de la subrasante en la carretera Paruro -Cusco-2022?	Determinar la medida en que la incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta a la resistencia del suelo de la subrasante en la carretera Paruro -Cusco-2022	La incorporación de cemento y lignosulfonato de calcio afecta en la resistencia de la subrasante en la carretera Paruro-Cusco-2022.		Resistencia	Capacidad de soportar una carga por unidad de área(kg/cm2)	Ensayo CBR ASTM D2166-06)	Muestra: 2 Calicatas 1(00+03) 2(00+05) Muestreo: No probabilístico

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

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

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **0.00**
 Distrito: **PARURO** Región: **CUSCO** Humedad Óptima(%): **0.00**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Máxima(g/cm³): **0.000**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm³): **0.000**

Calicote: **0**
 Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** **0 02** Fecha: **jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SATURADA	
Peso del molde(gr).												
Volumen de la Muestra(cc).												
Muestra Humeda + Molde(gr).												
Muestra Humeda(gr).												
Densidad Humeda(g/cm ³).												
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA												
Peso de la capsula(gr).												
Muestra Humeda + Capsula(gr).												
Muestra Seca + Capsula(gr).												
Muestra Seca(gr).												
Contenido de Agua(gr)												
Contenido de Humedad(%).												
Densidad Seca(g/cm ³).												
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INSTRUMENTO ALO	LECT. DEFOR	EXPANSION		LECT. DEFOR	EXPANSION		LECT. DEFOR	EXPANSION	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
	1.00	13:05										
	2.00	13:02										
	3.00	13:10										
4.00	13:04											
5.00	12:58											
ENSAYO DE PENETRACION	PERFORACION "PULGAS"	CARR. PATRON "MP _s "	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MP _s	12	DIAL	MP _s	25	DIAL	MP _s	56	
	0											
	0.025											
	0.050											
	0.075											
	0.100											
	0.125											
	0.150											
	0.200											
0.300												
0.400												
0.500												

PERCY BOLIVAR ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 101137

Marco Antonio Yépez Pezo
 INGENIERO CIVIL
 CIP 92477

MARCO ANTONIO YEPEZ PEZO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 92477



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1835 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO -

Lugar: PARURO - CUSCO

Provincia: CUSCO

Distrito: PARURO

Region: CUSCO

Muestra: SOLICITANTE

Materia: SUBRASANTE

Coordenadas:

Calzeta:

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDUARDO D'ALEMI

Fecha: jul-22

CBR-12GOLPES



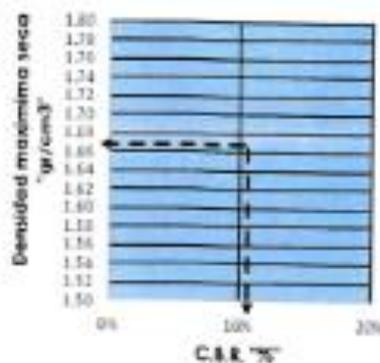
CBR-25GOLPES



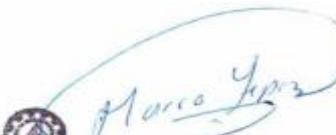
CBR-56GOLPES



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



GOLPES	Vx	MDS	EXPANS. x	C.B.R. x	C.B.R. 95% - 100%	
12	0.00	0.00	0.00	0.00	C.B.R. - 95%	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	C.B.R. - 100%	0.00
56	0.00	0.00	0.00	0.00		


MARCO ANTONIO YEPEZ PEZO
INGENIERO CIVIL
CIP 52477


PERCY BOLIVAR ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
CIP 101137


PERCY BOLIVAR ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
CIP 101137



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestra: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E: 80388 N: 8493215 19L
Calicata: 1

Solicitante: HUANÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Patron

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula				
Peso suelo seco + cápsula				
Peso del agua				
Peso de la cápsula				
Peso neto del suelo seco				
% de Humedad				

w [%] Promedio =

NOTA: El contenido de humedad se determinó de una muestra alterada.


PERCY BOLIVAR ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
CIP: 101137




MARCO ANTONIO YEPEZ PEZO
INGENIERO CIVIL
CIP: 97477



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-99-70

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.**

Lugar: PARURO - CUSCO	Provincia: CUSCO	Fecha: jun-22
Distrito: PARURO	Región: CUSCO	
Muestra: SOLICITANTE	Material: SUBRASANTE	
	Coordenadas:	
	Código:	

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT**

N.º de Capas: 5	
N.º de golpes por capa: 55	Velocidad Máxima: 2504

Resultados	I	II	III	IV
W _{cap}				
W _{cap-nd}				
W _{cap-nc}				
W _o				
W _p				
bCH				

W _o			
W _o máx			
W _o máx-nd			
W _o máx-nc			
Densidad Máx			
Densidad seca			

Densidad seca Máxima (g/cm ³):	0.000
Contenido Óptimo de Agua (%):	0.00




PERCY BOLIVAR ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 101137



Marco Antonio Yezpe Pezo
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 41504



MARCO ANTONIO YEZPE PEZO
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 92477



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.
Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: jul-22
 Distrito: PARURO Region: CUSCO
Hecho por: Muestra: SOLICITANTE Calzara: SUBRASANTE
 Coordenadas:
 Calota:

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDUARDO D'ALEMBERT

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N de Cápsula	1	2	3	
Caps. + S. húmedo				
Caps. + S. seco				
Agua				
Peso Cápsula				
Peso S. seco				
% Humedad				
N. de golpes				

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N de Cápsula				
Caps. + S. húmedo				
Caps. + S. seco				
Agua				
Peso Cápsula				
Peso S. seco				
% Humedad				

LÍMITE LÍQUIDO	=	
LÍMITE PLÁSTICO	=	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I _p) =		



PERCY BOLIVAR ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 101137

MARCO ANTONIO YEPEZ PEZO
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 97472

MARCO ANTONIO YEPEZ PEZO
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 97472



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.
Ubicación: Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: jul-22
Distrito: PARURO Región: CUSCO
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
Coordenadas:
Calicota:
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD O'ALEMBERT

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N#4	0.00
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N#10	0.00
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N#40	0.00
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N#100	0.00
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N#200	0.00
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	0.00
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	0.00
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	2
02.01	LÍMITE LÍQUIDO (%)	0.00
02.02	LÍMITE PLÁSTICO (%)	0.00
02.02	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	0.00
03.01	HUMEDAD NATURAL (%)	-
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena
CLASIFICACIÓN SUCS		Grava mal graduada GP
Observaciones	TIPO DE SUELO: Suelo arenoso	



PERCY BOLÍVAR ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
CIP 101137



MARCO ANTONIO YEZPE PEZO
INGENIERO CIVIL
CIP 92477



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto: INCORPORACION DE LIGNOSULFONATO DE CALOR Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO -

Ubicación: Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
Hecho por: Muestra: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Colector: _____ Colista: _____

Solicitante: **BUAMÁN PEZO EDYARD D'ALEMI**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra total	520.0 gr	Muestra lavada	0.0 gr	Peso Residuo	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO COH. (gr.)	% RET.	% PASA
3"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N.4					
N.10					
N.20					
N.40					
N.60					
N.100					
N.200					
Control					
TOTAL		0.00	0.00	0.00	

D60 = NO TIENE
 D30 = NO TIENE
 D10 = NO TIENE

Cu =

Cc =



PERCY BOLÍVAR ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 101137

INSTITUTO TECNOLÓGICO
 DE LA UNIVERSIDAD
 DEL SAHAMA
 CIP: 101137

MARCO ANTONIO YEPES PEZO
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 52477

Anexo 4. Validez

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: MAOTANI CUTIPA, AMBROCIO
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 Especialidad : GERENCIA PÚBLICA - CARINOS
 Autor del instrumento : Br. Huamán Pezo, Edward D'alembert

Instrumento de evaluación : Análisis Granulométrico por tamizado de las calicatas, Contenido de Humedad, Limite Líquido , Limite Plástico , Índice de Plasticidad, Clasificación de Suelos AASHTO y SUCS, Proctor Modificado , CBR.

Proyecto: "Incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento para mejorar las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro – Cusco – 2022"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUBRASANTE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: SUBRASANTE				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						X

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

ES APLICABLE Y PERTINENTE.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 45

Lima ____ de Enero del 2022


 Ambrosio Maotani Cutipa
 Ingeniero Civil
 C.I.P. 47504

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: BOLIVAR ESPINOZA, PERCY

Institución donde labora : PLAN MERISS

Especialidad : INGENIERIA CIVIL – GERENCIA DE LA CONSTRUCCION

Autor del instrumento : Br. Huamán Pezo, Edward D'alembert

Instrumento de evaluación : Análisis Granulométrico por tamizado de las calicatas, Contenido de Humedad, Limite Líquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad, Clasificación de Suelos AASHTO y SUCS, Máxima Densidad Seca, Contenido Óptimo de Humedad, CBR.

Proyecto: "Incorporación de Ilnosulfonato de calcio y cemento para mejorar las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro – Cusco – 2022"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUBRASANTE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: SUBRASANTE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PERSISTENTE CON SUS OBEJTIVOS.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50


PERCY BOLIVAR ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
CIP: 101137

Cusco, 05 de Septiembre del 2022

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: YEPEZ PEZO, MARCO ANTONIO

Institución donde labora : GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO

Especialidad : INGENIERIA CIVIL – GERENCIA DE LA CONSTRUCCION

Autor del instrumento : Br. Huamán Pezo, Edward D'alembert

Instrumento de evaluación : Análisis Granulométrico por tamizado de las calicatas, Contenido de Humedad, Limite Líquido , Limite Plástico , Índice de Plasticidad, Clasificación de Suelos AASHTO y SUCS, Máxima Densidad Seca, Contenido Óptimo de Humedad , CBR.

Proyecto: **"Incorporación de lignosulfonato de calcio y cemento para mejorar las propiedades de la subrasante en la carretera Paruro – Cusco – 2022"**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los Items están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los Items del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUBRASANTE					X
ORGANIZACIÓN	Los Items del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los Items del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los Items del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los items del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los Items del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: SUBRASANTE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PERSISTENTE CON SUS OBEJTVOS.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

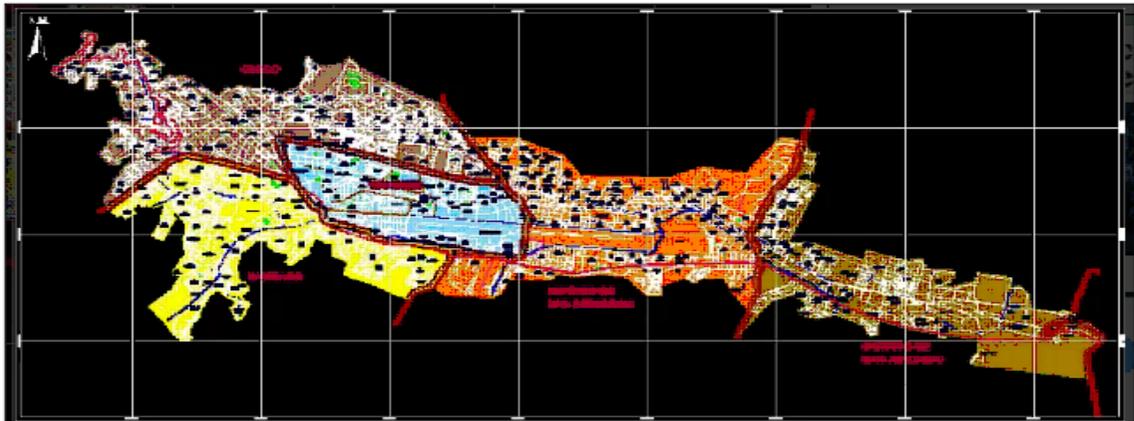


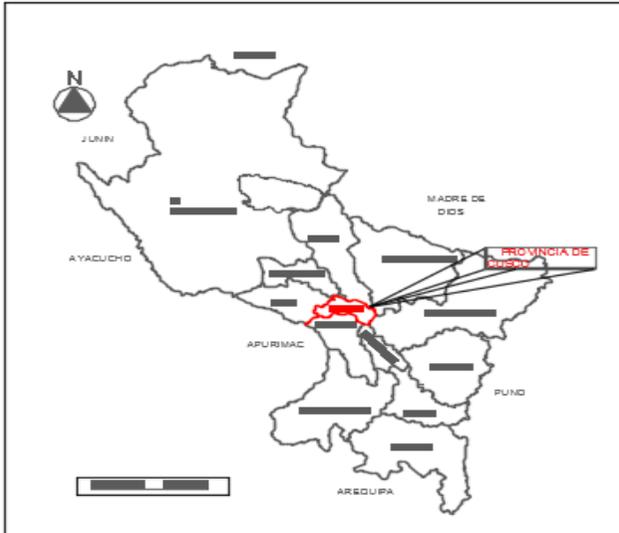
MARCO ANTONIO YEPEZ PEZO
INGENIERO CIVIL
CIP 62472

Cusco, 01 de Agosto del 2022

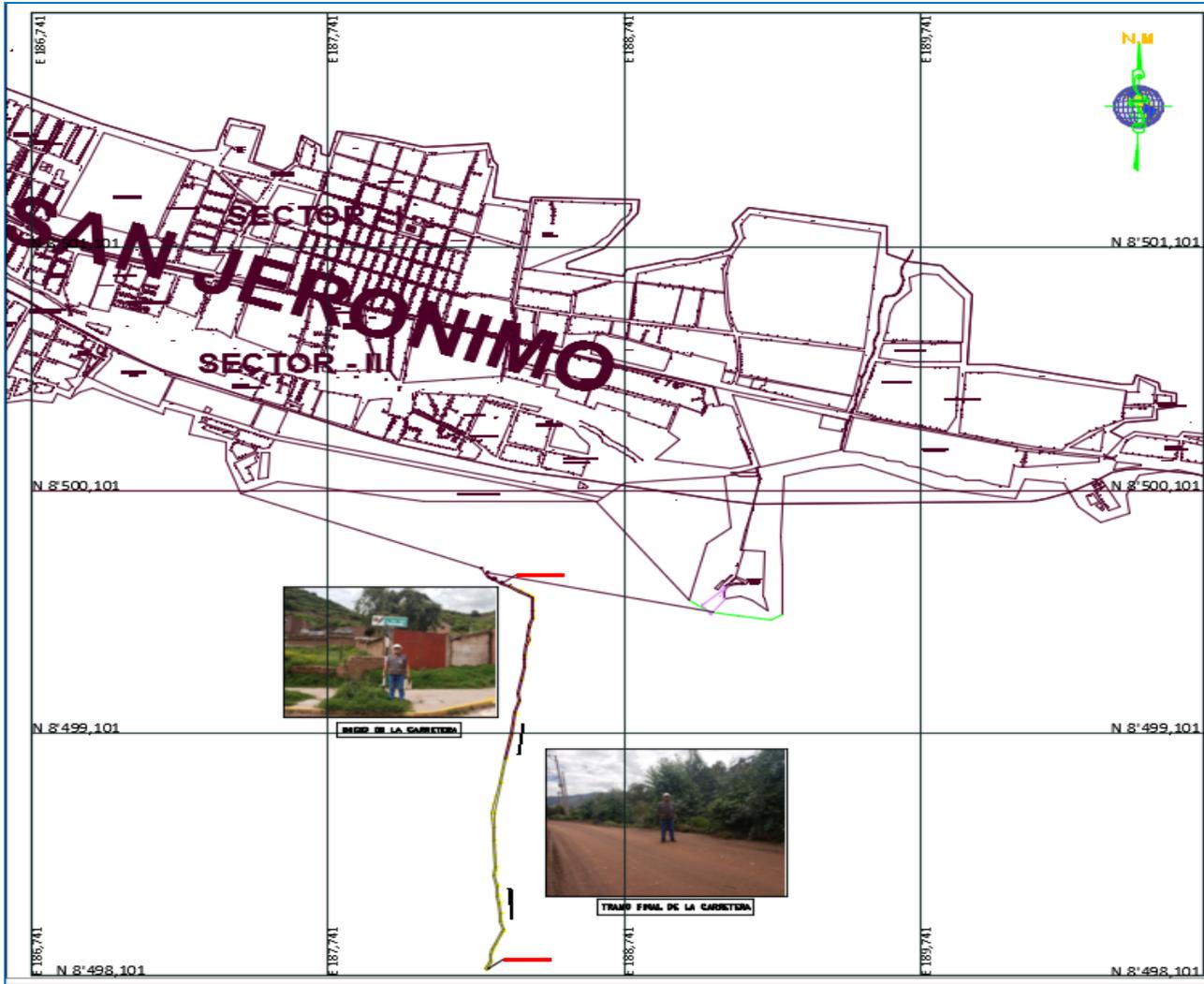
Anexo 5. Mapas y planos







PLANO: LOCALIZACION	
VIAS: CARRETERA PARURO CUSCO	
UNIVERSIDAD: CESAR VALLEJO	
ALUMNO: EDWARD DALEMBERT HUAMAN PEZO:	ESCALA: 1/500
Provincia: CUSCO	Lamina: LC-01
Distrito: SAN JERONIMO	



PLANO: UBICACION	
VIAS: CARRETERA PARURO CUSCO	
UNIVERSIDAD: CESAR VALLEJO	
ALUMNO: EDWARD DALEMBERT HUAMAN PEZO:	ESCALA: 1/500
Provincia: CUSCO	Lamina: PU-01
Distrito: SAN JERONIMO	

Anexo 6. Panel fotográfico.



Fotografía 1:Lugar de estudio



Fotografía 1:Recorrido del área de estudio.



Fotografía 3: Levantamiento topográfico con GPS



Fotografía 4: Medicion de la profundida-calicata



Fotografía 5: Realizacion de la calicata



Fotografía 6: Ensayos en laboratorio



Fotografía 7: Ensayo de Casagrande



Fotografía 8: Indice de Plasticidad.



Fotografía 9: Mezcla de suelo y lignosulfonato



Fotografía 10: Ensayo de compactacion



Fotografía 11: Proctor Modificado



Fotografía 12: Peso de las Muestras.



Fotografía 13: Ensayo CBR



Fotografía 14: Rotura de muestras.



Fotografía 15: Muestra



Fotografía 16: Muestra

Anexo 8. Certificados de laboratorio de los ensayos.



" INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022"

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Versión: 01
Fecha: JULIO 2022
Página: 20 de 124

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1
_ Patron

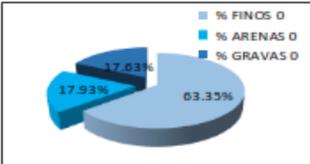
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra Inicial	920.0 gr	Muestra lavada y secada	337.2 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	27.00	27.00	2.93	97.07
3/4"	19.050	10.00	10.00	1.09	95.98
1/2"	12.700	57.00	47.00	5.11	90.87
3/8"	9.525	21.00	21.00	2.28	88.59
1/4"	6.350	22.00	22.00	2.39	86.20
Nº4	4.750	35.20	35.20	3.83	82.37
Nº10	2.000	41.00	41.00	4.46	77.91
Nº20	0.850	40.00	40.00	4.35	73.57
Nº40	0.425	35.00	35.00	3.80	69.76
Nº60	0.300	20.00	20.00	2.17	67.59
Nº100	0.149	16.00	16.00	1.74	65.85
Nº200	0.075	13.00	13.00	1.41	64.43
Cazuela		0.00	582.80	63.35	
TOTAL			337.20	910.00	98.91
	Diferencia		0.00 <3%		%Finos= 64.04

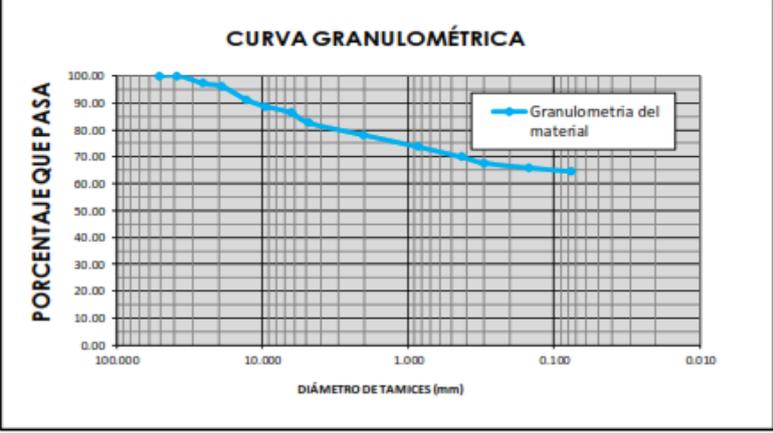
IG= 11

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	63.35%
% ARENAS	17.93%
% GRAVAS	17.63%



CURVA GRANULOMÉTRICA





Ing. José Chipo Calhoro
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Arica Nº 720 – Abancay – Apurímac
conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

20



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT**

Calicata: **1**

_ Patron

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	355.57	423.77	500.00	
Peso suelo seco + cápsula	316.11	377.84	442.00	
Peso del agua	39.46	45.93	58.00	
Peso de la cápsula	102.55	130.02	120.00	
Peso neto del suelo seco	213.56	247.82	322.00	
% de Humedad	18.48	18.53	18.01	

w (%) Promedio = 18.30



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1

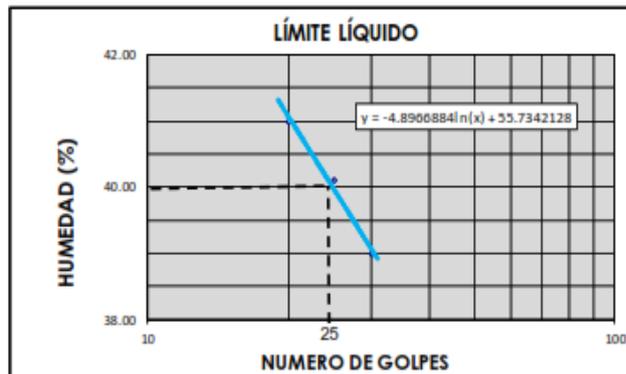
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

_ Patron

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula		2		
Caps.+ S. húmeda		60.05		
Caps.+ S. seco		53.88		
Agua		6.17		
Peso Cápsula		38.50		
Peso S. seco		15.38		
% Humedad		40.12		
Nº de golpes		25		

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	48.50	46.90	47.00	
Caps.+ S. seco	47.20	45.80	45.83	
Agua	1.30	1.10	1.17	
Peso Cápsula	40.66	40.27	40.00	
Peso S. seco	6.54	5.53	5.83	
% Humedad	19.88	19.89	20.07	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.1 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	19.9 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	20.2 %





CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

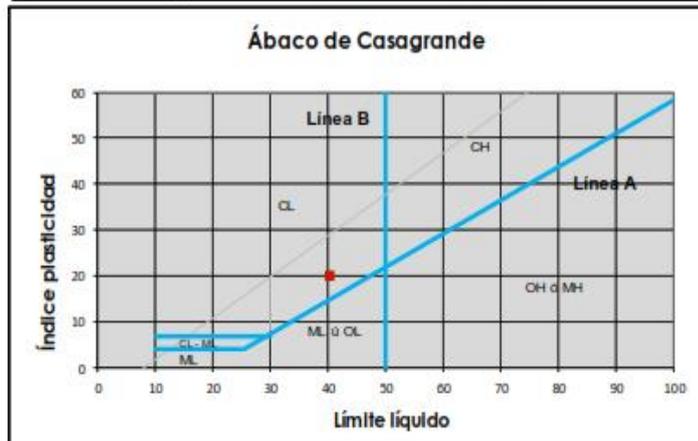
Ubicación: Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT**

Calicata: **1**
_ Patron

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N°4	82.37
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N°10	77.91
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N°40	69.76
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N°100	65.85
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N°200	64.43
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	11
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	40.12
02.02	LIMITE PLASTICO (%)	19.95
02.02	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	20.17
03.01	HUMEDAD NATURAL (%)	
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS		Arcilla media plasticidad gravosa CL
Observaciones	TIPO DE SUELO: Suelo arcilloso	





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Calicata: **1**

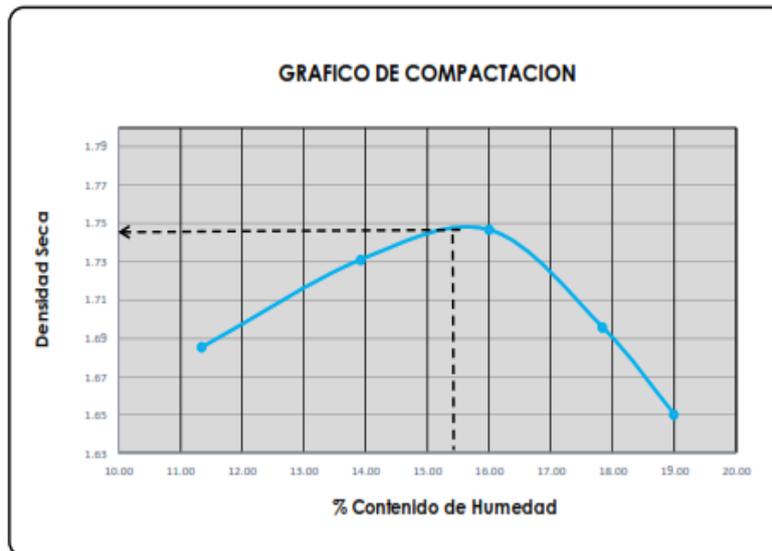
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** _ Patron

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

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	93.48	100.00	102.86	90.00
Wcap+sh.	377.58	500.00	470.10	450.00
Wcap+ss.	348.60	451.10	419.40	395.50
Wss.	255.12	351.10	316.54	305.50
Ww.	28.98	48.90	50.70	54.50
%CH.	11.36	13.93	16.02	17.84

%CH.	11.36	13.93	16.02	17.84
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10902	11105	11220	11160
Wsh.	3986	4189	4304	4244
Densidad Hum.	1.877	1.972	2.026	1.998
Densidad Seca	1.685	1.731	1.747	1.696

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.747
Contenido Optimo de Agua(%) :	16.02





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
 Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Optima(%): 16.02
 Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Maxima(g/cm3): 1.747
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.659

Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Patron Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE									
	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area
	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42
N° DE GOLPES POR CAPA	12			25			56		
CONDICIONES DE LA MUESTRA									
	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA
Peso del molde(gr).	7911			7911			8359		
Volumen de la Muestra(cc).	2124			2124			2124		
Muestra Humeda + Molde(gr).	11750		11920	12000		12114	12670		12720
Muestra Humeda(gr).	3839		4009	4089		4203	4311		4361
Densidad Humeda(gr/cm3).	1.81		1.89	1.93		1.98	2.03		2.05
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA									
	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO
Peso de la capsula(gr).	122.00		100.00	120.00		88.50	125.00		90.10
Muestra Humeda + Capsula(gr).	500.00		391.00	500.00		348.00	500.00		350.00
Muestra Seca+ Capsula(gr).	449.60		340.00	449.80		306.20	450.00		312.00
Muestra Seca(gr).	327.60		240.00	329.80		217.70	325.00		221.90
Contenido de Agua(gr)	50.40		51.00	50.20		41.80	50.00		38.00
Contenido de Humedad(%)	15.38		21.25	15.22		19.20	15.38		17.12
Densidad Seca(gr/cm3).	1.566		1.557	1.671		1.660	1.759		1.753
MEDICION DE LA EXPANSION									
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %	
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908
ENSAYO DE PENETRACION									
	PENETRA CON "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA DIAL	CBR MPa	FACTOR CARGA DIAL	CBR MPa	FACTOR CARGA DIAL	CBR MPa	CBR MPa
ENSAYO DE PENETRACION	0		0	0.00	0	0.00	0	0.00	
	0.025		1	0.24	11	0.45	23	0.70	
	0.050		6	0.35	16	0.55	28	0.80	
	0.075		11	0.45	21	0.66	33	0.91	
	0.100	6.90	16	0.55	8.03	26	0.76	11.03	14.65
	0.125		20	0.64		30	0.84		42
	0.150		23	0.70		33	0.91		45
	0.200	10.3	28	0.80	7.79	38	1.01	9.81	50
	0.300		33	0.91		43	1.11		55
	0.400		38	1.01		48	1.22		60
0.500		42	1.09		52	1.30		64	



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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO

Provincia: CUSCO

Distrito: PARURO

Region: CUSCO

Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRASANTE

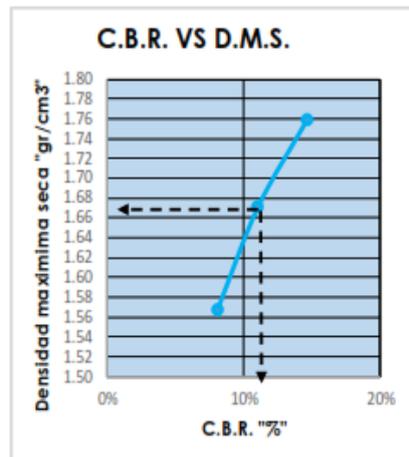
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L

Patron

Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.57	1.09	8.03	C.B.R. - 95%	11.03
25	15.22	1.67	1.09	11.03	C.B.R. - 100%	14.65
56	15.38	1.76	1.09	14.65		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Patron

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra Inicial	1000.0 gr	Muestra lavada y secada	401.0 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	21.00	21.00	2.10	97.90
3/4"	19.050	16.00	16.00	1.60	96.30
1/2"	12.700	66.00	47.00	4.70	91.60
3/8"	9.525	38.00	38.00	3.80	87.80
1/4"	6.350	30.00	30.00	3.00	84.80
Nº4	4.750	33.00	33.00	3.30	81.50
Nº10	2.000	52.00	52.00	5.20	76.30
Nº20	0.850	45.00	45.00	4.50	71.80
Nº40	0.425	40.00	40.00	4.00	67.80
Nº60	0.300	25.00	25.00	2.50	65.30
Nº100	0.149	18.00	18.00	1.80	63.50
Nº200	0.075	15.00	15.00	1.50	62.00
Cazuela		2.00	601.00	60.10	

D60 = NO TIENE
D30 = NO TIENE
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

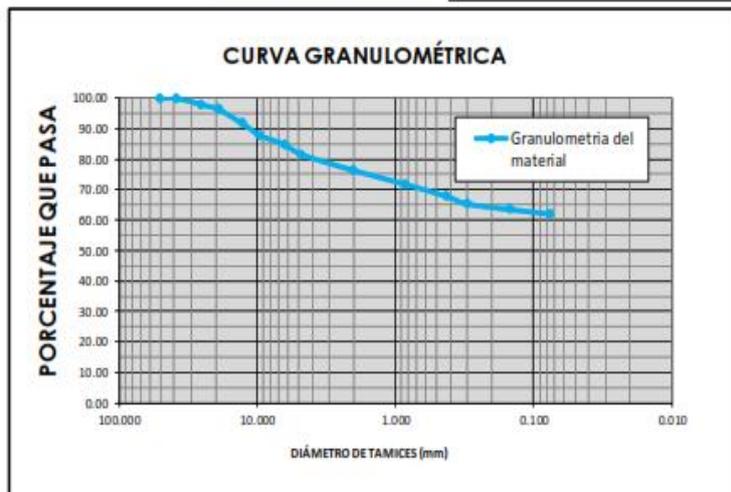
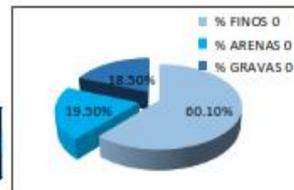
Cc = NO TIENE

TOTAL 401.00 981.00 98.10
Diferencia 0.00 <3% %Finos= 61.26

IG= 10

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	60.10%
% ARENAS	19.50%
% GRAVAS	18.50%





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: uestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT _ Patron

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	400.00	401.00	500.00	
Peso suelo seco + cápsula	350.00	349.00	433.00	
Peso del agua	50.00	52.00	67.00	
Peso de la cápsula	101.00	100.00	98.50	
Peso neto del suelo seco	249.00	249.00	334.50	
% de Humedad	20.08	20.88	20.03	

w (%) Promedio = 20.30



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

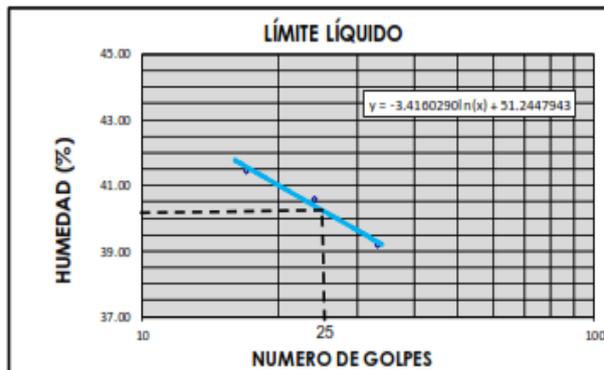
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Patron

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	65.79	63.20	62.47	
Caps.+ S. seco	58.70	56.50	56.20	
Agua	7.09	6.70	6.27	
Peso Cápsula	41.60	40.00	40.20	
Peso S. seco	17.10	16.50	16.00	
% Humedad	41.46	40.61	39.19	
N° de golpes	17	24	33	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	47.50	46.80	47.00	
Caps.+ S. seco	46.30	45.60	45.81	
Agua	1.20	1.20	1.19	
Peso Cápsula	40.66	40.00	40.30	
Peso S. seco	5.64	5.60	5.51	
% Humedad	21.28	21.43	21.60	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.25 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.4 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	18.8 %





CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

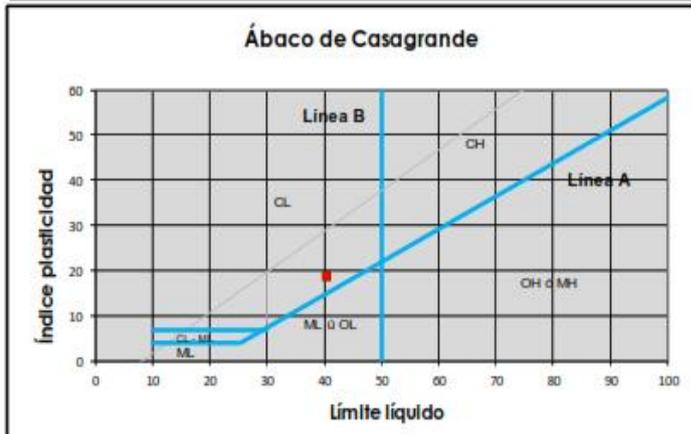
Ubicación: Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Patron

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ Nº4	81.50
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ Nº10	76.30
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ Nº40	67.80
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ Nº100	63.50
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ Nº200	62.00
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	10
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	40.25
02.02	LIMITE PLASTICO (%)	21.43
02.02	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.82
03.01	HUMEDAD NATURAL (%)	-
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS		Arcilla media plasticidad gravosa CL
Observaciones	TIPO DE SUELO: Suelo arcilloso	





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

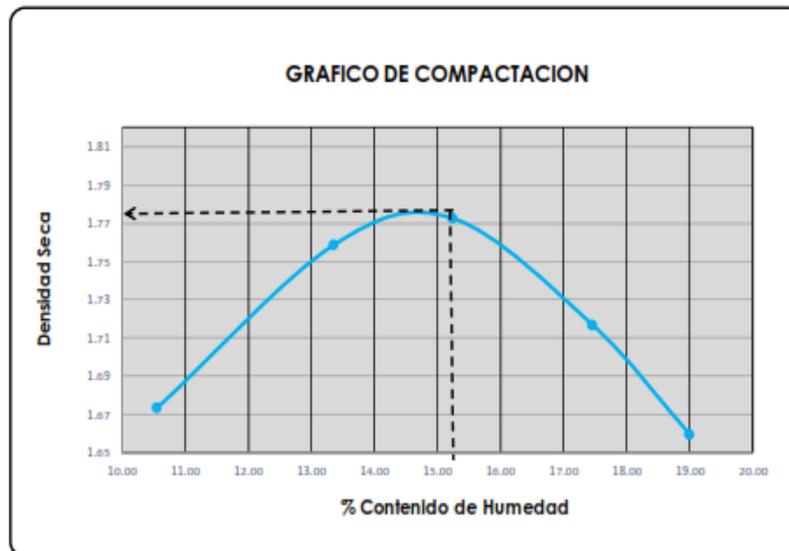
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** _ Patron

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	100.00	101.00	100.20	100.00
Wcap+sh.	498.00	500.00	501.00	497.00
Wcap+ss.	460.00	453.00	448.00	438.00
Wss.	360.00	352.00	347.80	338.00
Ww.	38.00	47.00	53.00	59.00
%CH.	10.56	13.35	15.24	17.46

%CH.	10.56	13.35	15.24	17.46
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10846	11150	11255	11200
Wsh.	3930	4234	4339	4284
Densidad Hum.	1.850	1.993	2.043	2.017
Densidad Seca	1.674	1.759	1.773	1.717

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.773
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.24





**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).
ASTM 1833 - 73**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E188303 N:8498759 19L**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **15.24**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.773**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.684**

Calicata: **2**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Patron Fecha: **Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE														
	Diametro			Altura			Area			Diametro				
	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42		
N° DE GOLPES POR CAPA	12						25							
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA				
Peso del molde(gr).	7911			7911			8359			8359				
Volumen de la Muestra(cc).	2124			2124			2124			2124				
Muestra Humeda + Molde(gr).	11777			12000			12051			12210				
Muestra Humeda(gr).	3866			4089			4140			4299				
Densidad Humeda(g/cm3).	1.82			1.93			1.95			2.02				
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA	MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO				
Peso de la capsula(gr).	122.00			100.00			120.00			10.00				
Muestra Humeda + Capsula(gr).	500.00			497.00			500.00			500.00				
Muestra Seca+ Capsula(gr).	449.60			430.00			449.00			424.00				
Muestra Seca(gr).	327.60			330.00			329.00			414.00				
Contenido de Agua(gr)	50.40			67.00			51.00			76.00				
Contenido de Humedad(%)	15.38			20.30			15.50			18.36				
Densidad Seca(g/cm3).	1.577			1.600			1.688			1.710				
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000				
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
	0	0	DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56			
	0.025		0	0.00		0	0.00		0	0.00				
	0.050		2	0.27		12	0.47		24	0.72				
	0.075		8	0.39		18	0.60		30	0.84				
	0.100	6.90	14	0.51		24	0.72		36	0.97				
	0.125		18	0.60	8.63	28	0.80	11.63	40	1.05	15.25			
	0.150		22	0.68		32	0.89		44	1.14				
	0.200	10.3	24	0.72		34	0.93		46	1.18				
	0.300		29	0.82	7.99	39	1.03	10.01	51	1.28	12.45			
	0.400		35	0.95		45	1.16		57	1.41				
0.500		40	1.05		50	1.26		62	1.51					
		45	1.16		55	1.37		67	1.62					



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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO

Provincia: CUSCO

Distrito: PARURO

Region: CUSCO

Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRASANTE

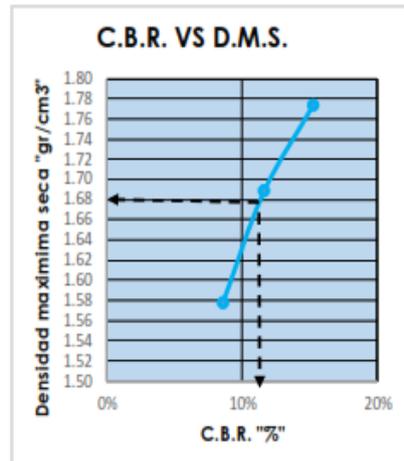
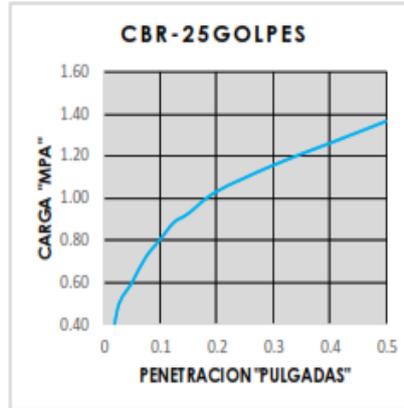
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L

Patron

Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.58	1.09	8.63	C.B.R. - 95%	12.00
25	15.50	1.69	1.09	11.63	C.B.R. - 100%	15.25
56	15.24	1.77	1.09	15.25		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordinadas: **E:188340 N:8498341 19L**
 Calicata: **3**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** _ Patron

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra Inicial	1008.0 gr	Muestra lavada y secada	394.0 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100	2.00	2.00	0.20	100.00
1"	25.400	19.00	19.00	1.88	98.12
3/4"	19.050	15.00	15.00	1.49	96.63
1/2"	12.700	61.00	47.00	4.66	91.96
3/8"	9.525	37.00	37.00	3.67	88.29
1/4"	6.350	29.00	29.00	2.88	85.42
Nº4	4.750	31.00	31.00	3.08	82.34
Nº10	2.000	48.00	48.00	4.76	77.58
Nº20	0.850	50.00	50.00	4.96	72.62
Nº40	0.425	42.00	42.00	4.17	68.45
Nº60	0.300	26.00	26.00	2.58	65.87
Nº100	0.149	19.00	19.00	1.88	63.99
Nº200	0.075	14.00	14.00	1.39	62.60
Cazuela		1.00	615.00	61.01	

D60 = NO TIENE
 D30 = NO TIENE
 D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

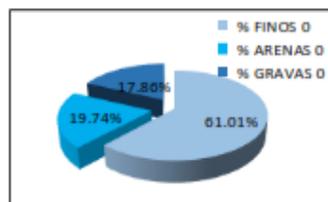
Cc = NO TIENE

TOTAL 394.00 994.00 98.61
 Diferencia 0.00 <3% %Finos= 61.87

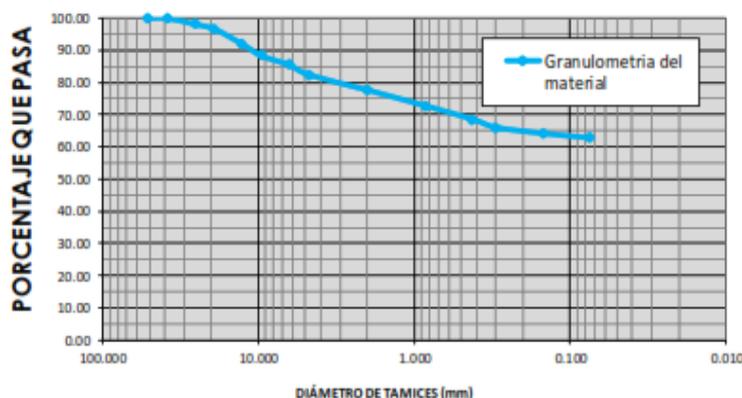
IG= 9

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	61.01%
% ARENAS	19.74%
% GRAVAS	17.86%



CURVA GRANULOMÉTRICA





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: uestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188340 N:8498341 19L

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D´ALEMBERT

Calicata: 3
_ Patron

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	500.00	500.00	498.00	
Peso suelo seco + cápsula	432.00	433.00	430.00	
Peso del agua	68.00	67.00	68.00	
Peso de la cápsula	100.00	98.20	99.00	
Peso neto del suelo seco	332.00	334.80	331.00	
% de Humedad	20.48	20.01	20.54	

w (%) Promedio =	20.30
------------------	-------



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

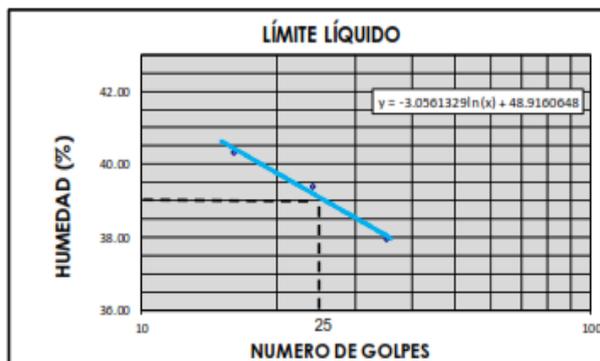
Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Calicata: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188340 N:8498341 19L**
Calicata: **3**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Patron

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	64.20	64.00	63.70	
Caps.+ S. seco	57.30	57.50	57.40	
Agua	6.90	6.50	6.30	
Peso Cápsula	40.20	41.00	40.80	
Peso S. seco	17.10	16.50	16.60	
% Humedad	40.35	39.39	37.95	
Nº de golpes	16	24	35	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	48.20	48.00	47.70	
Caps.+ S. seco	46.80	46.65	46.40	
Agua	1.40	1.35	1.30	
Peso Cápsula	40.10	40.12	40.05	
Peso S. seco	6.70	6.53	6.35	
% Humedad	20.90	20.67	20.47	

LÍMITE LÍQUIDO	=	39.08 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.7 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	18.4 %





CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

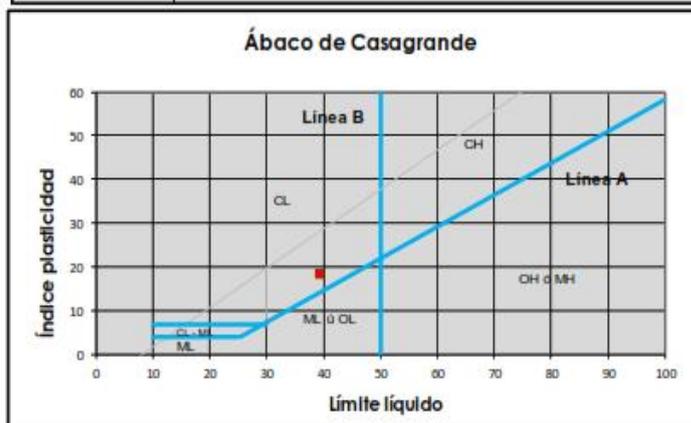
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188340 N:8498341 19L
Calicata: 3

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Patron

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N°4	82.34
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N°10	77.58
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N°40	68.45
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N°100	63.99
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N°200	62.60
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	9
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	39.08
02.02	LIMITE PLÁSTICO (%)	20.68
02.02	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.40
03.01	HUMEDAD NATURAL (%)	-
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS		Arcilla media plasticidad gruesa CL
Observaciones	TIPO DE SUELO: Suelo arcilloso	





ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188340 N:8498341 19L**
Calicata: **3**

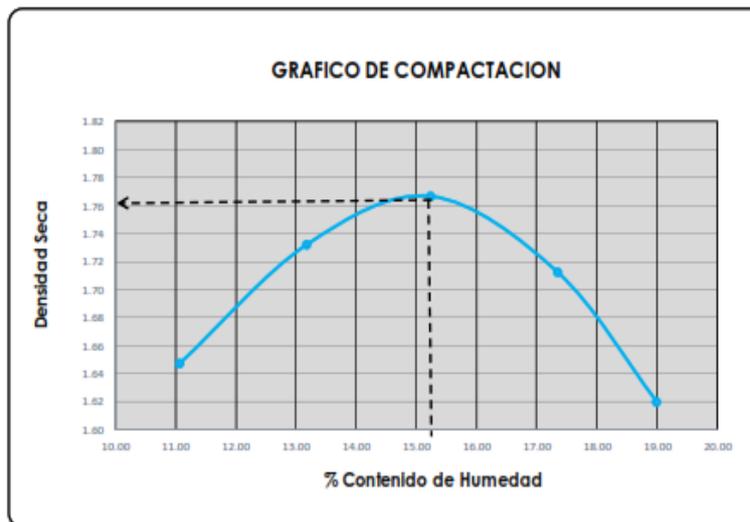
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** _ Patron

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

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	100.00	101.00	100.20	100.00
Wcap+sh.	500.00	501.00	500.00	499.00
Wcap+ss.	460.10	454.40	447.10	440.00
Wss.	360.10	353.40	346.90	340.00
Ww.	39.90	46.60	52.90	59.00
%CH.	11.08	13.19	15.25	17.35

%CH.	11.08	13.19	15.25	17.35
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10803	11080	11240	11184
Wsh.	3887	4164	4324	4268
Densidad Hum.	1.830	1.960	2.036	2.009
Densidad Seca	1.647	1.732	1.766	1.712

Densidad Seca Maxima(g/cm ³) :	1.766
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.25





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188340 N:8498341 19L
 Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Optima(%): 15.25
 Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Maxima(g/cm3): 1.766
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.678

Calicata: 3

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Patron Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
			15.24	11.44	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359					
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).			11710		11995	12030		12200	12677		12791			
Muestra Humeda(gr).			3799		4084	4119		4289	4318		4432			
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.79		1.92	1.94		2.02	2.03		2.09			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		10.00	122.00		100.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			499.00		499.00	500.00		500.00	499.00		500.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			448.00		430.20	449.00		425.00	448.00		444.00			
Muestra Seca(gr).			326.00		330.20	329.00		415.00	326.00		344.00			
Contenido de Agua(gr)			51.00		68.80	51.00		75.00	51.00		56.00			
Contenido de Humedad(%)			15.64		20.84	15.50		18.07	15.64		16.28			
Densidad Seca(gr/cm3).			1.547		1.591	1.679		1.710	1.758		1.795			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000				
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
	0		DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56			
	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00				
	0.025		1	0.24		11	0.45		24	0.72				
	0.050		7	0.37		17	0.57		30	0.84				
	0.075		13	0.49		23	0.70		36	0.97				
	0.100	6.90	17	0.56	8.18	26.5	0.77	11.18	39.5	1.04	15.10			
	0.125		21	0.66		31	0.86		44	1.14				
	0.150		24	0.72		34	0.93		47	1.20				
	0.200	10.3	30	0.84	8.20	40	1.05	10.22	53	1.32	12.86			
	0.300		35	0.95		45	1.16		58	1.43				
0.400		40	1.05		50	1.26		63	1.53					
0.500		45	1.16		55	1.37		68	1.64					



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

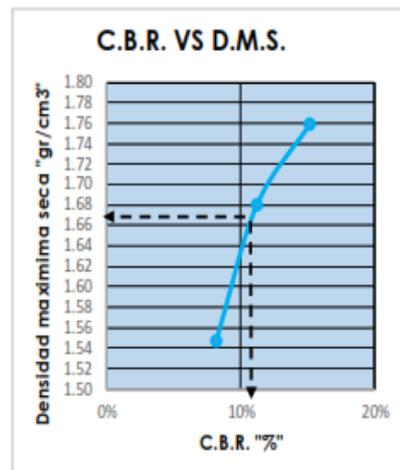
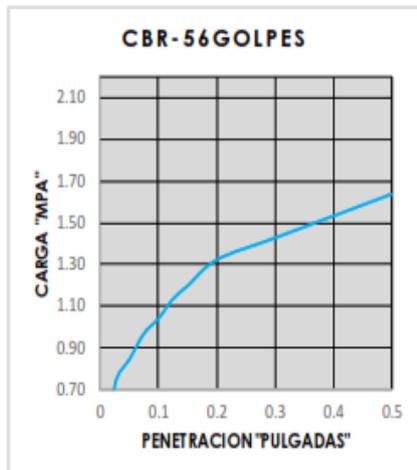
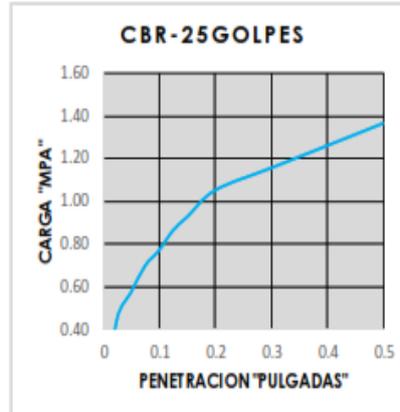
Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO**
Distrito: **PARURO**
Muestreo: **SOLICITANTE**

Provincia: **CUSCO**
Region: **CUSCO**
Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188340 N:8498341 19L**

Patron
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT**

Calicata: **3**
Fecha: **Jul-22**



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.64	1.55	1.09	8.18	C.B.R. - 95%	11.20
25	15.50	1.68	1.09	11.18	C.B.R. - 100%	15.10
56	15.64	1.76	1.09	15.10		



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

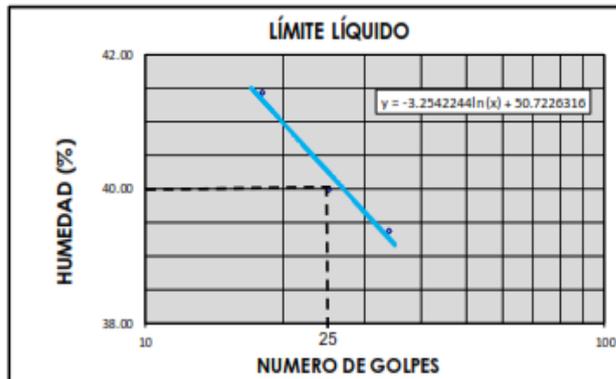
Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Calicata : **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
Calicata: **1**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 2%**

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	65.80	60.02	62.50	
Caps.+ S. seco	58.30	54.30	56.20	
Agua	7.50	5.72	6.30	
Peso Cápsula	40.20	40.00	40.20	
Peso S. seco	18.10	14.30	16.00	
% Humedad	41.44	40.00	39.38	
N° de golpes	18	25	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	47.50	47.00	47.20	
Caps.+ S. seco	46.36	45.88	46.05	
Agua	1.14	1.12	1.15	
Peso Cápsula	40.70	40.30	40.30	
Peso S. seco	5.66	5.58	5.75	
% Humedad	20.14	20.07	20.00	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.25 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.1 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	20.2 %





ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **JUL-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
Calicata: **1**

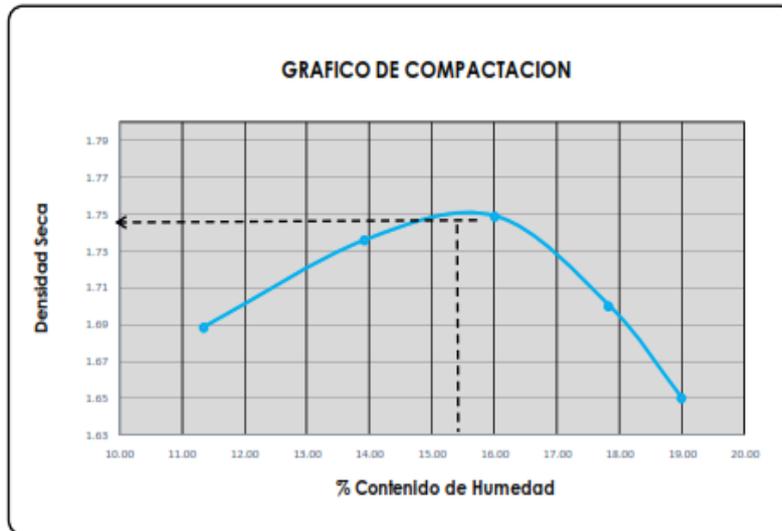
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 2%**

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

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	93.48	100.00	102.86	90.00
Wcap+sh.	377.58	500.00	470.10	450.00
Wcap+ss.	348.60	451.10	419.40	395.50
Wss.	255.12	351.10	316.54	305.50
Ww.	28.98	48.90	50.70	54.50
%CH.	11.36	13.93	16.02	17.84

%CH.	11.36	13.93	16.02	17.84
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10910	11116	11225	11171
Wsh.	3994	4200	4309	4255
Densidad Hum.	1.880	1.977	2.029	2.003
Densidad Seca	1.689	1.736	1.749	1.700

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.749
Contenido Optimo de Agua[%] :	16.02





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E:188388 N:8499215 191**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **16.02**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.749**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.661**

Calicata: 1

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D' ALEMBERT Adición del Cemento 2%** Fecha: **Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area				
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42				
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56						
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA			
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359						
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124						
Muestra Humeda + Molde(gr).			11750			11920			12000			12114			
Muestra Humeda(gr).			3839			4009			4089			4203			
Densidad Humeda(g/cm3).			1.81			1.89			1.93			1.98			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			122.00			100.00			120.00			88.50			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00			391.00			500.00			348.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60			340.00			449.80			306.20			
Muestra Seca(gr).			327.60			240.00			329.80			217.70			
Contenido de Agua(gr)			50.40			51.00			50.20			41.80			
Contenido de Humedad(%).			15.38			21.25			15.22			19.20			
Densidad Seca(g/cm3).			1.566			1.557			1.671			1.660			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		
					PULGS	%			PULGS	%		PULGS	%		
	1.00	13:05	0.00	0.0000				0.0000				0.0000			
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816		0.1000	0.1000	2.1816		0.1000	0.1000	2.1816	
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816		0.2000	0.1000	2.1816		0.2000	0.1000	2.1816	
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908		0.2500	0.0500	1.0908		0.2500	0.0500	1.0908	
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908		0.3000	0.0500	1.0908		0.3000	0.0500	1.0908		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARGA PATRON "MPa"	FACTOR CARGA			CBR			FACTOR CARGA			CBR			
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56				
	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00					
	0.025		1	0.25		11	0.45		23	0.70					
	0.050		6	0.34		16	0.54		28	0.79					
	0.075		11	0.46		21	0.67		33	0.91					
	0.100	6.90	16	0.56	8.15	26	0.77	11.15	38	1.02	14.77				
	0.125		20	0.65		30	0.85		42	1.10					
	0.150		23	0.70		33	0.91		45	1.16					
	0.200	10.3	28	0.79	7.69	38	1.00	9.71	50	1.25	12.14				
	0.300		34	0.92		44	1.13		56	1.38					
0.400		39	1.03		49	1.24		61	1.49						
0.500		43	1.11		53	1.32		65	1.58						



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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO

Provincia: CUSCO

Distrito: PARURO

Region: CUSCO

Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRASANTE

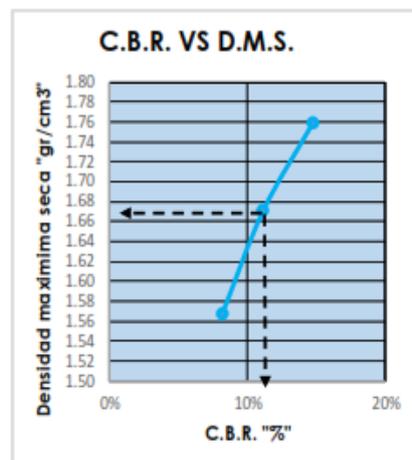
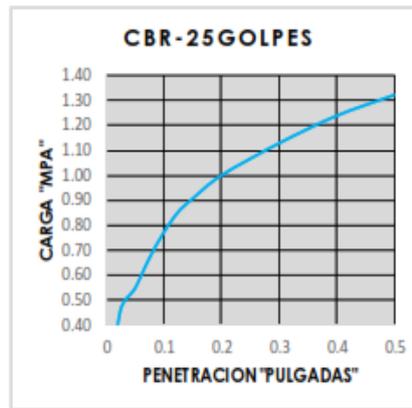
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L

Adición del Cemento 2%

Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.57	1.09	8.15	C.B.R. - 95%	11.15
25	15.22	1.67	1.09	11.15	C.B.R. - 100%	14.77
56	15.38	1.76	1.09	14.77		



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

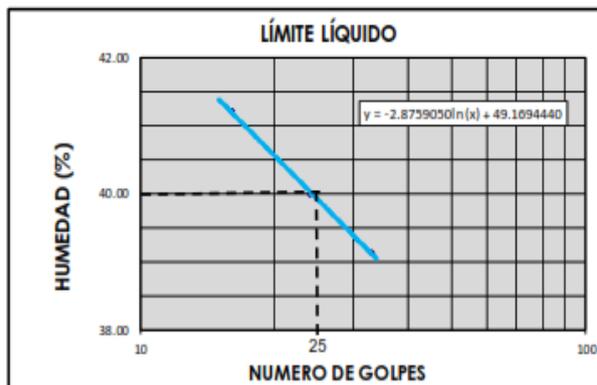
Hecho por: muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 4%

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	66.30	60.52	63.00	
Caps.+ S. seco	58.80	54.80	56.70	
Agua	7.50	5.72	6.30	
Peso Cápsula	40.60	40.50	40.60	
Peso S. seco	18.20	14.30	16.10	
% Humedad	41.21	40.00	39.13	
Nº de golpes	16	24	33	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	48.00	47.50	47.70	
Caps.+ S. seco	46.86	46.38	46.55	
Agua	1.14	1.12	1.15	
Peso Cápsula	41.20	40.80	40.80	
Peso S. seco	5.66	5.58	5.75	
% Humedad	20.14	20.07	20.00	

LÍMITE LÍQUIDO	=	39.91 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.1 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	19.8 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Calicata: **1**

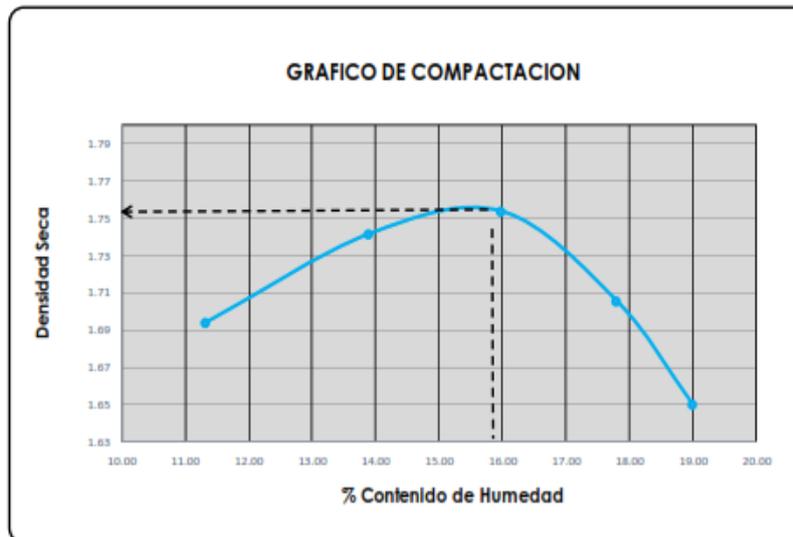
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 4%**

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

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	94.28	100.80	103.66	90.80
Wcap+sh.	378.28	500.70	470.80	450.70
Wcap+ss.	349.40	451.90	420.20	396.30
Wss.	255.12	351.10	316.54	305.50
Ww.	28.88	48.80	50.60	54.40
%CH.	11.32	13.90	15.99	17.81

%CH.	11.32	13.90	15.99	17.81
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10921	11129	11236	11183
Wsh.	4005	4213	4320	4267
Densidad Hum.	1.886	1.984	2.034	2.009
Densidad Seca	1.694	1.741	1.754	1.705

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.754
Contenido Optimo de Agua(%):	15.99





" INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022"

Versión: 01
Fecha: JULIO 2022

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Página: 51 de 124

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **15.99**
 Muestra: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.754**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.666**

Calicata: 1

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 4%** Fecha: **Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA		SIN MOJAR	SATURADA		SIN MOJAR	SATURADA		
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11750	11920		12000	12114		12670	12720		
Muestra Humeda(gr).			3839	4009		4089	4203		4311	4361		
Densidad Humeda(g/cm3).			1.81	1.89		1.93	1.98		2.03	2.05		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		
Peso de la capsula(gr).			122.00	100.00		120.00	88.50		125.00	90.10		
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00	391.00		500.00	348.00		500.00	350.00		
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60	340.00		449.80	306.20		450.00	312.00		
Muestra Seca(gr).			327.60	240.00		329.80	217.70		325.00	221.90		
Contenido de Agua(gr)			50.40	51.00		50.20	41.80		50.00	38.00		
Contenido de Humedad(%)			15.38	21.25		15.22	19.20		15.38	17.12		
Densidad Seca(g/cm3).			1.566	1.557		1.671	1.660		1.759	1.753		
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION	
				PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%	
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRA DION "PULGADA"	CARG. PATRON "B.P.S."	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		2	0.26		12	0.47		24	0.73		
	0.050		6	0.34		16	0.56		29	0.82		
	0.075		12	0.46		22	0.68		35	0.94		
	0.100	6.90	17	0.56	8.18	27	0.78	11.33	39	1.04	15.07	
	0.125		21	0.65		31	0.86		43	1.12		
	0.150		23	0.71		34	0.93		46	1.18		
	0.200	10.3	28	0.80	7.73	38	1.01	9.85	51	1.27	12.37	
	0.300		34	0.93		45	1.15		57	1.41		
0.400		40	1.05		50	1.27		63	1.53			
0.500		45	1.16		56	1.38		68	1.64			





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

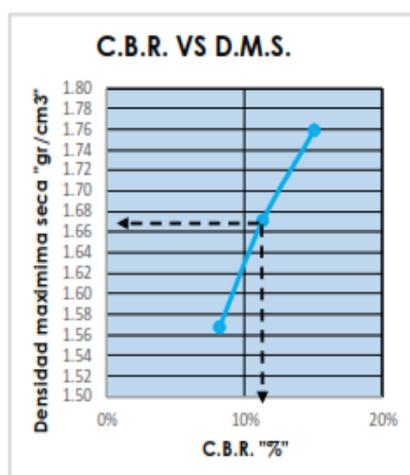
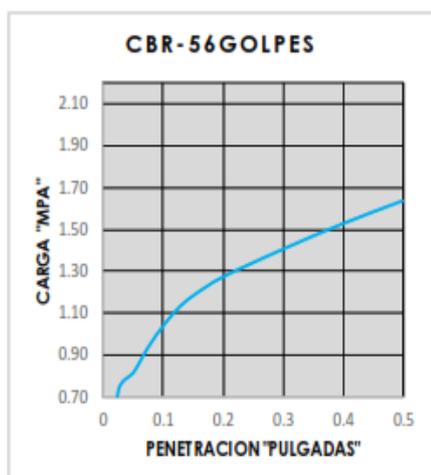
Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L

Adición del Cemento 4%
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Calicata: 1
Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.57	1.09	8.18	C.B.R. - 95%	11.33
25	15.22	1.67	1.09	11.33	C.B.R. - 100%	15.07
56	15.38	1.76	1.09	15.07		



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

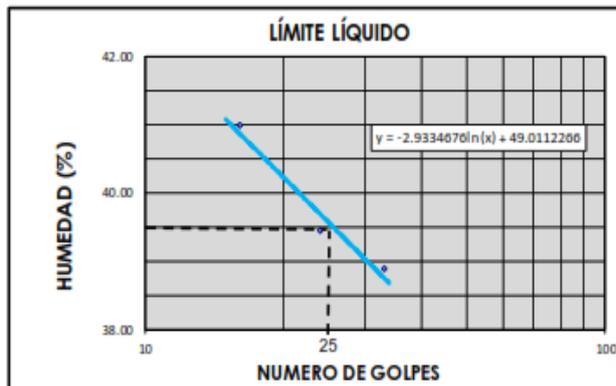
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 6%

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	66.50	60.72	63.20	
Caps.+ S. seco	59.00	55.00	56.90	
Agua	7.50	5.72	6.30	
Peso Cápsula	40.70	40.50	40.70	
Peso S. seco	18.30	14.50	16.20	
% Humedad	40.98	39.45	38.89	
Nº de golpes	16	24	33	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	48.30	47.80	48.00	
Caps.+ S. seco	47.16	46.68	46.85	
Agua	1.14	1.12	1.15	
Peso Cápsula	41.60	41.20	41.20	
Peso S. seco	5.56	5.48	5.65	
% Humedad	20.50	20.44	20.35	

LÍMITE LÍQUIDO	=	39.57 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.4 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	19.1 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Calicata: 1

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 6%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	94.18	100.70	103.56	90.70
Wcap+sh.	378.18	500.60	470.70	450.60
Wcap+ss.	349.30	454.60	423.40	396.20
Wss.	255.12	353.90	319.84	305.50
Ww.	28.88	46.00	47.30	54.40
%CH.	11.32	13.00	14.79	17.81

%CH.	11.32	13.00	14.79	17.81
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10971	11177	11286	11232
Wsh.	4055	4261	4370	4316
Densidad Hum.	1.909	2.006	2.057	2.032
Densidad Seca	1.715	1.775	1.792	1.725

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.792
Contenido Optimo de Agua(%) :	14.79





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **14.79**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.792**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.703**

Calicata: 1

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Adición del Cemento **6%** Fecha: **Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:				Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area
				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42
N° DE GOLPES POR CAPA				12			25			56		
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA
Peso del molde(gr).				7911			7911			8359		
Volumen de la Muestra(cc).				2124			2124			2124		
Muestra Humeda + Molde(gr).				11800		11980	12070		12200	12750		12800
Muestra Humeda(gr).				3889		4069	4159		4289	4391		4441
Densidad Humeda(g/cm3).				1.83		1.92	1.96		2.02	2.07		2.09
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO
Peso de la capsula(gr).				122.00		100.00	120.00		88.50	125.00		90.10
Muestra Humeda + Capsula(gr).				500.00		391.00	500.00		348.00	500.00		350.00
Muestra Seca+ Capsula(gr).				449.60		340.00	449.80		306.20	450.00		312.00
Muestra Seca(gr).				327.60		240.00	329.80		217.70	325.00		221.90
Contenido de Agua(gr)				50.40		51.00	50.20		41.80	50.00		38.00
Contenido de Humedad(%)				15.38		21.25	15.22		19.20	15.38		17.12
Densidad Seca(g/cm3).				1.587		1.580	1.699		1.694	1.792		1.785
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		10	0.43		21	0.66		37	0.99		
	0.050		14	0.51		25	0.74		41	1.08		
	0.075		20	0.64		31	0.87		47	1.20		
	0.100	6.90	25	0.74	10.76	36	0.97	14.10	53	1.33	19.25	
	0.125		28	0.81		40	1.04		56	1.38		
	0.150		32	0.88		43	1.11		59	1.45		
	0.200	10.3	36	0.98	9.49	48	1.21	11.74	64	1.54	15.00	
0.300		44	1.14		55	1.37		71	1.70			
0.400		48	1.23		60	1.46		76	1.80			
0.500		54	1.35		66	1.59		82	1.92			



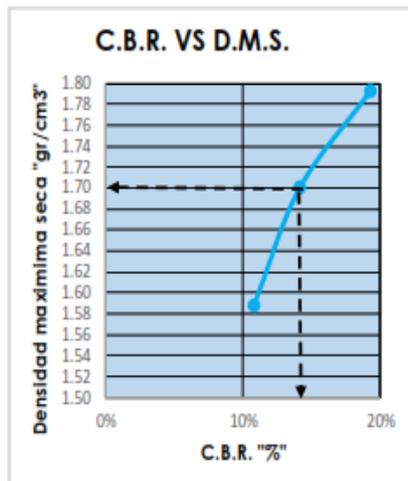
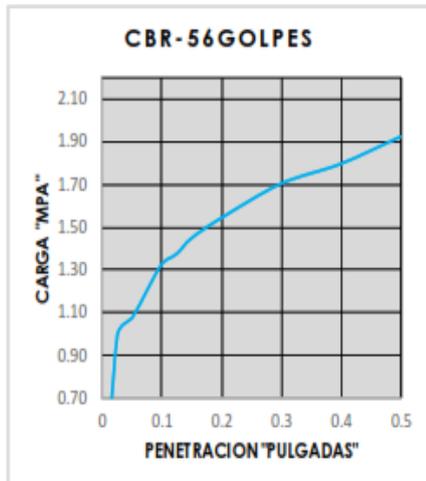
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO**
Distrito: **PARURO**
Muestreo: **SOLICITANTE**

Provincia: **CUSCO**
Region: **CUSCO**
Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
Calicata: **1**
Fecha: **Jul-22**

Adición del Cemento **6%**
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT**



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.59	1.09	10.76	C.B.R. - 95%	16.00
25	15.22	1.70	1.09	14.10	C.B.R. - 100%	19.25
56	15.38	1.79	1.09	19.25		



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1

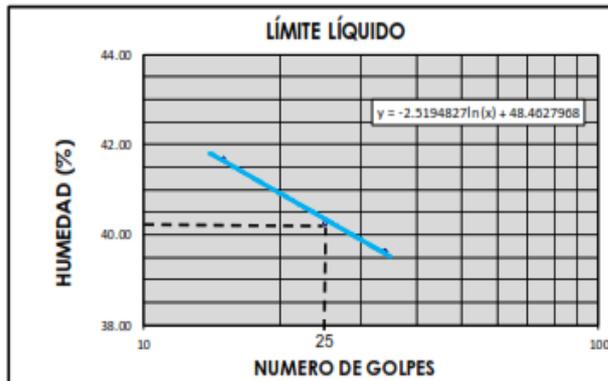
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 8%

LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	66.10	60.32	62.80	
Caps.+ S. seco	58.60	54.60	56.50	
Agua	7.50	5.72	6.30	
Peso Cápsula	40.60	40.40	40.60	
Peso S. seco	18.00	14.20	15.90	
% Humedad	41.67	40.28	39.62	
N° de golpes	15	25	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	48.50	48.00	48.20	
Caps.+ S. seco	47.30	46.82	46.99	
Agua	1.20	1.18	1.21	
Peso Cápsula	41.68	41.28	41.28	
Peso S. seco	5.62	5.54	5.71	
% Humedad	21.35	21.30	21.19	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.35 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.3 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	19.1 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **JUL-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Calicata: **1**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición del Cemento 8%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	94.48	101.00	103.86	91.00
Wcap+sh.	378.68	501.10	471.20	451.10
Wcap+ss.	349.70	452.20	420.50	396.60
Wss.	255.22	351.20	316.64	305.60
Ww.	28.98	48.90	50.70	54.50
%CH.	11.35	13.92	16.01	17.83

%CH.	11.35	13.92	16.01	17.83
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10940	11146	11255	11201
Wsh.	4024	4230	4339	4285
Densidad Hum.	1.895	1.992	2.043	2.017
Densidad Seca	1.701	1.748	1.761	1.712

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.761
Contenido Optimo de Agua[%] :	16.01





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

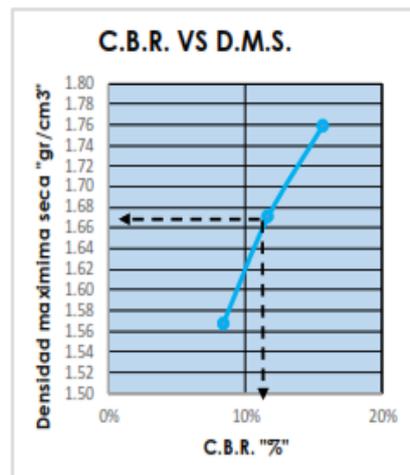
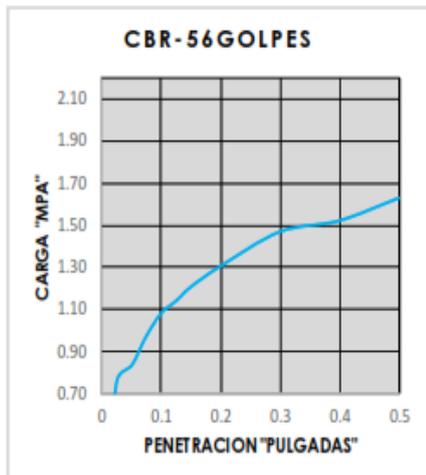
Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L

Adición del Cemento 8%
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D' ALEMBERT

Calicata: 1
Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.57	1.09	8.33	C.B.R. - 95%	11.66
25	15.22	1.67	1.09	11.66	C.B.R. - 100%	15.67
56	15.38	1.76	1.09	15.67		



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

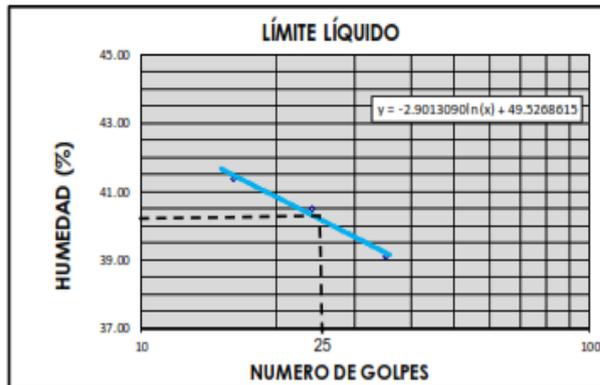
Hecho por: vuestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición cemento 2%

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	66.29	63.70	62.97	
Caps.+ S. seco	59.21	57.01	56.71	
Agua	7.08	6.69	6.26	
Peso Cápsula	42.10	40.50	40.70	
Peso S. seco	17.11	16.51	16.01	
% Humedad	41.38	40.52	39.10	
N° de golpes	16	24	35	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	48.10	47.40	47.60	
Caps.+ S. seco	46.89	46.19	46.40	
Agua	1.21	1.21	1.20	
Peso Cápsula	41.26	40.60	40.90	
Peso S. seco	5.63	5.59	5.50	
% Humedad	21.49	21.65	21.82	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.19 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.7 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	18.5 %





ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

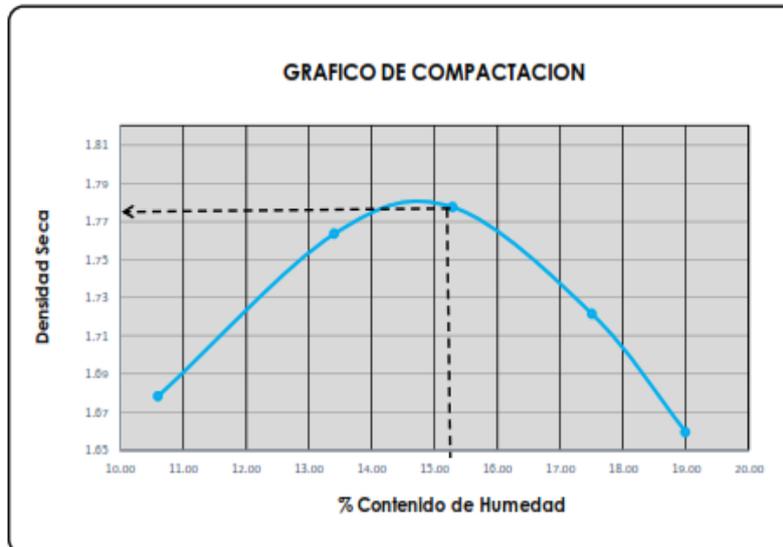
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición cemento 2%**

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

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	103.00	104.00	103.20	103.00
Wcap+sh.	501.20	503.20	504.20	500.20
Wcap+ss.	463.00	456.00	451.00	441.00
Wss.	360.00	352.00	347.80	338.00
Ww.	38.20	47.20	53.20	59.20
%CH.	10.61	13.41	15.30	17.51

%CH.	10.61	13.41	15.30	17.51
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10860	11164	11269	11213
Wsh.	3944	4248	4353	4297
Densidad Hum.	1.857	2.000	2.049	2.023
Densidad Seca	1.679	1.764	1.778	1.722

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.778
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.30





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E188303 N:8498759 19L**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **15.30**
 Muestra: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.778**
 95 Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.689**

Calicata: 2

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Adición cemento 2% Fecha: **Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA		
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359			100.00		
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			12802		
Muestra Humeda + Molde(gr).			11777			12051			12210			4443		
Muestra Humeda(gr).			3866			4140			4299			2.09		
Densidad Humeda(g/cm3).			1.82			1.95			2.02			2.04		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO		
Peso de la capsula(gr).			122.00			120.00			10.00			122.00		
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00			497.00			500.00			502.00		
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60			430.00			449.00			445.00		
Muestra Seca(gr).			327.60			329.00			414.00			345.00		
Contenido de Agua(gr)			50.40			67.00			51.00			57.00		
Contenido de Humedad(%)			15.38			20.30			15.50			16.52		
Densidad Seca(g/cm3).			1.577			1.600			1.688			1.710		
			1.600			1.688			1.710			1.795		
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000				
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908			
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION (PULGADA)	CARGA PATRON (MPa)	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
	0		0	0.00			0	0.00			0	0.00		
	0.025		2	0.27			12	0.48			24	0.72		
	0.050		8	0.40			18	0.60			30	0.85		
	0.075		14	0.52			24	0.73			36	0.98		
	0.100	6.90	19	0.61	8.78		29	0.81	11.78		41	1.06	15.40	
	0.125		22	0.69			32	0.89			44	1.14		
	0.150		25	0.74			35	0.95			47	1.20		
	0.200	10.3	30	0.84	8.16		40	1.05	10.18		52	1.30	12.61	
	0.300		36	0.96			46	1.17			58	1.42		
	0.400		40	1.05			50	1.26			62	1.51		
0.500		45	1.15			55	1.36			67	1.61			



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

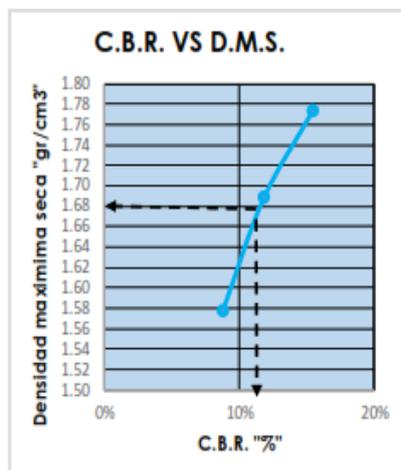
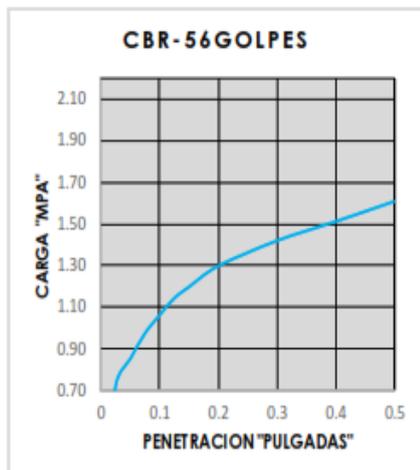
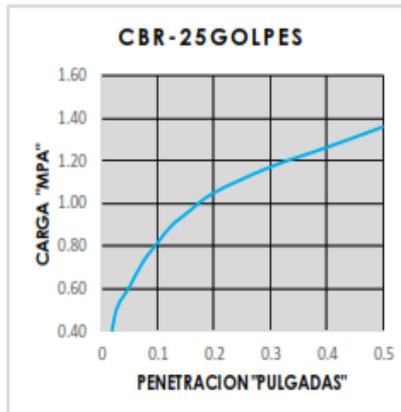
Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L

Adición cemento 2%
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Calicata: 2
Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.58	1.09	8.78	C.B.R. - 95%	12.10
25	15.50	1.69	1.09	11.78	C.B.R. - 100%	15.40
56	15.24	1.77	1.09	15.40		



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

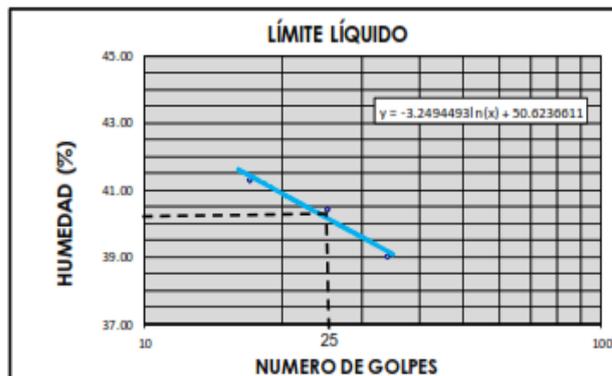
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Calicata: 2
Adición cemento 4%

LIMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	66.59	64.00	63.27	
Caps.+ S. seco	59.52	57.32	57.02	
Agua	7.07	6.68	6.25	
Peso Cápsula	42.40	40.80	41.00	
Peso S. seco	17.12	16.52	16.02	
% Humedad	41.30	40.44	39.01	
N° de golpes	17	25	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	48.30	47.60	47.80	
Caps.+ S. seco	47.09	46.39	46.60	
Agua	1.21	1.21	1.20	
Peso Cápsula	41.46	40.80	41.10	
Peso S. seco	5.63	5.59	5.50	
% Humedad	21.49	21.65	21.82	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.16 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.7 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	18.5 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

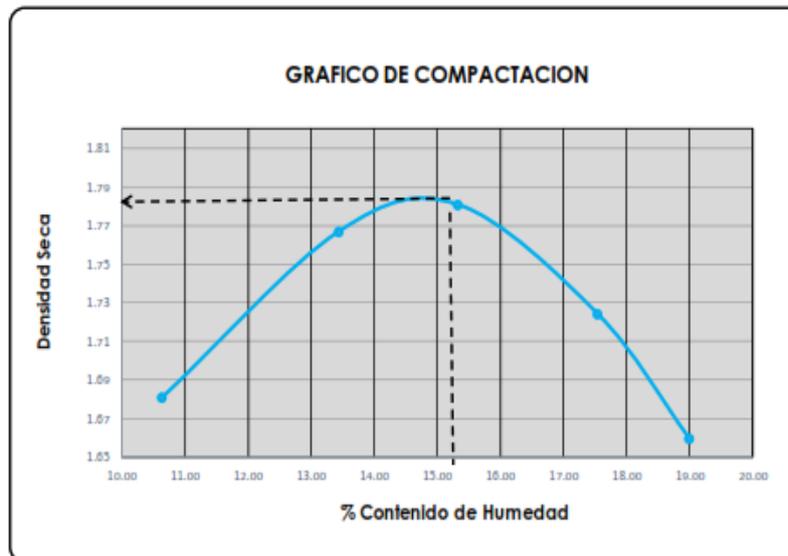
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D´ALEMBERT Adición cemento 4%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	106.00	107.00	106.20	106.00
Wcap+sh.	504.30	506.30	507.30	503.30
Wcap+ss.	466.00	459.00	454.00	444.00
Wss.	360.00	352.00	347.80	338.00
Ww.	38.30	47.30	53.30	59.30
%CH.	10.64	13.44	15.32	17.54

%CH.	10.64	13.44	15.32	17.54
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10867	11173	11278	11221
Wsh.	3951	4257	4362	4305
Densidad Hum.	1.860	2.004	2.054	2.027
Densidad Seca	1.681	1.767	1.781	1.724

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.781
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.32





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E:188303 N:8498759 191**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **15.32**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.781**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.692**

Calicata: **2**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición cemento 4% Fecha: Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR	
Peso del molde(gr).			7911		7911		7911		8359		8359	
Volumen de la Muestra(cc).			2124		2124		2124		2124		2124	
Muestra Humeda + Molde(gr).			11777		12000		12051		12210		12700	
Muestra Humeda(gr).			3866		4089		4140		4299		4341	
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.82		1.93		1.95		2.02		2.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00		120.00		10.00		122.00	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		497.00		500.00		500.00		500.00	
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60		430.00		449.00		424.00		450.00	
Muestra Seca(gr).			327.60		330.00		329.00		414.00		328.00	
Contenido de Agua(gr)			50.40		67.00		51.00		76.00		50.00	
Contenido de Humedad(%)			15.38		20.30		15.30		18.36		15.24	
Densidad Seca(gr/cm3).			1.577		1.600		1.688		1.710		1.773	
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908
ENSAYO DE PENETRACION		PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR
				DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56
		0		0	0.00		0	0.00		0	0.00	
		0.025		3	0.28		13	0.49		25	0.73	
		0.050		9	0.41		19	0.61		31	0.86	
		0.075		15	0.53		25	0.74		37	0.99	
		0.100	6.90	19	0.62	8.93	29	0.82	11.93	41	1.07	15.55
		0.125		23	0.70		33	0.90		45	1.15	
		0.150		26	0.75		36	0.96		48	1.21	
		0.200	10.3	30	0.85	8.26	40	1.06	10.28	52	1.31	12.71
	0.300		36	0.97		46	1.18		58	1.43		
	0.400		41	1.06		51	1.27		63	1.52		
	0.500		45	1.16		55	1.37		67	1.62		



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO

Provincia: CUSCO

Distrito: PARURO

Region: CUSCO

Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRASANTE

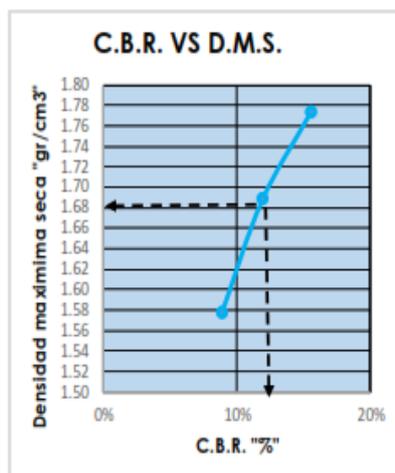
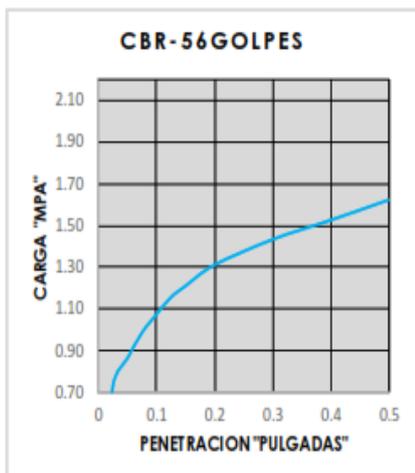
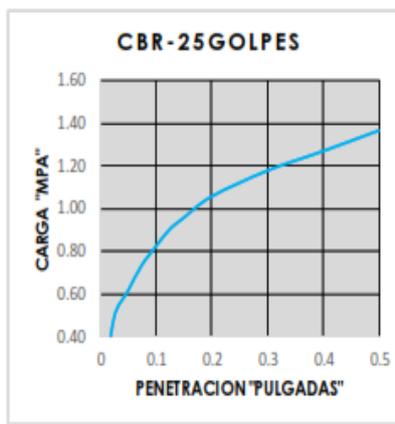
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L

Adición cemento 4%

Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.58	1.09	8.93	C.B.R. - 95%	12.50
25	15.50	1.69	1.09	11.93	C.B.R. - 100%	15.55
56	15.24	1.77	1.09	15.55		



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

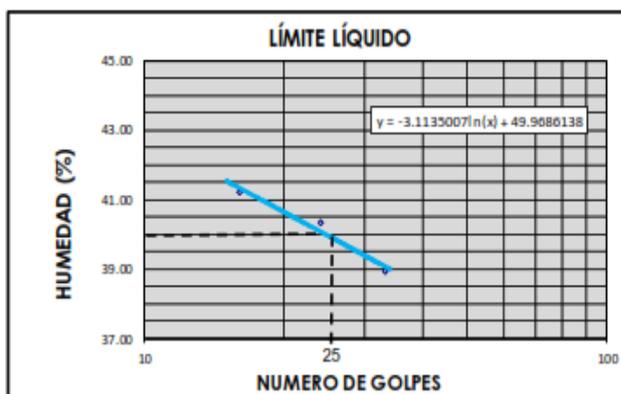
Ubicación: Sector: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Calicata: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
Calicata: **2**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Adición cemento **6%**

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	65.99	63.40	62.67	
Caps.+ S. seco	58.93	56.73	56.43	
Agua	7.06	6.67	6.24	
Peso Cápsula	41.80	40.20	40.40	
Peso S. seco	17.13	16.53	16.03	
% Humedad	41.21	40.35	38.93	
Nº de golpes	16	24	33	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	47.80	47.10	47.30	
Caps.+ S. seco	46.59	45.89	46.10	
Agua	1.21	1.21	1.20	
Peso Cápsula	40.96	40.30	40.60	
Peso S. seco	5.63	5.59	5.50	
% Humedad	21.49	21.65	21.82	
LÍMITE LÍQUIDO	=	39.95 %		
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.7 %		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	18.3 %		





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

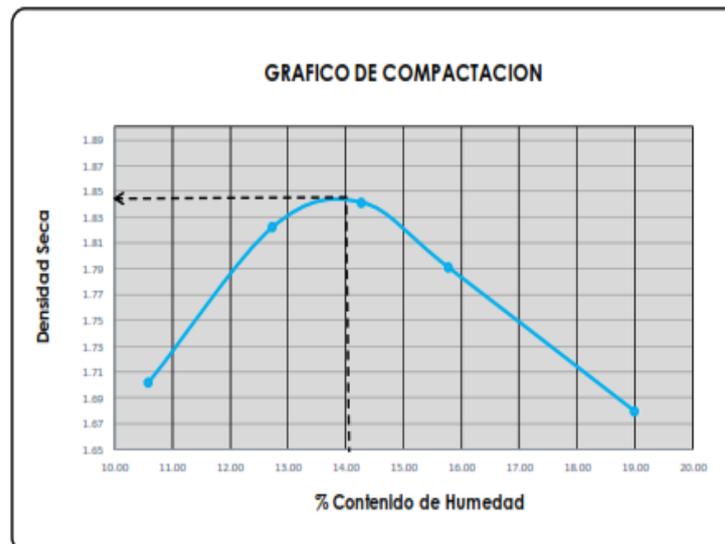
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición cemento 6%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	107.00	108.00	107.20	107.00
Wcap+sh.	505.10	507.10	508.10	504.12
Wcap+ss.	467.00	462.00	458.00	450.00
Wss.	360.00	354.00	350.80	343.00
Ww.	38.10	45.10	50.10	54.12
%CH.	10.58	12.74	14.28	15.78

%CH.	10.58	12.74	14.28	15.78
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10914	11280	11385	11320
Wsh.	3998	4364	4469	4404
Densidad Hum.	1.882	2.055	2.104	2.073
Densidad Seca	1.702	1.822	1.841	1.791

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.841
Contenido Optimo de Agua(%) :	14.28





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **14.28**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.841**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.749**

Calicata: 2

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Adición cemento 4% Fecha: **Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA		SIN MOJAR	SATURADA		SIN MOJAR	SATURADA		
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11837	12059		12113	12270		12763	12864		
Muestra Humeda(gr).			3926	4148		4202	4359		4404	4505		
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.85	1.95		1.98	2.05		2.07	2.12		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		
Peso de la capsula(gr).			122.00	100.00		120.00	10.00		122.00	100.00		
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00	497.00		500.00	500.00		500.00	502.00		
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60	430.00		449.00	424.00		450.00	445.00		
Muestra Seca(gr).			327.60	330.00		329.00	414.00		328.00	345.00		
Contenido de Agua(gr)			50.40	67.00		51.00	76.00		50.00	57.00		
Contenido de Humedad(%)			15.38	20.30		15.50	18.36		15.24	16.52		
Densidad Seca(gr/cm3).			1.602	1.623		1.713	1.734		1.799	1.820		
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %	
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		13	0.50		25	0.74		39	1.04		
	0.050		19	0.62		31	0.87		45	1.17		
	0.075		25	0.75		37	1.00		51	1.29		
	0.100	6.90	30	0.83	12.08	42	1.08	15.71	56	1.38	19.95	
	0.125		33	0.91		45	1.17		59	1.46		
	0.150		36	0.97		48	1.22		62	1.51		
	0.200	10.3	41	1.07	10.38	53	1.32	12.82	67	1.61	15.67	
	0.300		47	1.19		59	1.44		73	1.74		
0.400		51	1.28		63	1.53		77	1.83			
0.500		56	1.38		68	1.63		82	1.93			



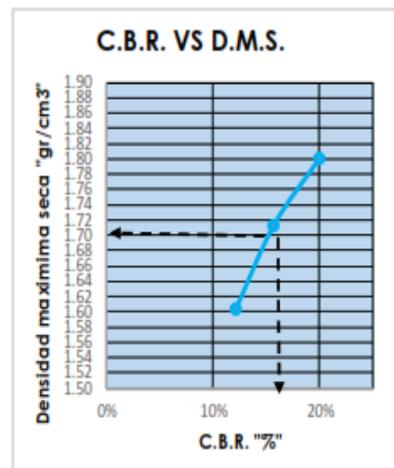
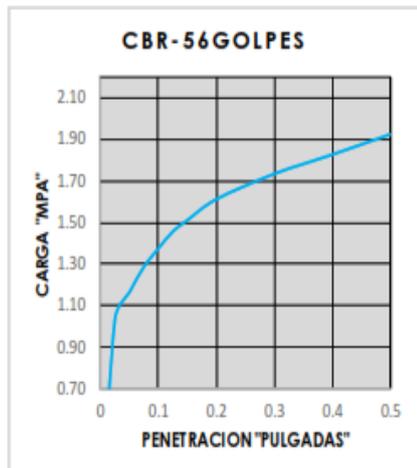
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2
Fecha: Jul-22

Adición cemento 6%
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	15.38	1.60	1.09	12.08	C.B.R. - 95% 16.90
25	15.50	1.71	1.09	15.71	C.B.R. - 100% 19.95
56	15.24	1.80	1.09	19.95	



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

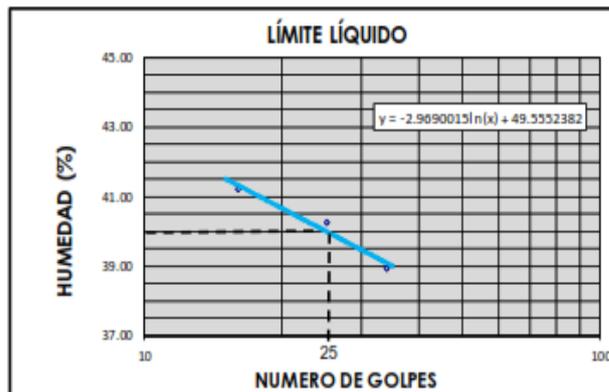
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición cemento 8%

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	66.09	63.50	62.77	
Caps.+ S. seco	59.03	56.84	56.53	
Agua	7.06	6.66	6.24	
Peso Cápsula	41.90	40.30	40.50	
Peso S. seco	17.13	16.54	16.03	
% Humedad	41.21	40.27	38.93	
Nº de golpes	16	25	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	47.90	47.20	47.40	
Caps.+ S. seco	46.67	45.97	46.18	
Agua	1.23	1.23	1.22	
Peso Cápsula	41.06	40.40	40.70	
Peso S. seco	5.61	5.57	5.48	
% Humedad	21.93	22.08	22.26	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.00 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	22.1 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	17.9 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición cemento 8%**

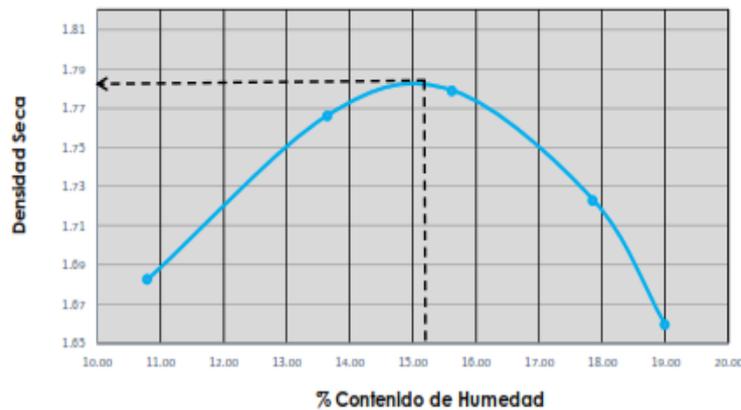
Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	114.00	115.00	115.20	114.00
Wcap+sh.	505.10	507.10	508.10	504.12
Wcap+ss.	467.00	460.00	455.00	445.00
Wss.	353.00	345.00	339.80	331.00
Ww.	38.10	47.10	53.10	59.12
%CH.	10.79	13.65	15.63	17.86

%CH.	10.79	13.65	15.63	17.86
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10876	11180	11285	11230
Wsh.	3960	4264	4369	4314
Densidad Hum.	1.864	2.008	2.057	2.031
Densidad Seca	1.683	1.766	1.779	1.723

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.779
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.63

GRAFICO DE COMPACTACION





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
 Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Óptima(%): 15.63
 Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.779
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.690

Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición cemento 8% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359					
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).			11865		12087	12137		12298	12787		12890			
Muestra Humeda(gr).			3954		4176	4226		4387	4428		4531			
Densidad Humeda(g/cm3).			1.86		1.97	1.99		2.07	2.08		2.13			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		10.00	122.00		100.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		497.00	500.00		500.00	500.00		502.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60		430.00	449.00		424.00	450.00		445.00			
Muestra Seca(gr).			327.60		330.00	329.00		414.00	328.00		345.00			
Contenido de Agua(gr)			50.40		67.00	51.00		76.00	50.00		57.00			
Contenido de Humedad(%)			15.38		20.30	15.30		18.36	15.24		16.52			
Densidad Seca(g/cm3).			1.613		1.634	1.723		1.745	1.809		1.831			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.0000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION PULSADA	CARG PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12		DIAL	MPa	25		DIAL	MPa	56	
		0		0	0.00		0	0.00		0	0.00			
		0.025		3	0.29		13	0.50		25	0.75			
		0.050		10	0.42		21	0.65		34	0.92			
		0.075		15	0.54		25	0.75		38	1.01			
		0.100	6.90	20	0.63	9.08	30	0.83	12.08	42	1.08	15.71		
		0.125		23	0.71		33	0.91		46	1.19			
		0.150		26	0.76		36	0.97		48	1.22			
		0.200	10.3	31	0.86	8.40	41	1.07	10.42	53	1.32	12.86		
	0.300		37	0.98		47	1.19		59	1.44				
	0.400		41	1.07		51	1.28		63	1.53				
	0.500		47	1.19		57	1.40		69	1.65				



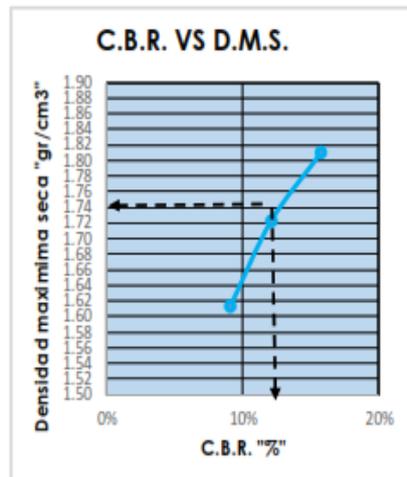
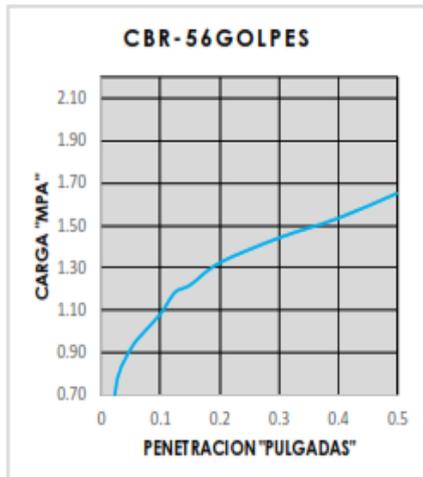
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO**
Distrito: **PARURO**
Muestreo: **SOLICITANTE**

Provincia: **CUSCO**
Region: **CUSCO**
Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
Calicata: **2**
Fecha: **Jul-22**

Adición cemento **8%**
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT**



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.61	1.09	9.08	C.B.R. - 95%	12.70
25	15.50	1.72	1.09	12.08	C.B.R. - 100%	15.71
56	15.24	1.81	1.09	15.71		



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

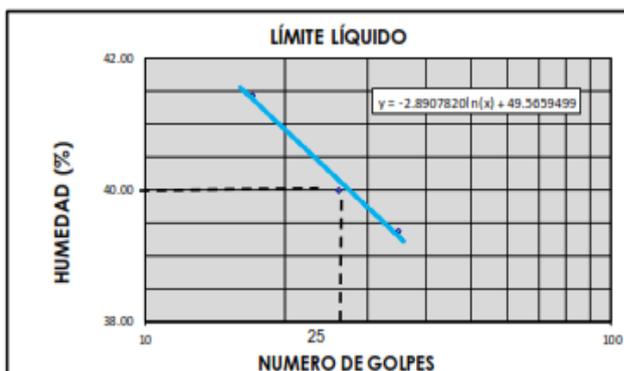
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 2%

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	66.30	60.52	63.00	
Caps.+ S. seco	58.80	54.80	56.70	
Agua	7.50	5.72	6.30	
Peso Cápsula	40.70	40.50	40.70	
Peso S. seco	18.10	14.30	16.00	
% Humedad	41.44	40.00	39.38	
N° de golpes	17	26	35	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	48.00	47.50	47.70	
Caps.+ S. seco	46.76	46.28	46.45	
Agua	1.24	1.22	1.25	
Peso Cápsula	41.20	40.80	40.80	
Peso S. seco	5.56	5.48	5.65	
% Humedad	22.30	22.26	22.12	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.26 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	22.2 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	18.0 %





ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **JUL-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
Calicata: **2**

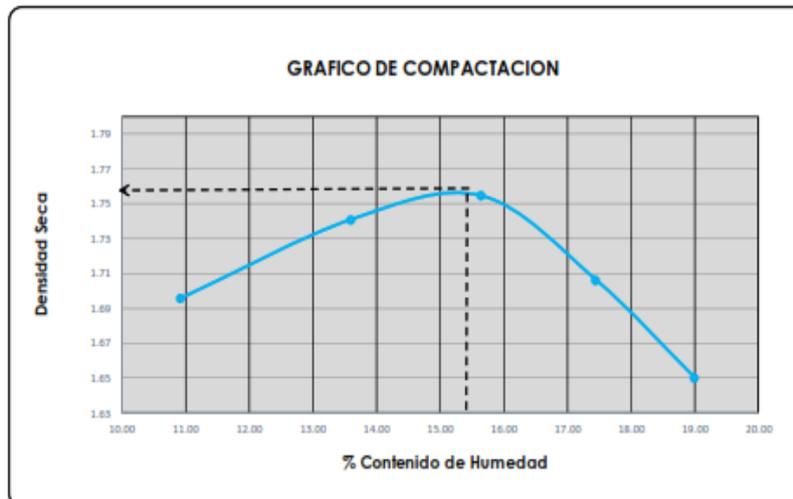
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Adición de Lignosulfonato 2%

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	99.48	106.00	108.86	96.00
Wcap+sh.	383.38	306.00	476.10	456.00
Wcap+ss.	355.60	458.10	426.40	402.50
Wss.	256.12	332.10	317.54	306.50
Ww.	27.98	47.90	49.70	53.50
%CH.	10.92	13.60	15.65	17.46

%CH.	10.92	13.60	15.65	17.46
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10911	11117	11226	11172
Wsh.	3995	4201	4310	4256
Densidad Hum.	1.881	1.978	2.029	2.004
Densidad Seca	1.696	1.741	1.755	1.706

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.755
Contenido Óptimo de Agua(%) :	15.65





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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Optima(%): 15.65
Muestreo: SOUCITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Maxima(g/cm3): 1.755
95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.667

Calicata: 1
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 2% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11761		11920	12000		12114	12670		12720	
Muestra Humeda(gr).			3850		4009	4089		4203	4311		4361	
Densidad Humeda(g/cm3).			1.81		1.89	1.93		1.98	2.03		2.05	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		88.50	125.00		90.10	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		391.00	500.00		348.00	500.00		350.00	
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60		340.00	449.80		306.20	450.00		312.00	
Muestra Seca(gr).			327.60		240.00	329.80		217.70	325.00		221.90	
Contenido de Agua(gr)			50.40		51.00	50.20		41.80	50.00		38.00	
Contenido de Humedad(%)			15.38		21.25	15.22		19.20	15.38		17.12	
Densidad Seca(g/cm3).			1.571		1.557	1.671		1.660	1.759		1.733	
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %	
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION PULGADA	CARGA PATRON "MPa"	FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR					
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
		0	0	0.00		0	0.00		0	0.00		
		0.025	2	0.26		12	0.47		24	0.71		
		0.050	6	0.35		16	0.55		28	0.80		
		0.075	12	0.47		22	0.68		34	0.93		
		0.100	6.90	17	0.57	8.30	27	0.78	11.30	39	1.03	14.92
		0.125		21	0.66		31	0.86		43	1.11	
		0.150		24	0.71		34	0.92		46	1.17	
		0.200	10.3	28	0.80	7.79	38	1.01	9.81	50	1.26	12.25
		0.300		34	0.93		44	1.14		56	1.39	
		0.400		40	1.04		50	1.25		62	1.50	
	0.500		44	1.13		54	1.33		66	1.59		



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO

Provincia: CUSCO

Distrito: PARURO

Region: CUSCO

Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRASANTE

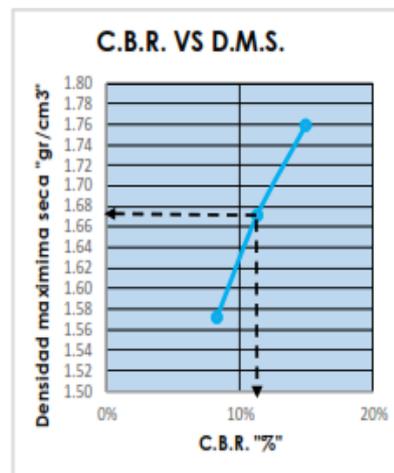
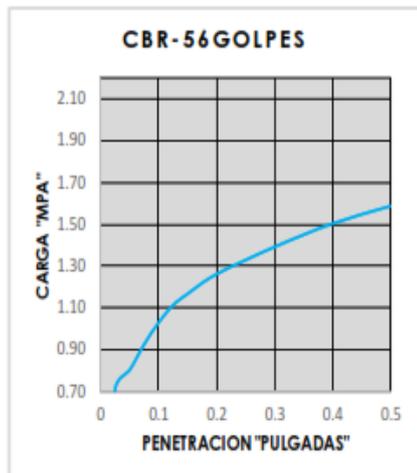
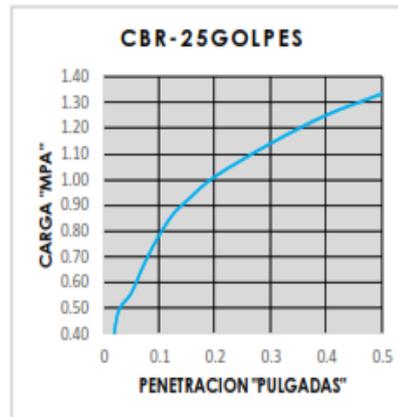
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L

Uso: **Uso de Lignosulfonato 2%**

Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.57	1.09	8.30	C.B.R. - 95%	11.80
25	15.22	1.67	1.09	11.30	C.B.R. - 100%	14.92
56	15.38	1.76	1.09	14.92		



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

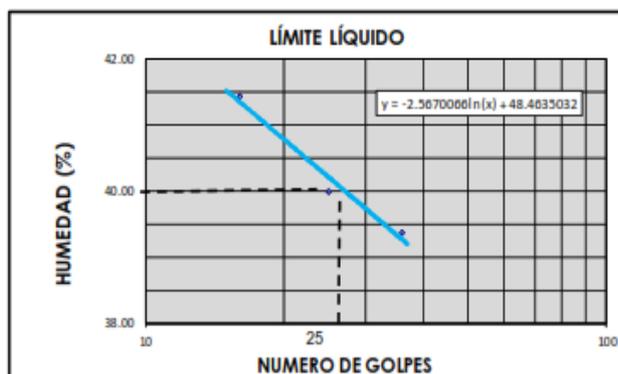
Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Calicata : **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
Calicata: **1**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 4%**

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	66.60	60.82	63.30	
Caps.+ S. seco	59.10	55.10	57.00	
Agua	7.50	5.72	6.30	
Peso Cápsula	41.00	40.80	41.00	
Peso S. seco	18.10	14.30	16.00	
% Humedad	41.44	40.00	39.38	
N° de golpes	16	25	36	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	48.30	47.80	48.00	
Caps.+ S. seco	47.01	46.53	46.70	
Agua	1.29	1.27	1.30	
Peso Cápsula	41.50	41.10	41.10	
Peso S. seco	5.51	5.43	5.60	
% Humedad	23.41	23.39	23.21	

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.20 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	23.3 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	16.9 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestra: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Calicata: 1

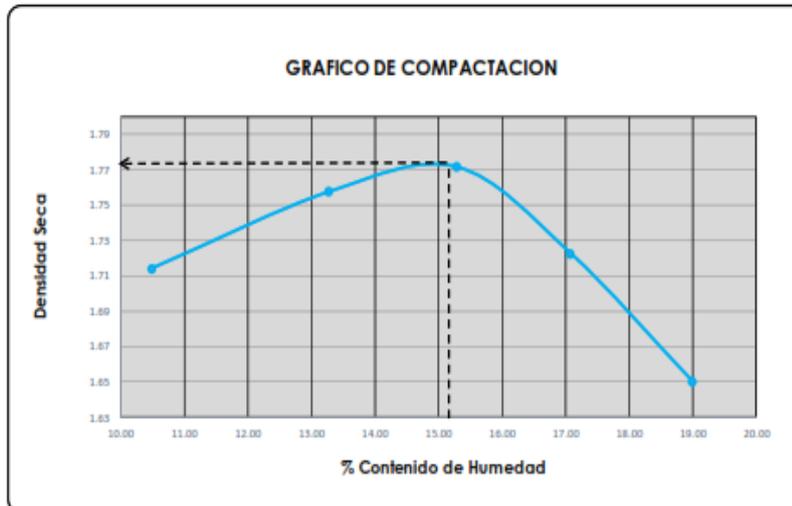
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT** Adición de Lignosulfonato 4%

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	123.48	130.00	132.86	120.00
Wcap+sh.	407.58	530.00	500.10	480.00
Wcap+ss.	380.60	483.10	451.40	427.50
Wss.	257.12	353.10	318.54	307.50
Ww.	26.98	46.90	48.70	52.50
%CH.	10.49	13.28	15.29	17.07

%CH.	10.49	13.28	15.29	17.07
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10939	11145	11254	11200
Wsh.	4023	4229	4338	4284
Densidad Hum.	1.894	1.991	2.042	2.017
Densidad Seca	1.714	1.758	1.772	1.723

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.772
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.29





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
 Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Optima(%): 15.29
 Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.772
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.683

Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 4% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE:				Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA				12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).				7911		7911		7911		8359		8359		8359	
Volumen de la Muestra(cc).				2124		2124		2124		2124		2124		2124	
Muestra Humeda + Molde(gr).				11778		11948		12031		12143		12698		12750	
Muestra Humeda(gr).				3867		4037		4120		4232		4339		4391	
Densidad Humeda(g/cm3).				1.82		1.90		1.94		1.99		2.04		2.07	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).				0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Muestra Humeda + Capsula(gr).				499.00		498.00		500.00		501.00		500.00		500.00	
Muestra Seca+ Capsula(gr).				434.00		410.00		433.00		418.00		433.00		425.00	
Muestra Seca(gr).				434.00		410.00		433.00		418.00		433.00		425.00	
Contenido de Agua(gr)				65.00		88.00		67.00		83.00		67.00		75.00	
Contenido de Humedad(%).				14.98		21.46		15.47		19.86		15.47		17.65	
Densidad Seca(g/cm3).				1.583		1.565		1.680		1.662		1.769		1.757	
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %				
	1.00	13:03	0.00	0.0000			0.0000			0.0000					
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816			
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816			
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908			
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908				
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR			
	0	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00			
	0.025	2	0.27		12	0.48		24	0.73		24	0.73			
	0.050	7	0.36		17	0.57		29	0.82		29	0.82			
	0.075	13	0.48		23	0.69		35	0.94		35	0.94			
	0.100	6.90	18	0.59	8.48	28	0.79	11.48	40	1.04	15.10	1.04			
	0.125	22	0.67		32	0.88		44	1.13		44	1.13			
	0.150	24	0.72		34	0.93		46	1.18		46	1.18			
	0.200	10.3	29	0.82	7.91	39	1.02	9.93	51	1.27	12.37	1.27			
	0.300	35	0.94		45	1.15		57	1.40		57	1.40			
	0.400	40	1.05		50	1.26		62	1.52		62	1.52			
	0.500	44	1.14		54	1.35		66	1.60		66	1.60			



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

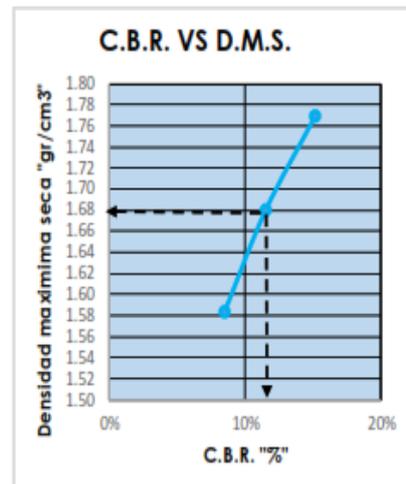
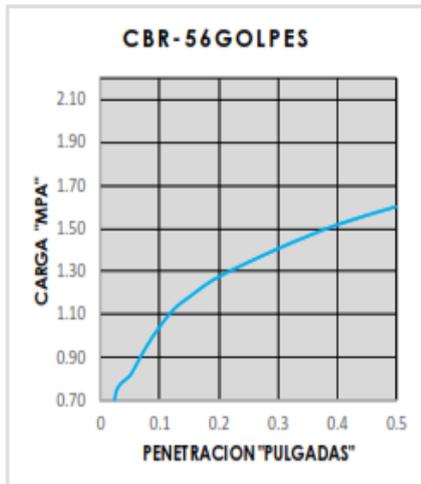
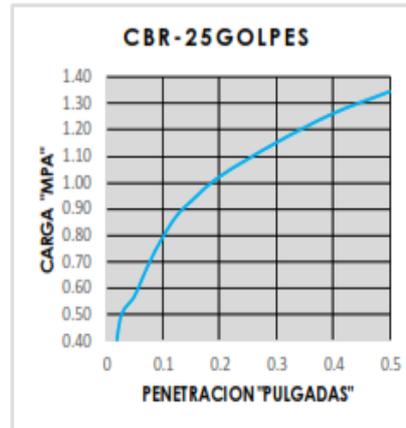
Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1
Fecha: Jul-22

Inción de Lignosulfonato 4%

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	14.98	1.58	1.09	8.48	C.B.R. - 95%	13.00
25	15.47	1.68	1.09	11.48	C.B.R. - 100%	15.10
56	15.47	1.77	1.09	15.10		



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1

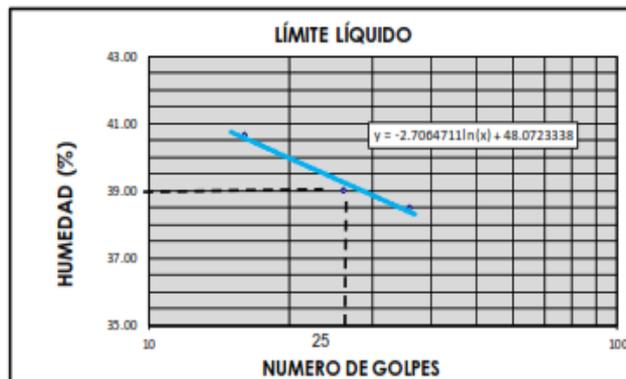
Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 6%

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	67.80	62.02	64.50	
Caps.+ S. seco	60.40	56.40	58.30	
Agua	7.40	5.62	6.20	
Peso Cápsula	42.20	42.00	42.20	
Peso S. seco	18.20	14.40	16.10	
% Humedad	40.66	39.03	38.51	
N° de golpes	16	26	36	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	49.40	48.90	49.10	
Caps.+ S. seco	48.16	47.68	47.85	
Agua	1.24	1.22	1.25	
Peso Cápsula	42.60	42.20	42.20	
Peso S. seco	5.56	5.48	5.65	
% Humedad	22.30	22.26	22.12	

LÍMITE LÍQUIDO	=	39.36 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	22.2 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	17.1 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Calicata: **1**

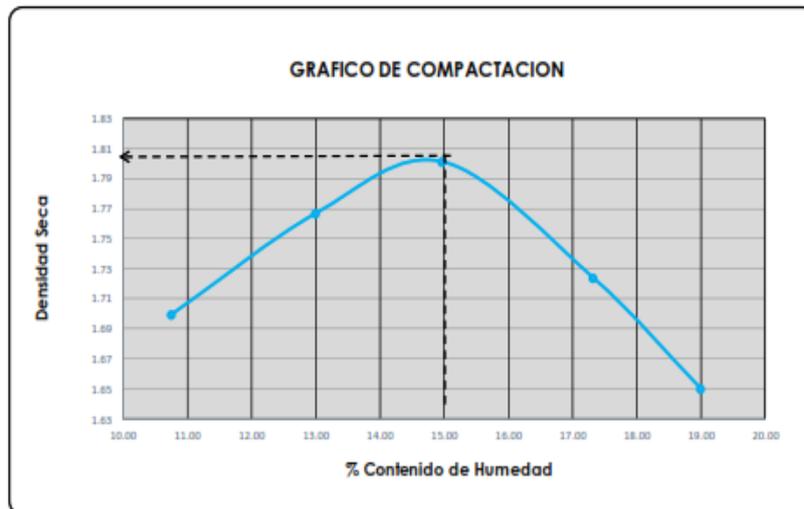
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 6%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	118.48	125.00	127.86	115.00
Wcap+sh.	401.58	524.00	494.10	474.00
Wcap+ss.	374.10	478.10	446.40	421.00
Wss.	255.62	353.10	318.54	306.00
Ww.	27.48	45.90	47.70	53.00
%CH.	10.75	13.00	14.97	17.32

%CH.	10.75	13.00	14.97	17.32
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10914	11157	11315	11212
Wsh.	3998	4241	4399	4296
Densidad Hum.	1.882	1.997	2.071	2.023
Densidad Seca	1.700	1.767	1.801	1.724

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.801
Contenido Optimo de Agua(%) :	14.97





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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Optima(%): 14.97
Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.801
95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.711

Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D' ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 4% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359					
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).			11791		11961	12041		12155	12711		12761			
Muestra Humeda(gr).			3880		4050	4130		4244	4352		4402			
Densidad Humeda(g/cm3).			1.83		1.91	1.94		2.00	2.05		2.07			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			499.00		498.00	500.00		501.00	500.00		500.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			434.00		410.00	433.00		418.00	433.00		425.00			
Muestra Seca(gr).			434.00		410.00	433.00		418.00	433.00		425.00			
Contenido de Agua(gr)			65.00		88.00	67.00		83.00	67.00		75.00			
Contenido de Humedad(%)			14.98		21.46	15.47		19.86	15.47		17.65			
Densidad Seca(g/cm3).			1.589		1.570	1.684		1.667	1.774		1.762			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000				
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908			
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56			
		0		0	0.00		0	0.00		0	0.00			
		0.025		11	0.45		24	0.72		38	1.01			
		0.050		16	0.54		29	0.81		43	1.10			
		0.075		21	0.67		34	0.94		48	1.23			
		0.100	6.90	26	0.77	11.15	39	1.04	15.07	53	1.33	19.31		
		0.125		30	0.85		43	1.12		57	1.42			
		0.150		33	0.91		46	1.18		60	1.47			
		0.200	10.3	38	1.00	9.71	51	1.27	12.35	65	1.57	15.20		
	0.300		44	1.13		57	1.40		71	1.70				
	0.400		49	1.24		62	1.51		76	1.81				
	0.500		53	1.32		66	1.60		80	1.89				



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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

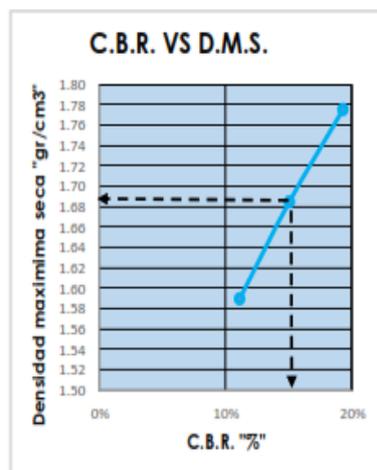
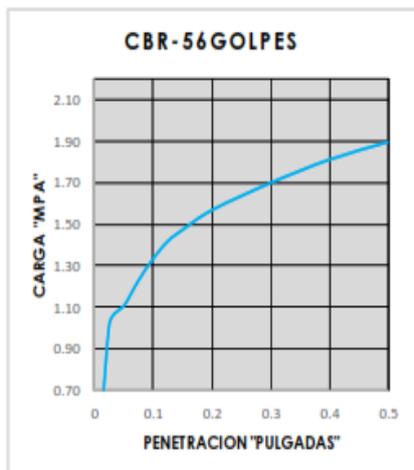
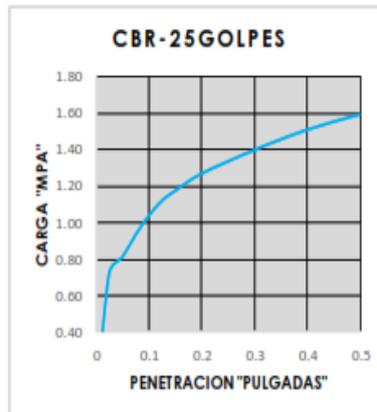
Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L

Adición de Lignosulfonato 6%

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Calicata: 1

Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	14.98	1.59	1.09	11.15	C.B.R. - 95%	16.10
25	15.47	1.68	1.09	15.07	C.B.R. - 100%	19.31
56	15.47	1.77	1.09	19.31		



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

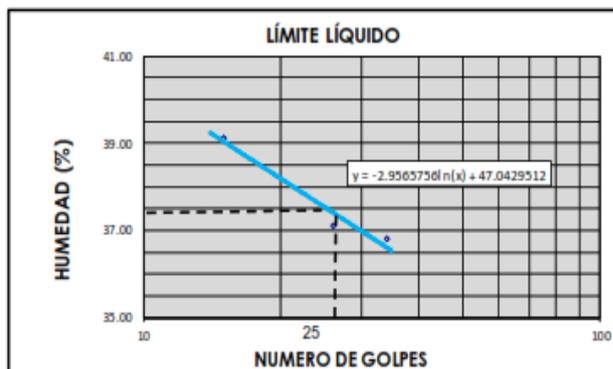
Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Calicata : **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
Calicata: **1**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 8%**

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	71.80	66.02	68.50	
Caps.+ S. seco	64.60	60.60	62.50	
Agua	7.20	5.42	6.00	
Peso Cápsula	46.20	46.00	46.20	
Peso S. seco	18.40	14.60	16.30	
% Humedad	39.13	37.12	36.81	
N° de golpes	15	26	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	52.50	52.00	52.20	
Caps.+ S. seco	51.46	50.98	51.15	
Agua	1.04	1.02	1.05	
Peso Cápsula	46.70	46.30	46.30	
Peso S. seco	4.76	4.68	4.85	
% Humedad	21.85	21.79	21.65	

LÍMITE LÍQUIDO	=	37.53 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.8 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	15.8 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **JUL-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188388 N:8499215 19L**
 Calicata: 1

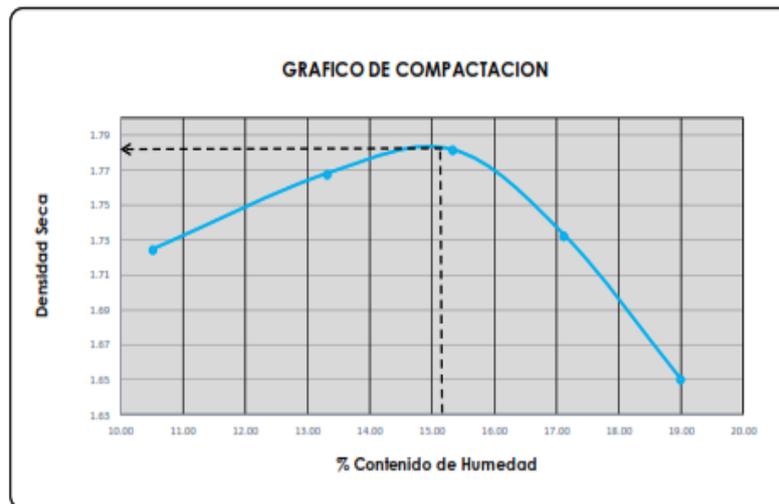
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 8%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	124.48	131.00	133.86	121.00
Wcap+sh.	407.58	530.00	500.10	480.00
Wcap+ss.	380.60	483.10	451.40	427.50
Wss.	256.12	352.10	317.54	306.50
Ww.	26.98	46.90	48.70	52.50
%CH.	10.53	13.32	15.34	17.13

%CH.	10.53	13.32	15.34	17.13
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10965	11171	11280	11226
Wsh.	4049	4255	4364	4310
Densidad Hum.	1.904	2.003	2.055	2.029
Densidad Seca	1.725	1.768	1.781	1.732

Densidad Seca Maxima(g/cm ³) :	1.781
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.34





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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Optima(%): 15.34
Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.781
95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.692

Calicata: 1

Solicitante: HUAMÁN PEO EDWARD D'ALEMBERT Adición de lignosulfonato 8% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359					
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).			11808		11978	12058		12173	12730		12778			
Muestra Humeda(gr).			3897		4067	4147		4262	4371		4419			
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.83		1.91	1.95		2.01	2.06		2.08			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			499.00		498.00	500.00		501.00	500.00		500.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			434.00		410.00	433.00		418.00	433.00		425.00			
Muestra Seca(gr).			434.00		410.00	433.00		418.00	433.00		425.00			
Contenido de Agua(gr)			65.00		88.00	67.00		83.00	67.00		75.00			
Contenido de Humedad(%)			14.98		21.46	15.47		19.86	15.47		17.65			
Densidad Seca(gr/cm3).			1.596		1.576	1.691		1.674	1.782		1.768			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000				
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908			
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12		DIAL	MPa	25		DIAL	MPa	56	
		0		0	0.00		0	0.00		0	0.00			
		0.025		3	0.29		14	0.51		26	0.75			
		0.050		7	0.37		18	0.60		30	0.84			
		0.075		13	0.50		24	0.72		36	0.96			
		0.100	6.90	18	0.60	8.69	29	0.83	11.99	41	1.07	15.49		
		0.125		22	0.68		33	0.91		45	1.15			
		0.150		25	0.74		36	0.96		47	1.21			
		0.200	10.3	29	0.83	8.05	40	1.06	10.28	52	1.30	12.63		
		0.300		36	0.96		47	1.19		58	1.43			
		0.400		41	1.07		52	1.30		63	1.54			
	0.500		45	1.15		56	1.38		67	1.63				



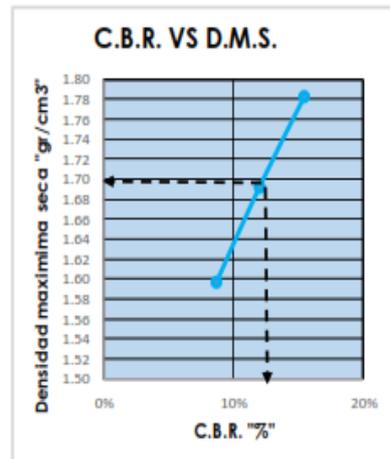
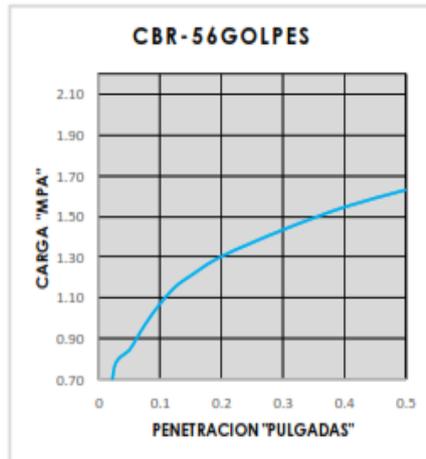
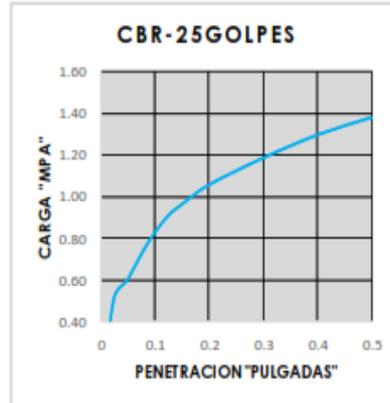
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE
Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188388 N:8499215 19L
Calicata: 1
Fecha: Jul-22

Adición de Lignosulfonato 8%

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	14.98	1.60	1.09	8.69	C.B.R. - 95% 13.80
25	15.47	1.69	1.09	11.99	C.B.R. - 100% 15.49
56	15.47	1.78	1.09	15.49	



**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

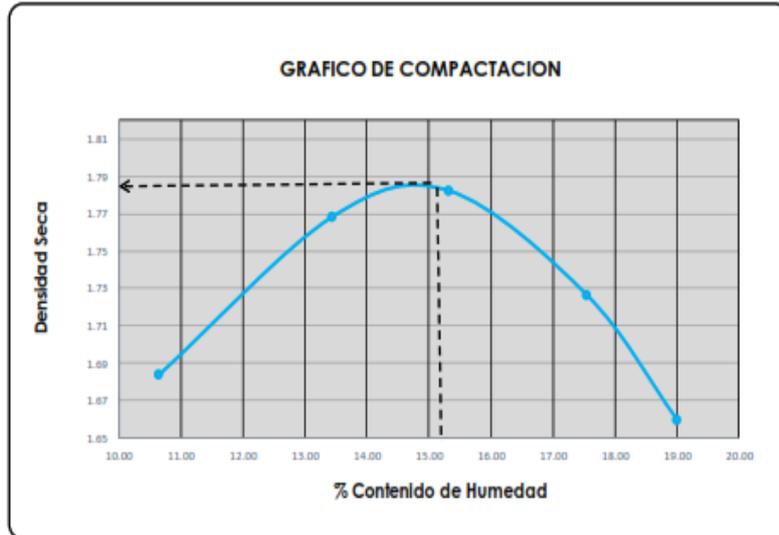
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBER** Adición de Lignosulfonato 2%

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	105.00	106.00	105.20	105.00
Wcap+sh.	503.30	505.30	506.30	502.30
Wcap+ss.	465.00	458.00	453.00	443.00
Wss.	360.00	352.00	347.80	338.00
Ww.	38.30	47.30	53.30	59.30
%CH.	10.64	13.44	15.32	17.54

%CH	10.64	13.44	15.32	17.54
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10873	11177	11282	11227
Wsh.	3957	4261	4366	4311
Densidad Hum.	1.863	2.006	2.056	2.030
Densidad Seca	1.684	1.768	1.782	1.727

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.782
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.32





LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Vuestreo: SOLICITANTE Calicata: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L

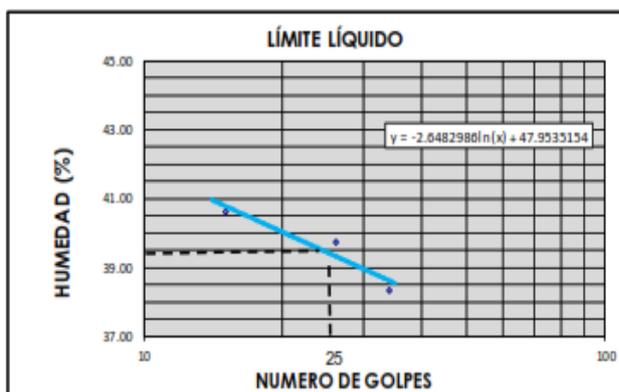
Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 2%

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	66.79	64.20	63.47	
Caps.+ S. seco	59.80	57.60	57.30	
Agua	6.99	6.60	6.17	
Peso Cápsula	42.60	41.00	41.20	
Peso S. seco	17.20	16.60	16.10	
% Humedad	40.64	39.76	38.32	
Nº de golpes	15	26	34	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	48.50	47.80	48.00	
Caps.+ S. seco	47.29	46.59	46.80	
Agua	1.21	1.21	1.20	
Peso Cápsula	41.66	41.00	41.30	
Peso S. seco	5.63	5.59	5.50	
% Humedad	21.49	21.65	21.82	

LÍMITE LÍQUIDO	=	39.43 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.7 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	17.8 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordinadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

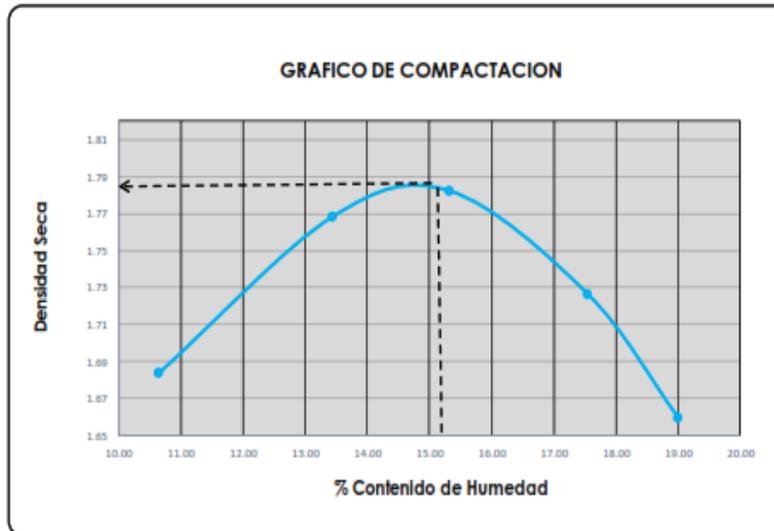
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBER** Edición de Lignosulfonato 2%

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	105.00	106.00	105.20	105.00
Wcap+sh.	503.30	505.30	506.30	502.30
Wcap+ss.	465.00	458.00	453.00	443.00
Wss.	360.00	352.00	347.80	338.00
Ww.	38.30	47.30	53.30	59.30
%CH.	10.64	13.44	15.32	17.54

%CH.	10.64	13.44	15.32	17.54
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10873	11177	11282	11227
Wsh.	3957	4261	4366	4311
Densidad Hum.	1.863	2.006	2.056	2.030
Densidad Seca	1.684	1.768	1.782	1.727

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.782
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.32





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Coordenadas: **E:188303 N:8498759 191**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO** Humedad Optima(%): **15.32**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.782**
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.693**

Calicata: 2

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Ugnosulfonato 2%** Fecha: **Jul-22**

DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area				
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42				
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56						
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA			
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359			8359			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11817			12040			12092			12249			
Muestra Humeda(gr).			3906			4129			4181			4338			
Densidad Humeda(g/cm3).			1.84			1.94			1.97			2.04			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			122.00			100.00			120.00			122.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00			497.00			500.00			502.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60			430.00			449.00			424.00			
Muestra Seca(gr).			327.60			330.00			329.00			328.00			
Contenido de Agua(gr)			50.40			67.00			51.00			76.00			
Contenido de Humedad(%)			15.38			20.30			15.50			18.36			
Densidad Seca(g/cm3).			1.594			1.616			1.704			1.726			
			1.784			1.803			1.784			1.803			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		
	1.00	13:05	0.00	0.0000				0.0000				0.0000			
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816		0.1000	0.1000	2.1816		0.1000	0.1000	2.1816	
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816		0.2000	0.1000	2.1816		0.2000	0.1000	2.1816	
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908		0.2500	0.0500	1.0908		0.2500	0.0500	1.0908	
5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908		0.3000	0.0500	1.0908		0.3000	0.0500	1.0908		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		
			DIAL	MPa	12		DIAL	MPa	25		DIAL	MPa	56		
	0		0	0.00			0	0.00			0	0.00			
	0.025		3	0.28			13	0.49			25	0.75			
	0.050		9	0.41			19	0.62			32	0.88			
	0.075		15	0.53			25	0.74			37	1.00			
	0.100	6.90	19	0.62	8.96		29	0.83	11.96		42	1.09	15.74		
	0.125		23	0.70			33	0.91			46	1.17			
	0.150		26	0.75			36	0.96			48	1.22			
	0.200	10.3	30	0.85	8.28		40	1.06	10.30		53	1.32	12.84		
0.300		36	0.97			46	1.18			59	1.44				
0.400		41	1.06			51	1.27			63	1.54				
0.500		45	1.16			55	1.37			68	1.63				



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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO

Provincia: CUSCO

Distrito: PARURO

Region: CUSCO

Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRASANTE

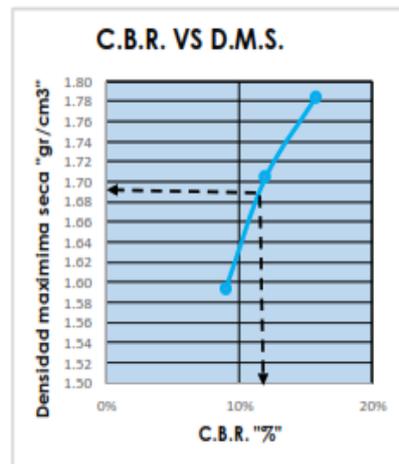
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L

Adición de Lignosulfonato 2%

Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT

Fecha: Jul-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.59	1.09	8.96	C.B.R. - 95%	13.00
25	15.50	1.70	1.09	11.96	C.B.R. - 100%	15.74
56	15.24	1.78	1.09	15.74		

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Fecha: Jul-22
 Distrito: PARURO Region: CUSCO

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRASANTE
 Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
 Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 4%

LÍMITES DE CONSISTENCIA

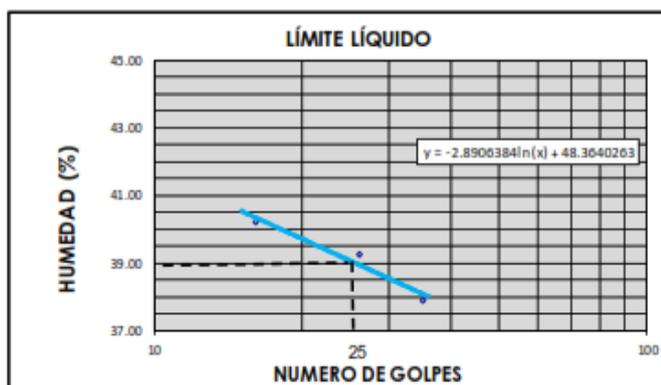
LÍMITE LÍQUIDO

Muestra	1	2	3
Nº de Cápsula	1	2	3
Caps.+ S. húmedo	67.29	64.70	63.97
Caps.+ S. seco	60.35	58.16	57.85
Agua	6.94	6.54	6.12
Peso Cápsula	43.10	41.50	41.70
Peso S. seco	17.25	16.66	16.15
% Humedad	40.23	39.26	37.89
Nº de golpes	16	26	35

LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3
Nº de Cápsula	1	2	3
Caps.+ S. húmedo	49.00	48.30	48.50
Caps.+ S. seco	47.75	47.05	47.26
Agua	1.25	1.25	1.24
Peso Cápsula	42.16	41.50	41.80
Peso S. seco	5.59	5.55	5.46
% Humedad	22.36	22.52	22.71

LÍMITE LÍQUIDO	=	39.06 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	22.5 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	16.5 %





ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
Calicata: **2**

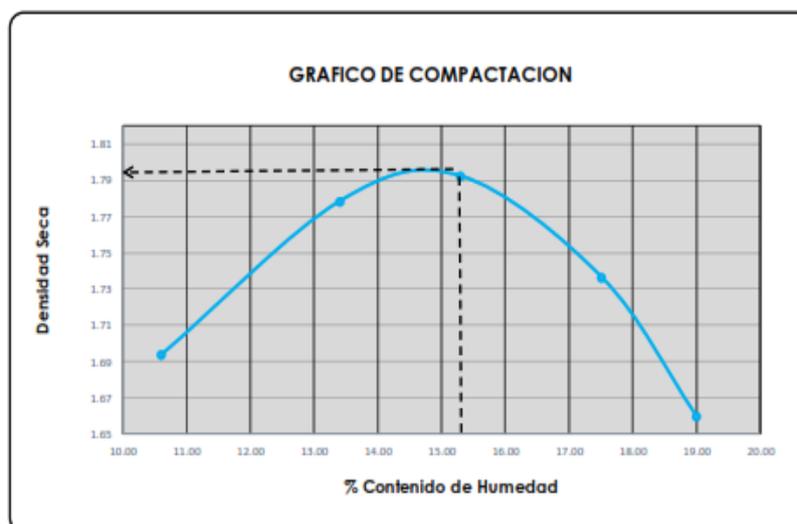
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 4%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	107.00	108.00	107.20	107.00
Wcap+sh.	505.20	507.20	508.20	504.20
Wcap+ss.	467.00	460.00	455.00	445.00
Wss.	360.00	352.00	347.80	338.00
Ww.	38.20	47.20	53.20	59.20
%CH.	10.61	13.41	15.30	17.51

%CH.	10.61	13.41	15.30	17.51
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10896	11200	11305	11250
Wsh.	3980	4284	4389	4334
Densidad Hum.	1.874	2.017	2.066	2.040
Densidad Seca	1.694	1.778	1.792	1.736

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.792
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.30





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

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Óptima(%): 15.30
Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.792
93% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.703

Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 4% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11839		12060	12112		12270	12766		12864	
Muestra Humeda(gr).			3928		4149	4201		4359	4407		4505	
Densidad Humeda(g/cm3).			1.85		1.95	1.98		2.05	2.07		2.12	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		10.00	122.00		100.00	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		497.00	500.00		500.00	500.00		502.00	
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60		430.00	449.00		424.00	450.00		445.00	
Muestra Seca(gr).			327.60		330.00	329.00		414.00	328.00		345.00	
Contenido de Agua(gr)			50.40		67.00	51.00		76.00	50.00		57.00	
Contenido de Humedad(%)			15.38		20.30	15.50		18.36	15.24		16.52	
Densidad Seca(g/cm3).			1.603		1.624	1.712		1.734	1.800		1.820	
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			
					PULGS	%			PULGS	%		
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA CBR			FACTOR CARGA CBR			FACTOR CARGA CBR			
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
		0		0	0.00		0	0.00		0	0.00	
		0.025		4	0.30		15	0.53		26	0.77	
		0.050		10	0.43		21	0.65		33	0.90	
		0.075		16	0.55		27	0.78		38	1.02	
		0.100	6.90	20	0.63	9.20	31	0.86	12.51	43	1.11	16.04
		0.125		24	0.72		35	0.94		47	1.19	
		0.150		26	0.77		37	1.00		49	1.24	
		0.200	10.3	31	0.87	8.44	42	1.10	10.66	54	1.34	13.04
	0.300		37	0.99		48	1.22		60	1.46		
	0.400		41	1.08		52	1.31		64	1.56		
	0.500		46	1.18		57	1.41		69	1.65		



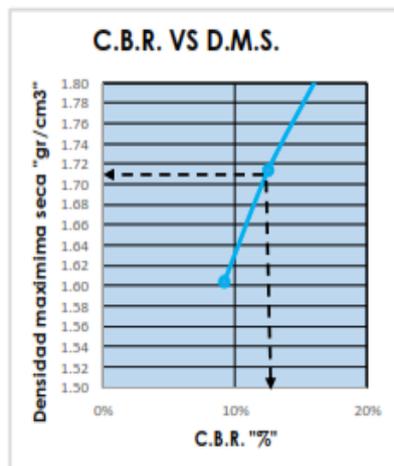
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO
 Distrito: PARURO Region: CUSCO
 Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE
 Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
 Calicata: 2 Fecha: Jul-22

Adición de Lignosulfonato 4%

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.60	1.09	9.20	C.B.R. - 95%	13.50
25	15.50	1.71	1.09	12.51	C.B.R. - 100%	16.04
56	15.24	1.80	1.09	16.04		





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestra: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

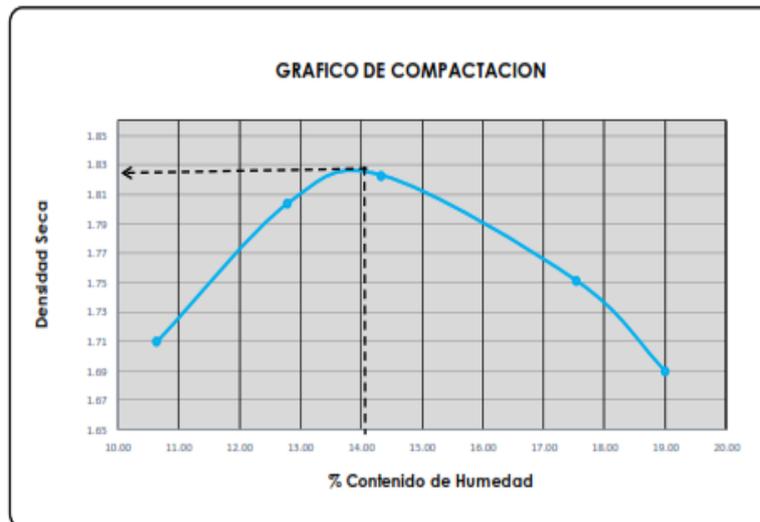
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 6%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	111.00	112.00	111.20	111.00
Wcap+sh.	509.30	511.30	512.30	508.30
Wcap+ss.	471.00	466.00	462.00	449.00
Wss.	360.00	354.00	350.80	338.00
Ww.	38.30	45.30	50.30	59.30
%CH.	10.64	12.80	14.34	17.54

%CH.	10.64	12.80	14.34	17.54
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10934	11238	11343	11288
Wsh.	4018	4322	4427	4372
Densidad Hum.	1.892	2.035	2.084	2.058
Densidad Seca	1.710	1.804	1.823	1.751

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.823
Contenido Optimo de Agua(%) :	14.34





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
 Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Óptima(%): 14.34
 Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Máxima(g/cm³): 1.823
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm³): 1.732

Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 6% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).			791.1			791.1			835.9					
Volumen de la Muestra(cc).			212.4			212.4			212.4					
Muestra Humeda + Molde(gr).			1186.6		1208.1	1214.0		1229.0	1278.9		1289.1			
Muestra Humeda(gr).			395.5		417.0	422.9		437.9	443.0		453.2			
Densidad Humeda(g/cm ³).			1.86		1.96	1.99		2.06	2.09		2.13			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		100.00	122.00		100.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		497.00	500.00		500.00	500.00		502.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60		430.00	449.00		424.00	450.00		445.00			
Muestra Seca(gr).			327.60		330.00	329.00		414.00	328.00		345.00			
Contenido de Agua(gr)			50.40		67.00	51.00		76.00	50.00		57.00			
Contenido de Humedad(%)			15.38		20.30	15.50		18.36	15.24		16.52			
Densidad Seca(g/cm ³).			1.614		1.632	1.724		1.742	1.810		1.831			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000				
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
	5.00	12:38	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRA CON "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12		DIAL	MPa	25		DIAL	MPa	56	
	0		0	0.00			0	0.00			0	0.00		
	0.025		13	0.50			25	0.74			37	0.99		
	0.050		19	0.62			31	0.87			43	1.11		
	0.075		25	0.75			37	1.00			49	1.24		
	0.100	6.90	30	0.83	12.08		42	1.08	15.71		53	1.33	19.22	
	0.125		33	0.91			45	1.17			57	1.41		
	0.150		36	0.97			48	1.22			60	1.46		
	0.200	10.3	41	1.07	10.38		53	1.32	12.82		64	1.56	15.18	
	0.300		47	1.19			59	1.44			70	1.69		
0.400		51	1.28			63	1.53			75	1.78			
0.500		56	1.38			68	1.63			79	1.88			



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

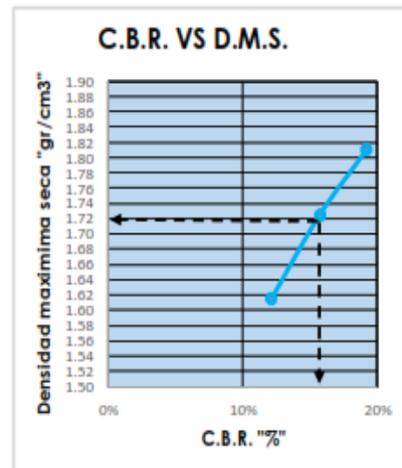
Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO - CUSCO - 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2
Fecha: Jul-22

Adición de Lignosulfonato 6%

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	15.38	1.61	1.09	12.08	C.B.R. - 95% 16.05
25	15.50	1.72	1.09	15.71	C.B.R. - 100% 19.22
56	15.24	1.81	1.09	19.22	





LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Ubicación: Sector: **PARURO - CUSCO** Provincia: **CUSCO** Fecha: **Jul-22**
Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**

Hecho por: Vuestreo: **SOLICITANTE**

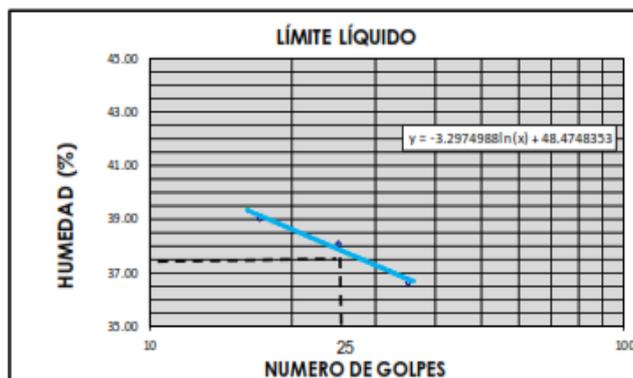
Calicata: **SUBRASANTE**
Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
Calicata: **2**

Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 8%**

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	68.79	66.20	65.47	
Caps.+ S. seco	62.00	59.80	59.50	
Agua	6.79	6.40	5.97	
Peso Cápsula	44.60	43.00	43.20	
Peso S. seco	17.40	16.80	16.30	
% Humedad	39.02	38.10	36.63	
Nº de golpes	17	25	35	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	50.50	49.80	50.00	
Caps.+ S. seco	49.20	48.50	48.71	
Agua	1.30	1.30	1.29	
Peso Cápsula	43.66	43.00	43.30	
Peso S. seco	5.54	5.50	5.41	
% Humedad	23.47	23.64	23.84	

LÍMITE LÍQUIDO	=	37.86 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	23.6 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	14.2 %





**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70**

Proyecto : **INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.**

Lugar: **PARURO - CUSCO** Provincia: **cusco** Fecha: **Jul-22**
 Distrito: **PARURO** Region: **CUSCO**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRASANTE**
 Coordenadas: **E:188303 N:8498759 19L**
 Calicata: **2**

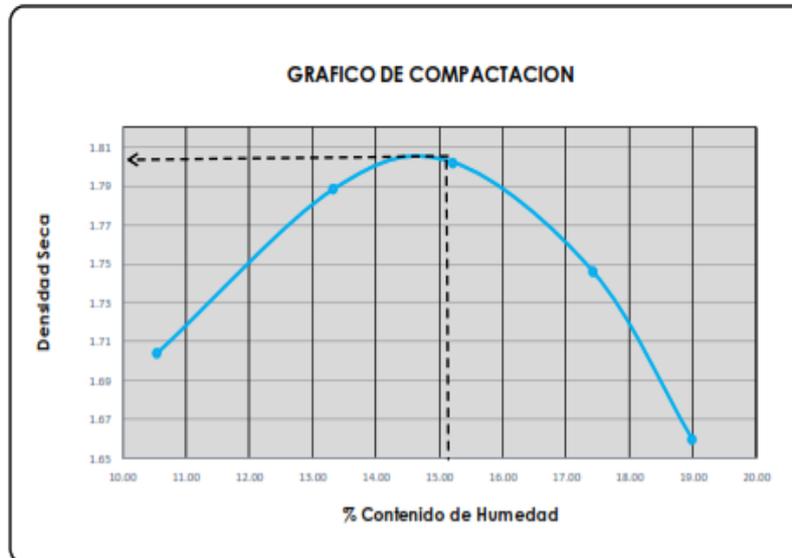
Solicitante: **HUAMÁN PEZO EDWARD D´ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 8%**

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

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	120.00	121.00	120.20	120.00
Wcap+sh.	518.50	520.50	521.50	517.50
Wcap+ss.	480.50	473.50	468.50	458.50
Wss.	360.50	352.50	348.30	338.50
Ww.	38.00	47.00	53.00	59.00
%CH.	10.54	13.33	15.22	17.43

%CH.	10.54	13.33	15.22	17.43
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10917	11221	11326	11271
Wsh.	4001	4305	4410	4355
Densidad Hum.	1.884	2.027	2.076	2.050
Densidad Seca	1.704	1.788	1.802	1.746

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.802
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.22





RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO Provincia: CUSCO Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
 Distrito: PARURO Region: CUSCO Humedad Optima(%): 15.22
 Muestra: SOLICITANTE Material: SUBRASANTE Densidad Seca Maxima(g/cm3): 1.802
 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): 1.712

Calicata: 2

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT Adición de Lignosulfonato 8% Fecha: Jul-22

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area			
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLFES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359					
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).			11877		12100	12151		12310	12800		12902			
Muestra Humeda(gr).			3966		4189	4240		4399	4441		4543			
Densidad Humeda(g/cm3).			1.87		1.97	2.00		2.07	2.09		2.14			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		10.00	122.00		100.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		497.00	500.00		500.00	500.00		502.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60		430.00	449.00		424.00	450.00		445.00			
Muestra Seca(gr).			327.60		330.00	329.00		414.00	328.00		345.00			
Contenido de Agua(gr)			30.40		67.00	51.00		76.00	30.00		57.00			
Contenido de Humedad(%)			15.38		20.30	15.30		18.36	15.24		16.32			
Densidad Seca(g/cm3).			1.618		1.639	1.728		1.730	1.814		1.836			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000				
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816		
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816		
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908		
	5.00	12:38	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56			
	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00				
	0.025		4	0.31		15	0.34		27	0.78				
	0.050		11	0.44		22	0.67		33	0.90				
	0.075		17	0.56		28	0.79		39	1.03				
	0.100	6.90	21	0.65	9.44	32	0.88	12.75	43	1.11	16.16			
	0.125		25	0.73		36	0.96		47	1.20				
	0.150		27	0.79		38	1.01		50	1.25				
	0.200	10.3	32	0.89	8.60	43	1.11	10.82	54	1.35	13.12			
	0.300		38	1.01		49	1.24		60	1.47				
0.400		42	1.10		53	1.33		65	1.57					
0.500		47	1.19		58	1.42		69	1.66					



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

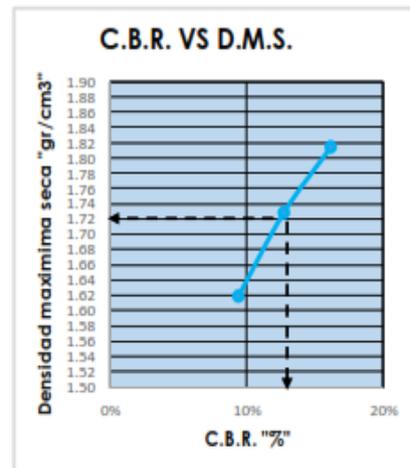
Proyecto : INCORPORACIÓN DE LIGNOSULFONATO DE CALCIO Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA PARURO – CUSCO – 2022.

Lugar: PARURO - CUSCO
Distrito: PARURO
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: CUSCO
Region: CUSCO
Material: SUBRASANTE
Coordenadas: E:188303 N:8498759 19L
Calicata: 2
Fecha: Jul-22

Adición de Lignosulfonato 8%

Solicitante: HUAMÁN PEZO EDWARD D'ALEMBERT



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	15.38	1.62	1.09	9.44	C.B.R. - 95%	14.60
25	15.50	1.73	1.09	12.75	C.B.R. - 100%	16.16
56	15.24	1.81	1.09	16.16		

Anexo 9. Certificados de calibración del equipo.



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 973

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2021-05-30

1. SOLICITANTE : CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
DIRECCIÓN : PRO. ARICA NRO. SN | ESQUINA CTDO PUERTA ROJA FT TIENDA) APURIMAC-ABANCAY-ABANCAY

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL

MARCA	: PINZUAR	PROCEDENCIA	: NO INDICA
MODELO	: PS-111	IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 0271	TIPO	: DIGITAL
FECHA DE INSPECCIÓN	: 2021-05-30	UBICACIÓN	: NO INDICA

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN
Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN
La calibración se realizó en el Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. Sucursal del Perú.
Calle Ricardo Palma N° 998 Urb. San Joaquín Bellavista - Callao.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,5	20,8
Humedad Relativa %HR	62	62

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

7. OBSERVACIONES
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	205	g
Espesor de la copa	2,02	mm
Profundidad de la copa	24,25	mm
Altura de la base	50,29	mm
Ancho de la base	125,33	mm
Longitud de la base	150,32	mm
No de golpes por segundo	2	golpes / s


Henry Julio Leon Masgo
Metrólogo del Laboratorio de Metrología.
PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ

TRAZABILIDAD: Pinzuar Ltda. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.
(*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co
WWW.PINZUAR.COM.CO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Página 1 de 5

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/01/10
Solicitante	CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO
Dirección	PRO. ARICA NRO. 5N (EQUINA CTDO PUERTA ROJA, FT TIENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO
Identificación	0141-018-2022
Marca	ARSOU
Modelo	HR701
Serie	400215
Cámara	85 Litros
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	THOLZ
Modelo	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP
Fecha de calibración	2022/01/10
Método/Procedimiento de calibración	- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL. - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Página

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.1	110.8	110.5	111.0	110.1	110.7	110.4	111.0	110.6	110.0	110.5	1.0
00:02	110	110.2	111.0	110.9	110.2	110.0	111.0	110.1	110.1	110.9	111.0	110.5	1.0
00:04	110	110.4	110.4	110.3	110.4	110.2	110.8	110.4	110.7	110.3	110.7	110.5	0.6
00:06	110	110.1	110.6	110.8	110.6	110.8	110.1	110.2	110.3	110.8	110.0	110.4	0.8
00:08	110	110.9	110.6	110.5	110.4	110.5	110.5	110.5	111.0	110.7	110.4	110.6	0.6
00:10	110	110.9	110.7	110.5	110.3	110.5	110.6	110.2	110.3	110.9	110.8	110.6	0.7
00:12	110	110.2	110.3	110.3	111.0	110.7	110.7	110.1	110.0	110.9	110.6	110.5	1.0
00:14	110	110.9	110.6	110.2	110.9	110.6	110.9	110.1	110.7	110.9	110.3	110.6	0.8
00:16	110	110.3	110.7	110.3	110.9	110.6	111.0	110.5	110.2	110.3	110.3	110.5	0.8
00:18	110	110.8	110.9	111.0	110.6	110.2	110.9	110.1	110.7	110.3	110.7	110.6	0.9
00:20	110	110.5	110.9	110.8	110.7	110.7	110.5	110.0	110.7	110.2	111.0	110.6	1.0
00:22	110	110.4	110.9	111.0	110.2	110.2	110.1	110.2	110.6	110.6	110.5	110.5	0.9
00:24	110	110.1	110.0	110.4	110.8	110.4	110.2	110.6	111.0	111.0	110.8	110.5	1.0
00:26	110	110.0	110.3	110.7	110.4	110.6	110.6	110.4	110.6	110.3	110.2	110.4	0.7
00:28	110	110.5	110.6	110.4	110.9	110.4	110.7	110.0	110.7	110.4	110.8	110.6	0.9
00:30	110	110.3	111.0	110.5	110.9	110.2	110.2	110.9	111.0	110.8	110.3	110.7	0.8
00:32	110	110.3	110.5	110.9	110.1	110.3	110.9	110.7	111.0	110.8	110.4	110.6	0.9
00:34	110	110.0	110.2	111.0	110.9	110.5	110.6	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.5	111.0	110.7	110.5	110.8	110.2	110.2	110.4	110.6	0.8
00:38	110	111.0	110.0	110.9	110.9	110.4	110.8	110.5	111.0	110.0	110.7	110.6	1.0
00:40	110	110.8	110.8	110.2	110.9	110.6	110.9	110.7	110.0	110.7	110.2	110.6	0.9
00:42	110	110.8	110.9	110.3	110.7	111.0	110.5	110.3	110.8	110.2	110.7	110.6	0.8
00:44	110	110.0	110.5	111.0	110.4	110.5	110.5	110.8	110.8	110.5	110.7	110.6	1.0
00:46	110	111.0	110.1	111.0	110.6	110.9	110.7	110.3	110.9	110.4	110.5	110.6	0.9
00:48	110	110.6	110.2	110.5	110.1	111.0	110.2	110.8	110.4	110.6	110.1	110.5	0.9
00:50	110	110.9	110.9	110.7	110.4	110.4	110.2	110.1	110.1	110.2	110.8	110.5	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.6	110.6	110.5	110.6	110.4	110.6	110.6	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0		
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.2	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- T_{max} Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

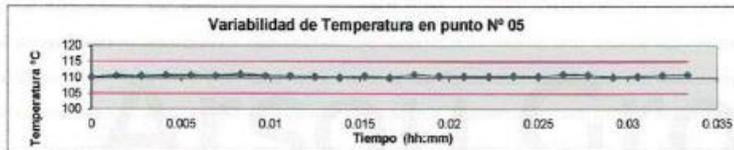
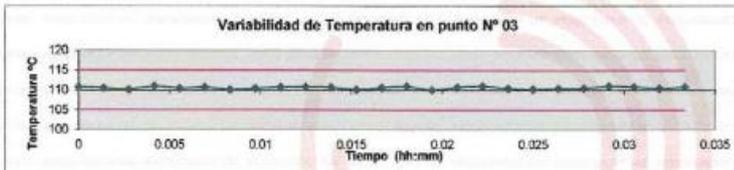
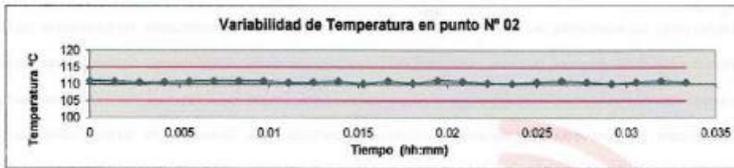
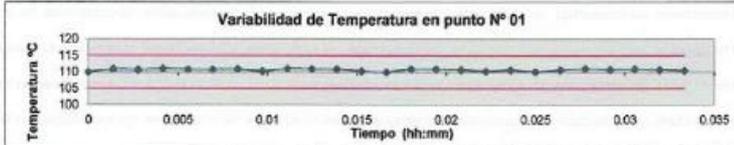
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



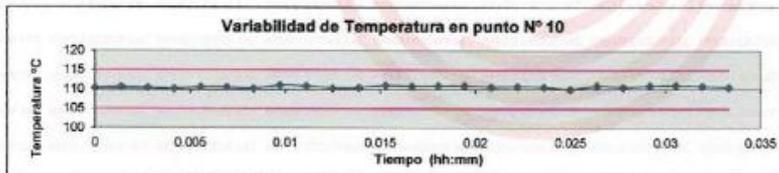
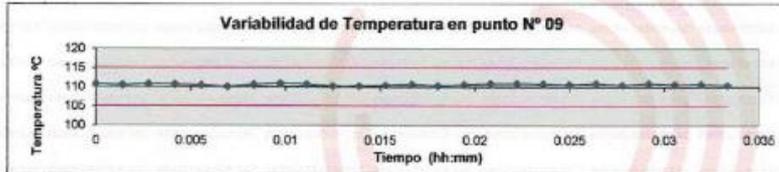
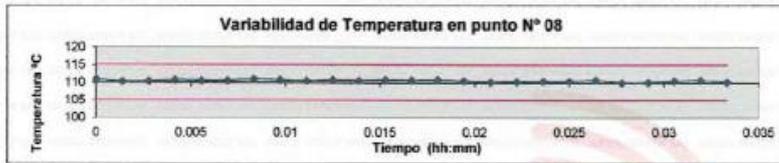
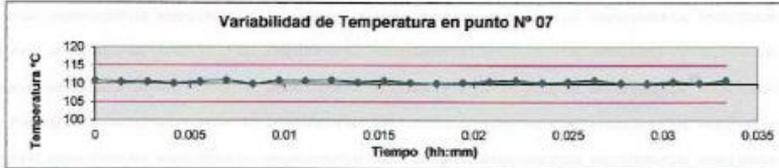
Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

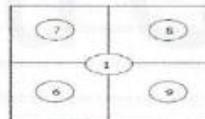
ARSOU GROUP S.A.C.
Hugo Luis Arcevala BARRERA
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

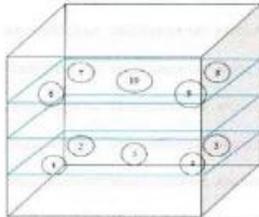
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Cerna
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 010 - 2022

Página 1 de 3

Expediente 22-0015

1. Solicitante CONCHIPA E.I.R.L.

2. Dirección Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC

3. Equipo PRENSA CBR

Capacidad 5000 kgf

Marca PINZUAR

Modelo P-29

Número de Serie 118

Identificación NO INDICA

Procedencia COLOMBIA

4. Indicador ANALÓGICO

Marca BAKER

Número de Serie BIA443

División de Escala / Resolución 0,0001 pulg.

5. Fecha de Calibración 2022-05-12

6. Fecha de Emisión 2022-05-16

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

SERVICIOS & METROLOGÍA 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 es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). 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.

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2022.05.16 21:07:37
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 010 - 2022

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de 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.

8. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	48 % HR	49 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2021-1 95857 / 2021-1 6727	Celda de carga calibrado a 30 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 028-22A

11. 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.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 010 - 2022

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

El equipo presenta ANILLO DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 50 kN

Marca : NO INDICA

Clase : NO INDICA

Nº de Serie : NO INDICA

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				Error de Exactitud q (%)	Incertidumbre U (k=2) (%)
%	Divisiones	F_1 (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)		
10	100	353	360,2	360,5	359,5	-1,9	0,24
20	200	812	806,4	807,0	806,5	0,6	0,24
30	300	1269	1266,0	1266,0	1266,3	0,2	0,24
40	400	1725	1720,5	1720,6	1721,0	0,2	0,24
50	500	2180	2177,7	2178,0	2177,0	0,1	0,24
60	600	2634	2639,4	2639,4	2640,0	-0,2	0,24
70	700	3087	3086,6	3087,1	3087,2	0,0	0,24
80	800	3539	3545,6	3546,1	3546,7	-0,2	0,24
90	900	3990	3988,2	3989,0	3988,7	0,0	0,24
100	1000	4440	4436,0	4435,6	4436,0	0,1	0,24

Con los resultados obtenidos se realizó la siguiente ecuación de ajuste:

Y = Fuerza (kgf)

X = Valores del Dial

$$Y = -0,0000522 x^2 + 4,598 x - 105,894$$

13. 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.

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 001 - 2022

Página 1 de 3

Expediente	22-0015	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA 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.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	CONCHIPA E.I.R.L.	
2. Dirección	Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC	
3. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	
Alcance de indicación	0 pulg. a 1,00 pulg.	
División de Escala / Resolución	0,001 pulg.	
Marca	INSIZE	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	0552	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	ANALÓGICO	
4. Fecha de Calibración	2022-05-12	
5. Fecha de Emisión	2022-05-16	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

Fecha: 2022.05.16 21:06:11
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 001 - 2022

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 SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	54 %	53 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-32	DM / INACAL LLA-170-2021
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES: LLA-125-2020		

10. Observaciones

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 001 - 2022

11. Resultados de medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg)	(mils)
2,00	0,0787	0,0791	0,4
5,00	0,1969	0,1972	0,3
8,00	0,3150	0,3154	0,4
15,00	0,5906	0,5901	-0,5
20,00	0,7874	0,7879	0,5
25,00	0,9843	0,9850	0,7

Alcance del error de indicación (f_e) : 1,15 mils.

Incertidumbre del error de indicación : $\pm 0,59$ mils para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg.)	(mils)
25,00	0,9843	0,9850	0,7
		0,9850	0,7
		0,9850	0,7
		0,9850	0,7
		0,9850	0,7

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,00 mils

Incertidumbre del error de indicación : $\pm 0,59$ mils para ($k=2$)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4 μ m.

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
SMM - 008 - 2022

Página 1 de 4

Expediente	22-0015
1. Solicitante	CONCHIPA E.I.R.L.
2. Dirección	Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC
3. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala	1 g
División de verificación	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R21PE30ZH
Número de Serie	8349380656
Identificación	NO INDICA
Procedencia	U.S.A.
Ubicación	NO INDICA
4. Fecha de Calibración	2022-05-12
5. Fecha de Emisión	2022-05-16

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

SERVICIOS & METROLOGIA 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 es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). 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.

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2022.05.16 13:56:55
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 008 - 2022

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

Las instalaciones del cliente.

Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19,7	19,9
Humedad Relativa (%)	55	56

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 F1) E1959-2939A-2021-1	PESAS (Clase de exactitud M1)	SGM-A-0513-2022
PESAS (Clase de exactitud E2) LM-C-294-2021	PESAS (Clase de exactitud F1)	E642-1082B-2022-3
PESA (Clase de exactitud M1) 0277A-MPES-C-2022	PESA (Clase de exactitud M2)	096-CM-M-2022
PESA (Clase de exactitud M1) 0278-MPES-C-2022	PESA (Clase de exactitud M2)	095-CM-M-2022

10. Observaciones

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 008 - 2022

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	19,7 °C	19,8 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,5	0,0	
2	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1	
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1	
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1	
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1	
6	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1	
7	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,5	0,0	
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,5	0,0	
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1	
10	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1	
Diferencia Máxima			0,2	Diferencia Máxima			0,1
Error Máximo Permissible			$\pm 20,0$	Error Máximo Permissible			$\pm 30,0$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	19,8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	10 000	0,7	-0,2	-0,2
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3		10	0,5	0,0		10 000	0,4	0,1	0,1
4		10	0,5	0,0		10 001	0,9	0,6	0,6
5		10	0,5	0,0		10 000	0,7	-0,2	-0,2
Error máximo permisible								$\pm 20,0$	

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 008 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	19,9 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
20,0	20	0,7	-0,2	-0,1	20	0,5	0,0	0,1	10,0
100,0	100	0,7	-0,2	-0,1	100	0,5	0,0	0,1	10,0
500,0	500	0,7	-0,2	-0,1	500	0,5	0,0	0,1	10,0
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	-0,1	2 000	0,5	0,0	0,1	10,0
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	10,0
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2	10 000	0,6	-0,1	0,0	20,0
15 000,0	15 000	0,8	-0,3	-0,2	15 000	0,7	-0,2	-0,1	20,0
20 000,4	20 000	0,8	-0,7	-0,6	19 999	0,4	-1,3	-1,2	20,0
25 000,4	25 000	0,9	-0,8	-0,7	24 999	0,3	-1,2	-1,1	30,0
30 000,4	29 999	0,3	-1,2	-1,1	29 999	0,3	-1,2	-1,1	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 2,46 \times 10^{-5} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{2,02 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 7,23 \times 10^{-10} \times R^2}$$

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
SMM - 009 - 2022

Página 1 de 4

Expediente	22-0015
1. Solicitante	CONCHIPA E.I.R.L.
2. Dirección	Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC
3. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala	0,01 g
División de verificación	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	8342157605
Identificación	NO INDICA
Procedencia	U.S.A.
4. Fecha de Calibración	2022-05-12
5. Fecha de Emisión	2022-05-16

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

SERVICIOS & METROLOGÍA 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 es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). 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.

Sello



Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2022.05.16 17:03:30
-05'00'

Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO PRO. ARICA SN EQUINA CTDO PUERTA ROJA,FT TIENDA ABANCAY - ABANCAY - APURIMAC	BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20601715431 EB01-38																														
Fecha de Vencimiento : 08/09/2022 Fecha de Emisión : 07/09/2022 Señor(es) : EDWARD D'ALEMBERT HUAMAN DNI : PEZO Tipo de Moneda : 48113502 Observación : SOLES																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> <th style="width: 10%;">Unidad Medida</th> <th style="width: 40%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Valor Unitario(*)</th> <th style="width: 10%;">Descuento(*)</th> <th style="width: 10%;">Importe de Venta(**)</th> <th style="width: 5%;">ICBPER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">UNIDAD</td> <td>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y LABORATORIO PARA LA REALIZACION DE ENSAYOS CON FINES DE TESIS</td> <td style="text-align: right;">1271.18644</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: right;">1,499.9999992</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	1.00	UNIDAD	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y LABORATORIO PARA LA REALIZACION DE ENSAYOS CON FINES DE TESIS	1271.18644	0.00	1,499.9999992	0.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;"></td> <td style="text-align: right;">Otros Cargos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Otros Tributos :</td> <td style="text-align: right;">S/0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">ICBPER :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Importe Total :</td> <td style="text-align: right;">S/1,500.00</td> </tr> </table>		Otros Cargos :	S/ 0.00		Otros Tributos :	S/0.00		ICBPER :	S/ 0.00		Importe Total :	S/1,500.00				
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER																									
1.00	UNIDAD	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y LABORATORIO PARA LA REALIZACION DE ENSAYOS CON FINES DE TESIS	1271.18644	0.00	1,499.9999992	0.00																									
	Otros Cargos :	S/ 0.00																													
	Otros Tributos :	S/0.00																													
	ICBPER :	S/ 0.00																													
	Importe Total :	S/1,500.00																													
<p style="text-align: right;">SON: UN MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">(*) Sin impuestos.</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">Op. Gravada :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 1,271.19</td> </tr> <tr> <td>(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.</td> <td style="text-align: right;">Op. Exonerada :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Op. Inafecta :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">ISC :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">IGV :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 228.81</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">ICBPER :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Otros Cargos :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Otros Tributos :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Monto de Redondeo :</td> <td style="text-align: right; border: 1px solid black;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Importe Total :</td> <td style="text-align: right; border: 2px solid black;">S/ 1,500.00</td> </tr> </table>		(*) Sin impuestos.	Op. Gravada :	S/ 1,271.19	(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.	Op. Exonerada :	S/ 0.00		Op. Inafecta :	S/ 0.00		ISC :	S/ 0.00		IGV :	S/ 228.81		ICBPER :	S/ 0.00		Otros Cargos :	S/ 0.00		Otros Tributos :	S/ 0.00		Monto de Redondeo :	S/ 0.00		Importe Total :	S/ 1,500.00
(*) Sin impuestos.	Op. Gravada :	S/ 1,271.19																													
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.	Op. Exonerada :	S/ 0.00																													
	Op. Inafecta :	S/ 0.00																													
	ISC :	S/ 0.00																													
	IGV :	S/ 228.81																													
	ICBPER :	S/ 0.00																													
	Otros Cargos :	S/ 0.00																													
	Otros Tributos :	S/ 0.00																													
	Monto de Redondeo :	S/ 0.00																													
	Importe Total :	S/ 1,500.00																													
<p style="font-size: small;">Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</p>																															