



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Influencia de la incorporación de Polycom en la estabilidad del
afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta -
Ayacucho– 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Isla Cifuentes, Walter Geancarlo (ORCID: 0000-0002-3107-7241)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado a Dios, a mi familia, a mi compañera Ingrid y a mi hija Marina Valentina por estar siempre en todo momento y en especial a mis abuelos Olga y Pepe que desde el cielo estarán orgullosos de este logro tan importante, sin dejar de olvidarme de mis tatis de SPLL que siempre serán la fortaleza para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis amigos de la UNSCH Ingeniería civil 2002 que me demostraron que la verdadera amistad si existe, y a mis asesores Omar Tello y Cecilia Moscoso que siempre están pendiente de que todo sea posible.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. Introducción	1
II. Marco teórico	4
III. Metodología	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	20
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	23
IV. Resultados	24
4.1 Desarrollo de procedimiento	25
4.2 Resultados	46
V. Discusión.....	51
VI. Conclusiones	54
VII. Recomendaciones	57
Referencias.....	59
Anexos.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de clasificación AASHTO.....	13
Tabla 2. Sistema de clasificación SUCS.....	14
Tabla 3. Muestra para ensayos de laboratorio	19
Tabla 4. Técnicas e instrumentos.....	20
Tabla 5. Confiabilidad.....	21
Tabla 6. Tabla de porcentaje que pasa por los tamices – primer ensayo.....	29
Tabla 7. Distribución granulométricas y clasificación de suelos – ensayo 01	30
Tabla 8. Tabla de porcentaje que pasa por los tamices – segundo ensayo	30
Tabla 9. Distribución granulométricas y clasificación de suelos – ensayo 02	31
Tabla 10. Límites de Atterberg 01	34
Tabla 11. Límites de Atterberg 02	35
Tabla 12. Denominaciones de las dosificaciones.....	39
Tabla 13. Resultados de índice de plasticidad Confiabilidad.....	46
Tabla 14. Requisitos de calidad para afirmado - límites.....	47
Tabla 15. Resultados de proctor modificado.....	48
Tabla 16. Resultados de CBR.....	49
Tabla 17. Requisitos de calidad para afirmado - CBR.....	49
Tabla 18. Requisitos de calidad para afirmado – soluciones básicas	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presentación de aditivo PolyCom de 2kg	11
Figura 2. Fórmula de índice de plasticidad.....	13
Figura 3. Capacidad de carga admisible	14
Figura 4. Definición de CBR.....	15
Figura 5. Esquema de diseño	18
Figura 6. Ubicación nacional – Departamento de Ayacucho.	25
Figura 7. Ubicación departamental – Provincia de Huanta.	25
Figura 8 Ubicación local – distrito de Llochegua.....	26
Figura 9. Plano clave – zona de estudio.....	26
Figura 10. Obtención de muestras del camino pavimentado	27
Figura 11. Traslado de material hacia el laboratorio.....	27
Figura 12. Material de afirmado en laboratorio	27
Figura 13. Tendido de muestras y tamizado por malla $\frac{3}{4}$ ".....	28
Figura 14. Tamices para el ensayo de granulometría	28
Figura 15. Material de granulometría en el horno	29
Figura 16. Material que pasa por cada tamiz - granulometría.....	29
Figura 17. Curva granulométrica – ensayo 01	30
Figura 18. Curva granulométrica – ensayo 02.....	31
Figura 19. Material tamizado añadido a la máquina de los ángeles	32
Figura 20. Encendido de máquina de los ángeles	32
Figura 21. Retiro de material triturado.....	32
Figura 22. Tamizado para realizar límite líquido y límite plástico	33
Figura 23. Copa de Casagrande límite líquido.....	33
Figura 24. Muestras para límite líquido y límite plástico.....	33
Figura 25. Mezcla de agua destilada y material afirmado para límite plástico	34
Figura 26. Diagrama de fluidez (ensayo 01)	34
Figura 27. Diagrama de fluidez (ensayo 02)	34
Figura 28. Peso de material para proctor modificado	35
Figura 29. Compactación en probeta para proctor modificado	35
Figura 30. Peso de material compactado en 5 capas – proctor modificado	36
Figura 31. Relación densidad–humedad–proctor modificado (ensayo 01- D0) ...	36
Figura 32. Relación densidad–humedad–proctor modificado (ensayo 02- D0) ...	37
Figura 33. Llenado con material afirmado en probetas para ensayo CBR	37
Figura 34. Compactación de afirmado en moldes para ensayo CBR	38

Figura 35. Reposo de moldes en agua – ensayo CBR	38
Figura 36. Aplicación de carga con prensa CBR.....	38
Figura 37. Curva densidad seca vs humedad (ensayo 01)	39
Figura 38. Curva densidad seca vs humedad (ensayo 02)	39
Figura 39. Peso de aditivo PolyCom con sus respectivas dosificaciones.....	40
Figura 40. Mezcla de las 3 dosificaciones de aditivo PolyCom con agua.....	40
Figura 41. Diagrama de fluidez D1 – Ensayo 01	40
Figura 42. Diagrama de fluidez D1 – Ensayo 02.....	41
Figura 43. Diagrama de fluidez D2 – Ensayo 01	41
Figura 44. Diagrama de fluidez D2 – Ensayo 02.....	41
Figura 45. Diagrama de fluidez D3 – Ensayo 01.....	42
Figura 46. Diagrama de fluidez D3 – Ensayo 02.....	42
Figura 47. Relacion densidad–humedad–proctor modificado D1 – Ensayo 01....	42
Figura 48. Relacion densidad–humedad–proctor modificado D1 – Ensayo 02. ..	43
Figura 49. Relacion densidad–humedad–proctor modificado D2 – Ensayo 01. ..	43
Figura 50. Relacion densidad–humedad–proctor modificado D2 – Ensayo 02. ..	43
Figura 51. Relacion densidad–humedad–proctor modificado D3 – Ensayo 01. ..	44
Figura 52. Relacion densidad–humedad–proctor modificado D3 – Ensayo 02. ..	44
Figura 53. Curva densidad seca vs CBR D1 – Ensayo 01	44
Figura 54. Curva densidad seca vs CBR D1 – Ensayo 02.	45
Figura 55. Curva densidad seca vs CBR D2 – Ensayo 01.	45
Figura 56. Curva densidad seca vs CBR D2 – Ensayo 02.	45
Figura 57. Curva densidad seca vs CBR D3 – Ensayo 01.	46
Figura 58. Curva densidad seca vs CBR D3 – Ensayo 02.	46
Figura 59. Gráfico de índice de plasticidad.	47
Figura 60. Gráfico de proctor modificado.....	48
Figura 61. Gráfico de CBR.	50

RESUMEN

La investigación realizada tuvo como objetivo evaluar la influencia de la incorporación de PolyCom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021, ésta fue una investigación de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño cuasi experimental, la población fue el camino que va desde desde puerto Amargura hasta Pampas de el km 00+000 al Km 32+000, la muestra fue los especímenes de afirmado que se extrajeron de el Km 17+500 al Km18+000 que se ubican en el camino de Puerto Amargura , el muestreo es no probabilístico y se escogió algunas muestras del afirmado para someterlos a las pruebas incluyendo el aditivo PolyCom, los principales resultados fueron para el índice de plasticidad es que no se alteró con ninguna de las dosificaciones, en cuanto al Proctor modificado con la D3 bajó el OCH en 1.22% en comparación con la muestra patrón así mejoramos la compactación y el CBR aumentó en 101% con respecto a la muestra patrón por lo que mejora la capacidad de resistencia . En general con la dosificación D3 se obtuvo mejores resultados determinando que este influye positivamente en la estabilidad del afirmado.

.

Palabras clave: PolyCom, afirmado, CBR, Proctor modificado, estabilidad de suelos

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the influence of the incorporation of PolyCom on the stability of the affirmed for the improvement of pavements in Huanta – Ayacucho 2021, this was an applied research, explanatory level, quasi-experimental design. The population was the why that goes from Puerto Amargura to Pampas from Km 00 + 000 to Km 32 + 000, the sample was the affirmed specimens that were extracted from Km 17 + 500 to Km 18 + 000 that are located on the road to Puerto Amargura, The sampling is non-probabilistic and some samples of the affirmed were chosen to submit them to the tests including the PolyCom additive, the main result were for the plasticity index is that it did not alter with any of the dosages, as for the Proctor modified with the D3 OCH lowered by 1.22% compared to the standard sample, thus we improved compaction and the CBR increased by 101% compared to the standard sample, so it improves endurance capacity, in general, with the D3 dosage, better results were obtained, determining tha it positively influences the stability of the affirmed.

Keywords: PolyCom, Affirmed, CBR, Modified Proctor, Soil Stability

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

En Colombia, **BOLIVAR PALOMO, S. y QUINTERO CASTIBLANCO, C. (2019)** mencionan que, teniendo el nivel de desarrollo y su proporcionalidad con la red vial nacional, es evidente que no se ha efectuado algún proceso de construcción de vías como una mejora y que sean aceptadas por su buen estado¹.

Los suelos en el Perú que tienen muy poca capacidad de carga o que en algún momento sean susceptibles a los asentamientos tienen son estabilizados ya sea con aditivos químicos, orgánicos u otras formas debido a que cuando se realicen excavaciones o se lleguen alterar las condiciones de equilibrio de los taludes es decir al producir inestabilidad se pone en riesgo la vida humana, materiales y el mismo ambiente.

En el mercado existe una gran variedad de aditivos químicos, pero en este caso utilizamos PolyCom porque es muy fácil de utilizar y contiene poliacrilamida aniónica (para el tratamiento de aguas residuales), no necesita ningún tipo de maquinaria en especial para poder utilizarlos, es efectivo y muy fácil de usar, ha tenido muy buenos resultados en diferentes carreteras

Los aditivos químicos se emplean para el mejoramiento de las subrasantes que sirven para modificar las características de los suelos, y tiene como ventaja reducir la plasticidad e incrementar la cohesión y su capacidad de soporte.

Por los argumentos anteriormente indicado es necesario evaluar como la incorporación de un aditivo químico (PolyCom) influye en la mejora de la estabilidad de la vía que inicia en puerto Amargura y finaliza en Pampas distrito de Llochegua Huanta – Ayacucho.

Con el fin de mejorar los pavimentos, se tiene el siguiente **problema general**: ¿Cuánto influye la incorporación de PolyCom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021? y como **problemas específicos**: **Pe1**: ¿Cuánto influirá la incorporación de PolyCom en la capacidad de resistencia del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021? **Pe2**: ¿Cuánto influirá la incorporación de PolyCom en la compactación del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021? **Pe3**: ¿Cuánto influirá la incorporación de PolyCom en la capacidad de resistencia del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021?

Justificación, con el fin de generar alternativas y garantizar una correcta construcción de carreteras no pavimentadas es necesario darle la estabilidad que requiere el afirmado. Esta investigación se **justifica técnicamente** con la finalidad de concientizar a las personas encargadas de los trabajos a que utilicen las nuevas aplicaciones que están dando grandes satisfacciones a la hora de estabilizar el afirmado para las bases y subrasantes de los diferentes caminos no pavimentados. Así mismo se **justifica económicamente** debido a que puedan existir factores que pongan en riesgo la continuación de los trabajos de los caminos no pavimentado, al utilizar el estabilizador de afirmado hacemos que estos caminos los encontremos en mejores condiciones y así evitar gastos innecesarios para continuar con los trabajos. De igual forma se **justifica socialmente** ya que se contribuirá con los nuevos estudiantes de ingeniería civil con la finalidad que tengan nuevas alternativas de solución para estabilizar el afirmado y así poder tener mejores pavimentos en nuestro país. También se **justifica ambientalmente** debido a que el polímero que vamos a utilizar no hace daño al medio ambiente ya que no es tóxico y puede ser utilizado.

Esta investigación tiene como **Objetivo principal**: Evaluar la influencia de PolyCom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021 y como **Objetivos específicos**: **Oe1**: Determinar la capacidad de resistencia del afirmado incorporando PolyCom para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021. **Oe2**: Determinar la compactación del

afirmado incorporando PolyCom para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021. **Oe3:** Identificar el índice de plasticidad del afirmado incorporando PolyCom para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021.

Para la investigación presentada es pertinente plantear la **hipótesis general:** La incorporación de PolyCom influye significativamente en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021 y las **hipótesis específicas:** **He1:** La incorporación de PolyCom influirá significativamente en la capacidad de resistencia del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021. **He2:** La incorporación de PolyCom influirá significativamente en la compactación del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021. **He3:** La incorporación de PolyCom influirá significativamente en el índice de plasticidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta – Ayacucho 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Nacionales

Villanueva (2017), en la tesis de grado **titulada**: “Propuesta de Estabilización de carreteras de bajo volúmenes de tránsito en la sierra; sobre los 2000 m.s.n.m., utilizando poliacrilamida amónica, organosilano y un sulfatado”. Tuvo como **objetivo**: Realizar estudios que se experimentaron en un laboratorio, con la finalidad de lograr la estabilización de los suelos - Ancash. Aplicó una **metodología**: Experimental, de la cual se lograron los siguientes **resultados**: Se utilizó 3 dosificaciones 0.005%, 0.1% y 0.02% para lo cual se vio el incremento del CBR, con la primera dosificación se obtuvo un 38.1%, con la segunda aumento un 66.6% y con la tercera dosificación el incremento fue de 79.8% para la cantera 1. Es por eso que se tiene como **conclusiones**: Al realizar los estudios se obtuvo que incorporando el estabilizador tipo poliacrilamida aniónica al material afirmado, al 0.02% en peso (4gr/m³), incrementa la capacidad de soporte CBR cuando se realiza siete días de curado².

Barahona (2018), en la tesis de grado **titulada**: “Análisis Comparativo entre los estabilizadores químicos, Terrazyme y Polycom, en el mejoramiento de la densidad y el CBR De la trocha carrozable Pomachuco – Pacaypampa Huánuco”. Teniendo como **objetivo**: establecer el análisis comparativo de los estabilizadores químicos en el tipo de suelo arena - arcillosa. Aplicando una **metodología**: aplicada, cuantitativo y experimental. Obteniendo los siguientes **resultados**: que el estabilizador químico Terrazyme supera en 1.56% al mejorar la densidad con respecto al Polycom, de otra forma apreciamos que es superior en 123.96% al mejorar el CBR. **Concluyendo**: que el estabilizador químico Terrazyme es mucho más útil para mejorar de la densidad y el CBR cuando el suelo es arcilloso³.

Cortez y Fernández (2015), en la referencia **titulada** “Influencia de las zeolitas y biopolímeros en el mejoramiento de la resistencia de suelos del sur, este y norte de lima para vías a nivel de afirmado”, siendo su **objetivo**: Usar aditivos químicos a base de zeolitas y polímeros en las vías no pavimentadas, con la finalidad de disminuir el precio de los costos y puedan tener mayor tiempo de duración, y su **metodología** era aplicativa y descriptiva teniendo como **resultado** Según los ensayos de consistencia, el suelo de Carabayllo presentó un índice plástico de 6.46%, mientras que para los otros tipos de suelo, Huaycán y Lurín, no presentan límite líquido y límite plástico, en cuanto al Proctor modificado al utilizar el

biopolímero en 1% con agua el OCH varía ya que en los suelos del norte tenía 11.25%, en el este 6.35% y en el sur 5.00% al mezclar con el biopolímero el OCH fueron los siguientes, norte 11.10%, este 6.20% y sur 7.00% y su **conclusión** fue que al utilizar los materiales de la cantera con la finalidad de estabilizar los suelos con una sola capa de afirmado viene a hacer que los costos de construcción aumenten, pero al utilizar el polímero químico los resultados son favorables ya que mejoran sus propiedades y es así que adquieren una mejor resistencia⁴.

Antecedentes Internacionales

Rodríguez (2016), en la tesis de grado **titulado:** Análisis comparativo de la compactación y humedad de la subrasante natural y de la subrasante utilizando productos químicos biodegradables (Terrasil) de la vía ecológica de Cantón Quevedo, provincia De los Ríos- Ecuador Teniendo como **objetivo:** Determinar el porcentaje adecuado de Terrasil para la estabilización del suelo limoso y arcilloso. Aplicando una **metodología:** de Investigación experimental obteniendo como **resultado:** que las calicatas a las cual se les hicieron los ensayos en su estado normal y con aditivo Terrasil, se realizó los gráficos de los resultados que muestran un aumento del 2% en su compactación y un 3,98% en su humedad el mismo día que se hicieron los ensayos, después de haber pasado una semana se obtuvo un aumento del 14% en su compactación y en su humedad un 27,86% logrando mejorar las características del suelo **concluyendo:** al estabilizar la subrasante con el aditivo terrasil tiene sus ventajas porque impermeabiliza el suelo y logra mejorar la resistencia tanto en arcillas como limos⁵.

Hernández, Mejía y Zelaya (2016), en la tesis **titulado:** “Propuesta de Estabilización de Suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria oriental de la Universidad de El Salvador”. Teniendo su **objetivo:** Examinar el comportamiento del suelo arcilloso al incorporarle la cal, con la finalidad de que sea usado como sub rasante en los pavimentos rígidos. Teniendo como **resultado:** que debemos incorporar el 5% de cal en peso al suelo en su estado natural ya que lograremos aumentar su valor de soporte de 1.93% al 54.00%. Confirmando así que el material con suelo-cal al 5% es productivo para formar parte de la capa subrasante de un pavimento rígido **concluyendo:** Que es de gran necesidad realizar los estudios al suelo y obviamente hacer un estudio de

suelo incluyendo la cal con la final de lograr establecer los caminos que contengan arcilla y así poder lograr que dichos caminos sean duraderos y den un excelente servicio a la comunidad⁶.

Castillo (2017), en su tesis **titulada** "Estabilización de suelos arcillosos de macas con valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasante en Carreteras", donde su **objetivo**: Es darle estabilidad a los suelos utilizando cal viva a los suelos arcillosos encontrado en los tramos de dicha carretera, ya que aparecieron suelos con CBR menor al 5% y los límites líquidos sobrepasaron el 100%, su **metodología** fue experimental y comparativa y tiene como **resultados** El suelo sometido a procesos de secado, sea a temperatura ambiente o al horno, más allá de un cierto porcentaje de humedad (aproximadamente el 60%), cambia su comportamiento especialmente su valor de LP, se registró una reducción en el LP de un 118.13% a un valor del 0% **conclusión** : Proponer la estructura de pavimento flexible teniendo ya una subrasante que ha sido estabilizada que pueda satisfacer los cambios climáticos y el tráfico en sí , al tratar los suelos con cal se nota que incrementa el valor del CBR en un 15.8%⁷.

En otros idiomas

Kenya (2017), em sua tese **intitulada** "Estabilização de solos com cimentos pozolânicos de cinza de casca de arroz e de resíduo cerâmico visando **objetivo** é demonstrar a viabilidade técnica e econômica da estabilização de solos como bases pozolânicas de casca de arroz e resíduo cerâmico resultando em ambas as etapas a adoção de critérios confere simplicidade e possibilidade de utilização de equipamentos leves e de absorção de mão-de-obra não especializada. Os resultados técnicos e econômicos referentes à fundação pozolânica da casca de arroz para animadores; sobretudo, não ocorreu como um cimento pozolânico de resíduo cerâmico que aparece em uma performance em um fundo do mar. Apenas em relação à estabilização, os experimentos e a avaliação econômica realizados mostram que a eficácia das duas fundações pozolânicas utilizadas é limitada, sendo difícil obter resultados comparativos como os obtidos atualmente com o cimento Portland⁸.

Georgees, Hassan, Evans y Jegathessan (2016), In his research "Improving the performance of a pavement with granular materials using a polyacrylamide-based additive", mentions the use of non-traditional materials such as polymers that were

made in Australia, specifically the type of polymer PAM. In his research, he concludes that using the PAM stabilizer in soils from Australia, increases the maximum dry density, increases the resistance to unconfined compression, increases the CBR in specimens from unsaturated soils and, in addition to the mentioned parameters, reduces permeability. of soils treated with PAM compared to unstabilized soils⁹.

Serrano y Padilla (2019), Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasantes por la adición de materiales poliméricos reciclados. Tuvo como **objetivo** recolectar las investigaciones primordiales sobre los cambios de las propiedades de la subrasante utilizando fibras naturales y sintéticas para obtener una base teórica que logre justificar la aplicación de estas adiciones a nivel de construcción y como **metodología** recopilar referencias relevantes teniendo como **resultado** que el 65% de las investigaciones vienen a ser estudios sobre cambios a la resistencia a la compresión llegando a la **conclusión** que se nota un incremento de la resistencia a la compresión que va a cambiar según el material que se va a mezclar con el cemento¹⁰.

Artículos

Rivera, Aguirre, Mejía y Orobio (2020), en su artículo “Estabilización química de suelos – materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión)”. En Colombia se están interesando en estas investigaciones debido a la gran crecida de desarrollo de otras alternativas para el uso masivo de cementantes tradicionales en lo que respecta a temas geotécnicos podemos poner como ejemplo el cemento y la cal .El articulo nos dice en qué estado los diferentes materiales que son convencionales y que sirven para la estabilización química del suelo también incluye una revisión de varios artículos que han sido revisados con anterioridad acerca de la crecida de cementantes activados alcalinamente, también podemos encontrar en este artículo que trata sobre su viabilidad técnica y todos los impactos ambientales con la finalidad de generar u obtener otra alternativa buena para los diferentes procesos geotécnicos¹¹.

Gutiérrez (2019), en su artículo “Polímeros: Generalidades y tendencias de investigación en Colombia” dice que este libro reúne varios resultados de algunos investigadores del país de Colombia que son expertos en el tema de polímeros.

Este artículo ha sido escrito para estudiantes de ciencias y tiene por finalidad incluir un repaso de las definiciones básicas referente a la química de polímeros y dentro de las técnicas instrumentales que cuentan que son las que se utilizan con mayor análisis se inserta retos en electrónica de polímeros, así como también síntesis de polímeros que son aplicables a las funciones biomédicas, cabe recalcar que también se utilizan en los dispositivos de conversión de energía. Este libro nos proporciona varias alternativas de cómo utilizar los polímeros en el país Colombia, Al añadir los aditivos a los polímeros es algo que hace comúnmente ya que es fundamental y necesario. Dentro de los de mayor influencia que se pueden considerar principales podemos mencionar a los siguientes aditivos como por ejemplo (espumantes, colorantes, rellenos, antioxidantes)¹².

Buitrón y Enríquez (2018), en el Proyecto para obtener el título de ingeniero civil titulado “Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manaví con ceniza de volcán Tungurahua”. En este proyecto lo que se propone es realizar la estabilización de arcillas expansibles añadiendo las muestras que se han obtenido en varios lugares ubicados en la Provincia de Manaví junto a ellos se implementó un aditivo que no ha sido estudiado en la zona en este caso hablamos de la ceniza volcánica. Este nuevo agente estabilizador lo ubicamos en las faldas del volcán Tungurahua ya que dicho volcán está en constante actividad. Al incorporar las cenizas lo que se quiere es mejorar las propiedades del suelo, es por eso que se realizaron ensayos tanto físico como mecánicos, podemos mencionar al contenido de humedad, la granulometría, densidad de sólidos entre otros. Se usaron las muestras del suelo con la finalidad de ver su comportamiento inicial con masas con dosificaciones al 10%, 20% y 30% de peso seco del aditivo. Lo que se logró con las pruebas de caracterización de suelos han permitido examinar el comportamiento de las arcillas tanto al principio como al final de agregar la puzolana y se tuvo como **resultado** que al tener la dosificación del 20% de las cenizas en los suelos 3,4 y 5 e genero un porcentaje de disminución del 25%, 19% y 14% para el Límite líquido, así como 59%, 41% y 42% para el índice de plasticidad mientras que su límite plástico aumenta 23%, 19% y 39%¹³.

Teorías, enfoques conceptuales

Variable Independiente

PolyCom, es un producto australiano que viene en una presentación de polvo concentrado que contiene (acrilamida, surfactantes y ligantes) que al mezclarse con el agua forman un líquido co – polímero y tiene como función fundamental de dicho polímero es dar mayor resistencia al material que se quiere mejorar ya sea que tenga una condición húmeda o que dicho material en si esté seco (Austlatin Perú)¹⁴.

Fórmula



Ventajas

- Al estabilizar con el PolyCom nos da mayor resistencia (mayor CBR)
- La mezcla se puede almacenar por periodos prolongados.
- No se necesita ningún equipo especial.
- Mejora la densidad del terreno, precaviendo que existan vacíos dentro de la estructura en la cual se va a realizar la estabilización.
- 30% - 50% ahorro de agua.

Características Técnicas

- El producto se puede incluir en suelos que tienen una baja calidad.
- El rendimiento del producto es de 50m³ del suelo que se va a estabilizar por cada botella de PolyCom (2kg. Viene en cada botella).
- Los subsuelos que tienen una resistencia menor a 4CBR los mejora adecuadamente.
- Aumenta la capacidad de soporte de los suelos tratados.
- La densidad del suelo se incrementa.

- El CBR se incrementa.

Comportamiento

- Ligante aniónico que produce una alta densidad y que se mantiene estable a través de ciclos húmedos y secos.
- Reducción de deterioración de la plataforma y la base de rodadura de los caminos.

Consistencia

- Es un polvo en granos concentrado

Características Ambientales

- Ecológico
- Biodegradable
- No inflamable
- Es químicamente inerte

Propiedades a 25° C

- PH = 6.9 (5000:1), no es ácido, no es alcalino
- Gravedad específica = 0.8
- Olor = Olor leve



Figura 1: Presentación de aditivo PolyCom de 2Kg

Fuente: Austlatin

Variable Dependiente

Estabilización del afirmado, es una técnica muy utilizada con la finalidad de que se mejore el comportamiento – esfuerzo – deformación de los suelos, mejorar los suelos ha atendido a diversos requerimientos como puede ser la resistencia al esfuerzo cortante, estabilidad volumétrica ante cualquier presencia de agua y otros más (Gárnica, Pérez, Gómez y Obil)¹⁵.

Plasticidad propiedad que brinda cierta información de cómo se comporta el suelo mecánicamente (Hernández, Figueroa y Martínez)¹⁶.

Límites de Atterberg viene a ser los umbrales de humedad que separan cada uno de los estados, se considera que un suelo plástico seco se encuentra en estado sólido y cada vez que va incrementando la humedad va a ir variando en forma graduada la consistencia hasta llegar a un estado líquido (Francht y Torrijo)¹⁷.

Límite líquido compete a la humedad por encima de la cual la resistencia al corte de un suelo es nula (propia de un líquido) y la forma en la hallamos es a través de un ensayo que relaciona dicho umbral de humedad con algunos números de golpes (Francht y Torrijo)¹⁸. (ASTM D 4318, MTC E 110)

Límite plástico compete al umbral de humedad de un suelo por encima del cual el material muestra una deformación de tipo plástica en relación a las tensiones aplicadas (Francht y Torrijo)¹⁹. (ASTM D 4318, MTC E 111)

Índice de Plasticidad viene a ser la propiedad de cambiarse sin agrietarse por el esfuerzo mecánico quedando deformado luego de retirar la carga, esto en arcillas principalmente de acuerdo al contenido del agua, puesto que al estar con abundancia de agua se apartan las láminas y no es plástica al estar seca, lo cual se deshace” (crespo)²⁰.

Valores de IP		Descripcion
IP = 0		No plastico
IP < 7		Baja plasticidad
7 < IP < 17		Medianamente plastico
IP > 17		Altamente plastico

Figura 2: Fórmula de Índice de plasticidad

Fuente: pt.slideshare.net

Granulometría viene a ser la propiedad que tienen los suelos para detallar y describir a cada uno de los suelos, con la finalidad de explicar su trabajabilidad, comportamiento y constitución en el tiempo que se realizan los trabajos de construcción (Guzmán y García)²¹. ASTM D 2487 (Clasificación de suelos).

Tabla 1. Sistema de clasificación AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)				
	A-1		A-3					A-4	A-5	A-6	A-7	
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5
Porcentaje que pasa: Nº 10 (2mm) Nº 40 (0,425mm) Nº 200 (0,075mm)	50 máx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40												
Límite líquido	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	41 mín (2)	
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo				
(1):	No plástico											
(2):	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30											

Fuente: Bookcivil.com

Tabla 2. Sistema de clasificación SUCS

GRUESOS (< 50 % pasa 0.08 mm)						
Tipo de Suelo	Símbolo	% pasa 5 mm.***	% pasa 0.08 mm.	CU	CC	** IP
Gravas	GW	< 50	< 5	> 4	1 a 3	< 0.73 (wl-20) ó <4 > 0.73 (wl-20) ó >7
	GP			≤ 6	<1 ó >3	
	GM		> 12			
	GC					
Arenas	SW	> 50	< 5	> 6	1 a 3	< 0.73 (wl-20) ó <4 > 0.73 (wl-20) y >7
	SP			≤ 6	<1 ó >3	
	SM		> 12			
	SC					
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC.						
*** respecto a la fracción retenida en el tamiz 0.080 mm						
** Si $IP \geq 0.73 (wl-20)$ ó si IP entre 4 y 7 e $IP > 0.73 (wl-20)$, usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC.						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej: GW-GM en vez de GW-GC.						

Fuente: Estudios geotécnicos

Capacidad de portante se denomina a la capacidad que tiene el terreno para que pueda soportar diferentes tipos de cargas que se le podrían aplicar, se considera como la presión máxima media de contacto entre la cimentación y el terreno (Jaramillo)²².

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (q_{adm}). Es la carga límite dividida entre un factor de seguridad. A este esfuerzo se le llama capacidad portante.

$$q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

Terzaghi recomienda que FS no sea menor que 3.

Figura 3: Capacidad de carga admisible

Fuente: Elaboración propia

Proctor Modificado, Se utiliza para tener una relación entre la densidad seca y la humedad de compactación de aquellos materiales que se van a usar en capas firmes, compactas, así como también se usa como una referencia al controlar la calidad de las compactaciones que se hacen en diferentes plataformas (Aldana)²³. Prueba D – 1557 de la ASTM y Prueba T – 180 de la AASHTO

CBR, El CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala. CBR significa en español relación de soporte California, por las siglas en inglés de «California Bearing Ratio», aunque en países como México se conoce también este ensayo por las siglas VRS, de Valor Relativo del Soporte (Sánchez)²⁴. ASTM D 1883 y MTC E 132

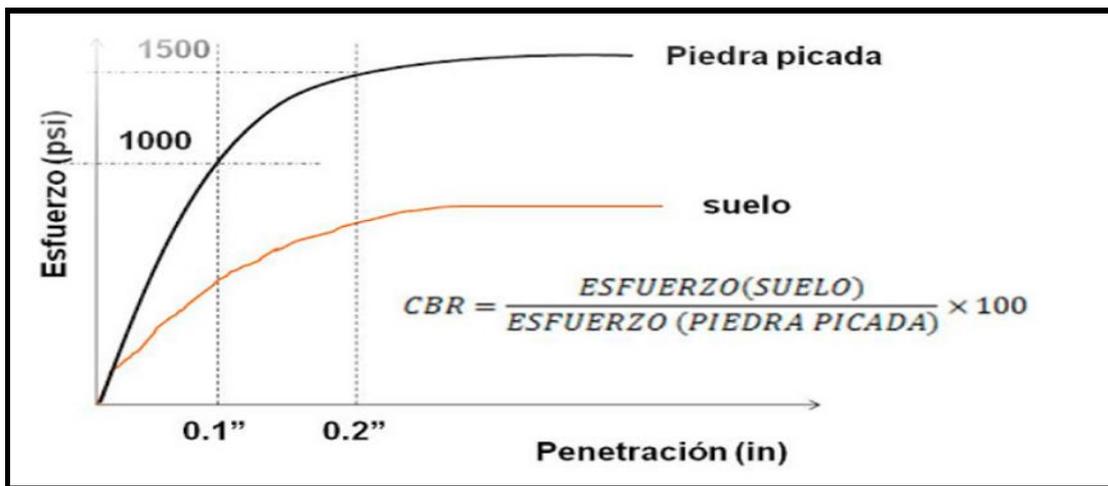


Figura 4. Definición de CBR

Fuente: Geotech

Propiedades químicas vienen a ser las que se pueden determinar cuándo cambia su composición de la materia (Guardado, Ozuna y Ortiz)²⁵.

Dosificación es cuando se va a determinar o regular algunas cosas, viene a ser la relación entre la masa de un cuerpo disuelto y la de una solución (Definicionesde.com)²⁶.

Abrasión se define como la vinculación al hecho de desgastar por medio de la fricción²⁷.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La presente es un proyecto cuantitativo y cuasi experimental porque tiene al menos dos acepciones una general y otra particular. Al tener confusa a clasificación de los diferentes tipos de investigación que se encuentran plasmadas en las tesis de pre y post grado se plantea 3 tipos descriptiva, analítica y experimental (Cairampoma)²⁸.

Este proyecto de investigación es de tipo aplicada.

Enfoque

En los últimos años los procesos de regulación en contextos de producción se han estudiado al menos 4 enfoques que se diferencian por su adscripción a presupuestos cognitivos (Castelló, Bañales y Vega)²⁹.

El enfoque cuantitativo es secuencial, se puede probar y se caracteriza por privilegiar la lógica a partir de procedimientos rigurosos, métodos experimentales y el uso de técnicas de recolección de datos.

El presente proyecto de investigación tiende a ser cuantitativo ya que los indicadores medirán la estabilidad del afirmado teniendo en cuenta tanto la variable independiente y dependiente.

Diseño de investigación:

El diseño va a ser experimental porque la investigación será sometida a pruebas de diversas proporciones, realizando ensayos sobre el afirmado con la finalidad de verificar su estabilidad adicionando el polímero. Es de tipo cuasi experimental.

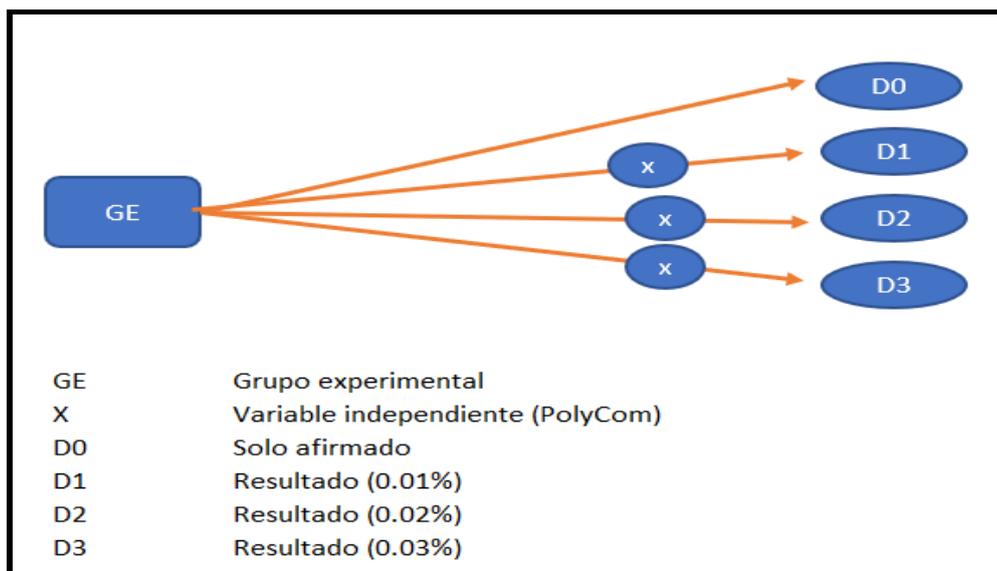


Figura 5. Esquema de diseño

Fuente: Elaboración propia

Nivel

Es el recurso que le permite al investigador poder manejar las variables de una manera correcta para poder ver el nivel en el que puede ser manipulada (Sánchez, Reyes y mejía)³⁰.

Este proyecto de investigación es explicativo, porque se van a realizar pruebas estandarizadas y se van a utilizar codificación de datos dando un valor numérico.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente El PolyCom es un producto australiano que viene en presentación en polvo concentrado de acrilamida, surfactantes y ligantes que al mezclarse con el agua forman un líquido co-polímero.

Variable dependiente Es mezclar diversos materiales con propiedades complementarias, con la finalidad que se obtenga un nuevo material de mayor calidad que cumpla con las exigencias deseadas (Aldana)³¹.

La matriz de operacionalización está en el anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según López (2004) viene a ser un conjunto de personas u objetos de lo que queremos conocer algunas cosas para una investigación (editoriales, artículos de prensa, videos, personas)³².

El lugar donde se ubica este proyecto de investigación es en el camino que va desde Puerto Amargura hasta Pampas de el km 00+00 al km 32+000 Huanta – Ayacucho.

Muestra

Nos dice López (2004), que la muestra viene a ser una parte de nuestro universo o de la misma población en la cual se va a llevar a cabo la investigación, existen varios procedimientos de cómo obtener la cantidad de componentes de la muestra (lógica, fórmulas), resumiendo muestra es la parte representativa de la población³³.

En este caso es no probabilístico, ya que viene a hacer una opción de oportunidad. Y como es de utilidad elegiremos como muestra los especímenes de afirmado que se extraerán del km 17 + 500 al Km 18 + 000 que se encuentran en el camino ubicado en Puerto Amargura - Llochegua - Huanta – Ayacucho (ver anexo 6 – L1).

Tabla 3. Muestras para ensayo de laboratorio

DOSIFICACIÓN	CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYOS				
	GRANULOMETRIA	ABRASIÓN	INDICE DE PLASTICIDAD	PROCTOR MODIFICADO	CBR
D0	2	2	2	2	2
D1			2	2	2
D2			2	2	2
D3			2	2	2
SUB TOTAL	2	2	8	8	8
TOTAL	28	MUESTRAS			

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Según Salinas (2004), nos dice que el muestreo no probabilístico también es conocido como muestreo por conveniencia y lo único que se pide es que logre cumplir con la cuota del número requerido de unidades observadas³⁴.

Para este muestreo no probabilístico se escogerá algunas muestras del afirmado para someterlas a las pruebas correspondientes incluyendo el aditivo Polycom.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos

Todo lo que va a realizar un investigador siempre tendrá apoyo en la técnica de observación así sea que logre utilizar varios métodos diferentes, su recolección de datos se centra en la técnica de la observación (Behar 2008)³⁵.

Los instrumentos que se utilizarán son las fichas de recolección de dato

Tabla 4. *Técnicas e instrumentos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación	observación directa	Ficha de recolección de datos
CBR	Observación experimental	Ficha técnica de laboratorio
Proctor modificado	Observación experimental	Ficha técnica de laboratorio
Índice de plasticidad	Observación experimental	Ficha técnica de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Ficha 1: CBR (anexo 3)

Ficha 2: Proctor modificado (anexo 3)

Ficha 3: Índice de plasticidad (anexo 3)

Validez

Es un criterio que va a permitir comprobar la calidad de algún instrumento, se utilizan en momentos de vital importancia (Urrutia, Barrios, Gutiérrez y Mayorga 2014)³⁶.

Para el proyecto de investigación toda la información será lícita ya que la información que se recolectara es de raíces muy confiables, cabe recalcar que se validara con el pasar del tiempo cuando ya se tengan los resultados de los ensayos que se practicaran en un laboratorio.

Viene a ser una propiedad importante porque permite conocer el nivel de precisión y evidencia de los instrumentos que se van a utilizar (Ventura)³⁷. Aquí en nuestro medio la validación de escalas de medición en relación con las actitudes ambientales es limitada (Vargas)³⁸.

Según la validación de expertos nos da un resultado del coeficiente de Kappa = 0.90 entonces el grado de acuerdo es casi perfecto (ver anexo 4).

Las investigaciones cualitativas deben reflejar su validez externa e interna es por ello que se va a convertir en agregado de investigación (Freire)³⁹.

La validez se efectuará por juicio de expertos:

EXPERTO 1: FLOYD HOLGUIN PALOMINO HUAMAN (CIP 118999)

EXPERTO 2: JOEL FREDDY CANCHANCHA QUISPE (CIP 134878)

EXPERTO 3: ROBERTO CARLOS RETAMOZO GARIBAY (CIP 171885)

Confiabilidad

Nos da a conocer los resultados de acuerdo a aquellos instrumentos que se hallan utilizado en la investigación que sean útiles y consistentes, también nos dice que cuando se utilice el mismo método con el mismo instrumento se obtiene el mismo resultado March y Martínez (2015)⁴⁰.

Tabla 5. Confiabilidad

Valor de K	Fuerza de la concordancia
<0.20	Pobre
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
0.81-1.00	Muy buena

Fuente: López y Pita, 1999.

3.5. Procedimientos

Etapa 1: Obtención de muestras para traslado a laboratorio

Se reconocerá la zona de trabajo en este caso del km 17 + 500 al km 18 + 000 de la carretera que comprende entre Puerto Amargura hasta Pampas en el distrito de LLochegua, Provincia de Huanta, departamento de Ayacucho

Se realizará el recorrido de el km 17 + 500 al km 18 + 000 para la obtención de los especímenes de afirmado y así poder llevarlos al laboratorio ubicado en la Av. La Marina Mz. C lote 29 en la ciudad de Huamanga – Ayacucho

Etapa 2: Preparación del espécimen

Se preparará las muestras del afirmado con la finalidad de realizar los ensayos de laboratorio en este caso aplicando el método de cuarteo y tamizado por la malla 3/4".

Etapa 3: Ensayos de laboratorio – solo afirmado (D0)

Se realizará los ensayos para obtener el contenido de humedad natural.

Se harán los ensayos de granulometría con la finalidad de poder hallar el índice de plasticidad (límite líquido – límite plástico) para así poder clasificar las muestras de afirmado.

Se realizará la clasificación de suelos usando los métodos de ASHTO y SUCS

Con la finalidad de hallar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca se realizará el ensayo de Proctor modificado para poder obtener la compactación del afirmado.

Se realizará el ensayo de CBR para poder determinar su capacidad de resistencia.

Etapa 4: Ensayos de laboratorio incorporando aditivo PolyCom (D1, D2 y D3)

Dosificación 0.01% (D1)

Dosificación 0.02% (D2)

Dosificación 0.03% (D3)

Se realizará el ensayo de límites de Atterberg con la finalidad de determinar la plasticidad del afirmado.

Se realizará la prueba de compactación al hacer el ensayo de Proctor modificado.

Se realizará la prueba de CBR para poder obtener la capacidad de resistencia del afirmado.

3.6. Método de análisis de datos

Para que se pueda realizar un análisis estadístico siempre se tiene que tener los datos y estos datos corresponden a valores obtenidos cuando se estudian algunas características en los elementos de un conjunto (Hernández)⁴¹.

Los resultados serán evaluados de acuerdo a la estadística por lo que se utilizará tablas para poder realizar el comparativo, para esta investigación se tendrá que realizar estudio de suelos de la vía ya mencionada para así poder obtener resultados y probar la confirmación de la hipótesis para luego darle una confiabilidad a dicha investigación, utilizaremos estadística descriptiva

3.7. Aspectos éticos

Nos dice Salazar, Icasa y Alejo (2018) que las conductas éticas se forman en el hogar y que todo lo que se aprende se debe practicar siempre en la vida diaria⁴².

La totalidad de lo dicho y establecido en este proyecto de investigación será verídica ya que contará con la venia de profesionales que avalaran los resultados obtenidos en este proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1 Desarrollo del procedimiento

Ubicación de zona de estudio

La carretera tiene 31 km y empieza en Puerto Amargura con progresiva 00+000 con coordenadas Norte 8628040.43 y Este 617997.94 y finaliza en Pampas km 31+000 con coordenadas Norte 8624555.94 y Este 601602.023, para este estudio se está utilizando el tramo comprendido desde el km 17+500 hasta el km 18+000 que tiene como coordenadas Norte 8625300.00 y Este 606900.00.



Figura 6. Ubicación Nacional – Departamento de Ayacucho

Fuente: Wikipedia.org



Figura 7. Ubicación Departamental – Provincia de Huanta

Fuente: De Peru.com



Figura 8. Ubicación local – Distrito de Llochegua

Fuente: Elaboración propia

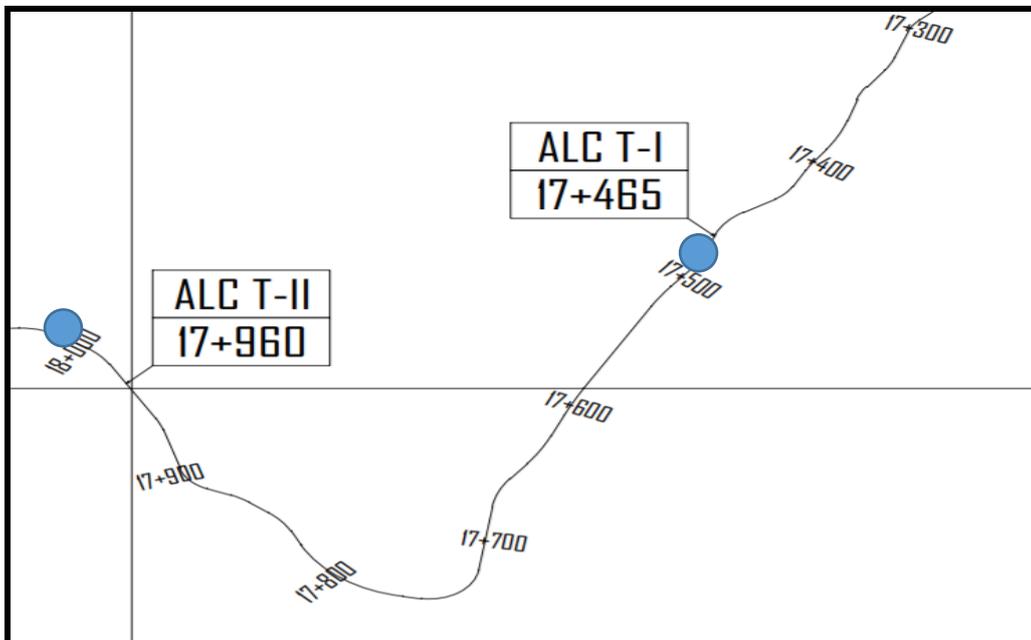


Figura 9. Plano clave – zona de estudio

Fuente: Municipalidad distrital de Llochegua

ETAPA 01: Obtención de muestras para traslado a laboratorio



Figura 10. Obtención de muestras del camino no pavimentado

Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Traslado de afirmado hacia el laboratorio

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Material de afirmado en laboratorio

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 02: Preparación del espécimen de afirmado

Una vez que se ha traído el afirmado al laboratorio para que se le realicen los diferentes ensayos lo primero que tenemos que hacer es tender nuestro afirmado 300kg tamizarlo por la malla 3/4" para separar el material fino del grueso.

Después se realiza el muestreo por cuarteo (NTP 339 089)



Figura 13. Tendido de muestras y tamizado por malla 3/4"

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 03: Ensayo de laboratorio – solo afirmado (D0)

Granulometría

Al realizar el ensayo de granulometría se clasificará al afirmado según la norma ASTM D 2487



Figura 14. Tamices para el ensayo de granulometría

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Material de granulometría en el horno

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Material que pasa por cada tamiz - granulometría

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. *Tabla de porcentaje que pasa por los tamices - primer ensayo*

Granulometría por Tamizado ASTM - D422			Requerimientos Granulométricos	
Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Porcentaje acumulado que pasa (%)	AFIRMADO	
			A-1	
3"	76.200	100		
2"	50.800	100		
1½"	38.100	91	100	100
1"	25.400	82	90	100
¾"	19.050	76	65	100
½"	12.500	60		
⅜"	9.525	51	45	80
¼"	6.350	41		
N° 4	4.760	35	30	65
N° 8	2.360	24		
N° 10	2.000	22	22	52
N° 20	0.840	16		
N° 30	0.590	14		
N° 40	0.426	13	15	35
N° 60	0.250	11		
N° 100	0.149	10		
N° 200	0.075	9	5	20

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

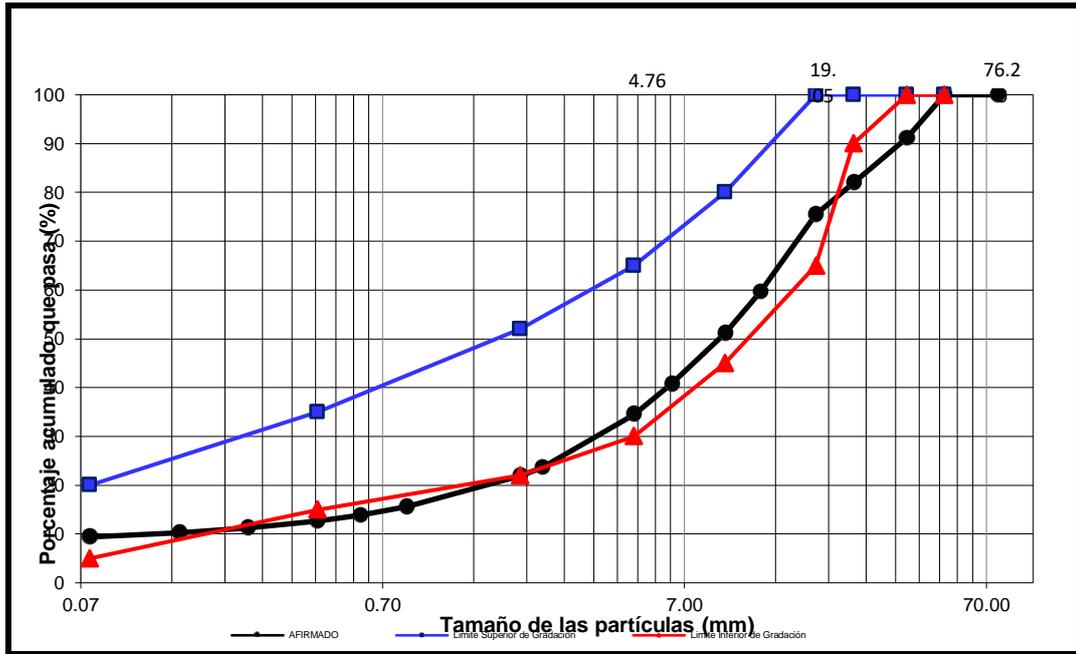


Figura 17. Curva granulométrica ensayo 01

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Tabla 7. Distribución granulométricas y clasificación de suelo ensayo 01

Porcentaje	Grava	65%
	Arena	25%
	Limo y arcilla	9%
Clasificación	AASHTO	A - 1 - a(0)
	SUCS	GP - GM
Nombre de Grupo SUCS:		Grava pobremente gradada con limo y arena

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

Tabla 8. Tabla de porcentaje que pasa por tamiz segundo ensayo

Granulometría por Tamizado ASTM - D422			Requerimientos Granulométricos	
Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Porcentaje acumulado que pasa (%)	AFIRMADO	
			A-1	
3"	76.200	100		
2"	50.800	100		
1½"	38.100	100	100	100
1"	25.400	83	90	100
¾"	19.050	73	65	100
½"	12.500	55		
3/8"	9.525	48	45	80
¼"	6.350	36		
Nº 4	4.760	30	30	65
Nº 8	2.360	20		
Nº 10	2.000	19	22	52
Nº 20	0.840	13		
Nº 30	0.590	12		
Nº 40	0.426	11	15	35
Nº 60	0.250	10		
Nº 100	0.149	9		
Nº 200	0.075	8	5	20

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

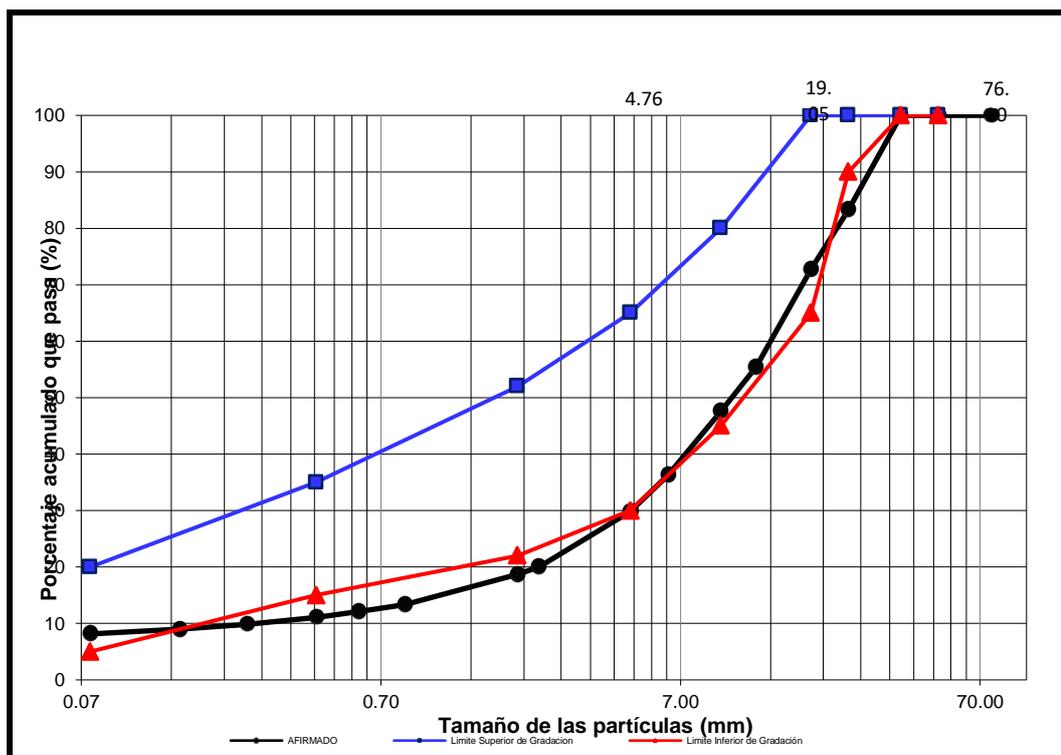


Figura 18. Curva granulométrica ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

Tabla 9. Distribución granulométricas y clasificación de suelo ensayo 02

Porcentaje	Grava	70%
	Arena	22%
	Limo y arcilla	8%
Clasificación	AASHTO	A - 1 - a(0)
	SUCS	GP - GM
Nombre de Grupo SUCS:		Grava pobremente gradada con limo y arena

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

Abrasión

Para realizar este procedimiento se pasa el material por 4 tamices (1 1/2", 3/4", 1/2", 3/8", dicho material se lleva a la máquina de los ángeles y se empieza a rotar a una velocidad entre 30 a 33rpm por 500 revoluciones, como se realizó el método A se colocó en la maquina junto con el material 12 esferas de acero, luego el material que se retira de la máquina se lleva a tamizar por la malla N° 12, para luego ser pesado y realizar los cálculos correspondientes MTC E 207-2000, ASTM C 131 y AASHTO T 96.



Figura 19. Material tamizado añadido a máquina de los ángeles
Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Encendido de máquina de los ángeles
Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Retiro de material triturado
Fuente: Elaboración propia

Índice de plasticidad

Para encontrar el índice de plasticidad realizamos el ensayo de los límites de Atterberg, para lo cual encontramos su límite líquido y el límite plástico (ASTM – D3418)



Figura 22. Tamizado para realizar límite líquido y límite plástico
Fuente: Elaboración propia

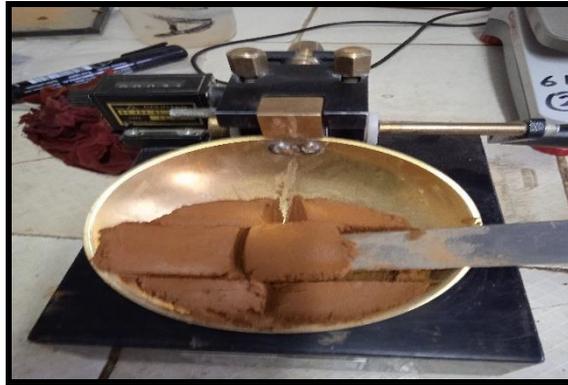


Figura 23. Copa de Casagrande límite líquido
Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Muestras para límite líquido y límite plástico
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Mezcla de agua destilada y material afirmado para límite plástico
 Fuente: Elaboración propia

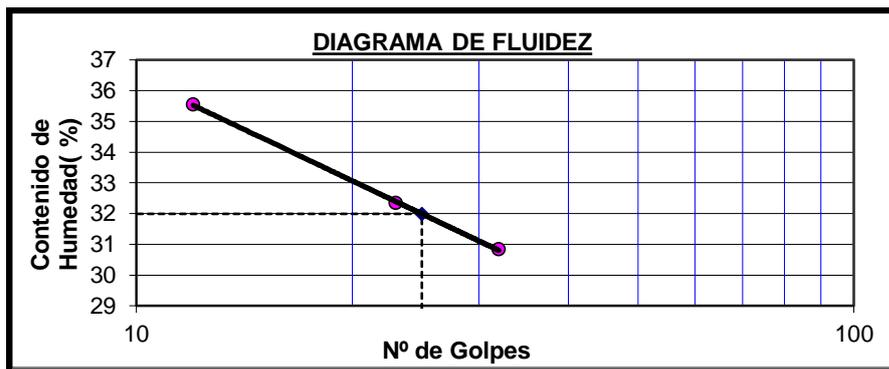


Figura 26. Diagrama de fluidez (Ensayo 01)
 Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

Tabla 10. Límites de Atterberg (Ensayo 01)

LL =	32	%
LP =	28	%
IP =	4	%

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

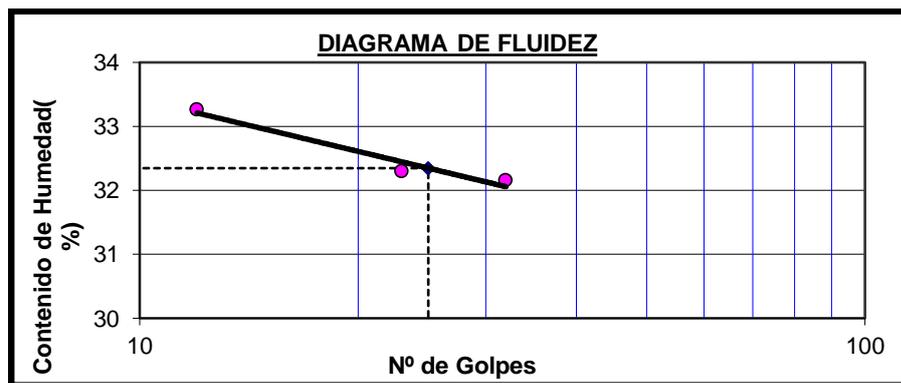


Figura 27. Diagrama de fluidez (Ensayo 02)
 Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

Tabla 11. Límites de Atterberg (Ensayo 02)

LL =	32	%
LP =	28	%
IP =	4	%

Fuente: Elaboración propia

Proctor modificado

Para encontrar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, tenemos que realizar el ensayo de Proctor modificado para lo cual pesaremos 4 bandejas con 6kg. Cada una, una vez pesado se empieza a colocar por cada ensayo 3 moldes a los cuales añadiremos el material y una cierta cantidad de agua que iremos aumentando para cada ensayo de ahí emplearemos 56 golpes por cada capa de afirmado que se valla echando, para luego ser pesado cada molde para poder obtener los datos (ASTM D-1557).



Figura 28. Peso de material para Proctor modificado

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Compactación en probeta para Proctor modificado

Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Peso de material compactado en 5 capas – Proctor modificado
 Fuente: Elaboración propia

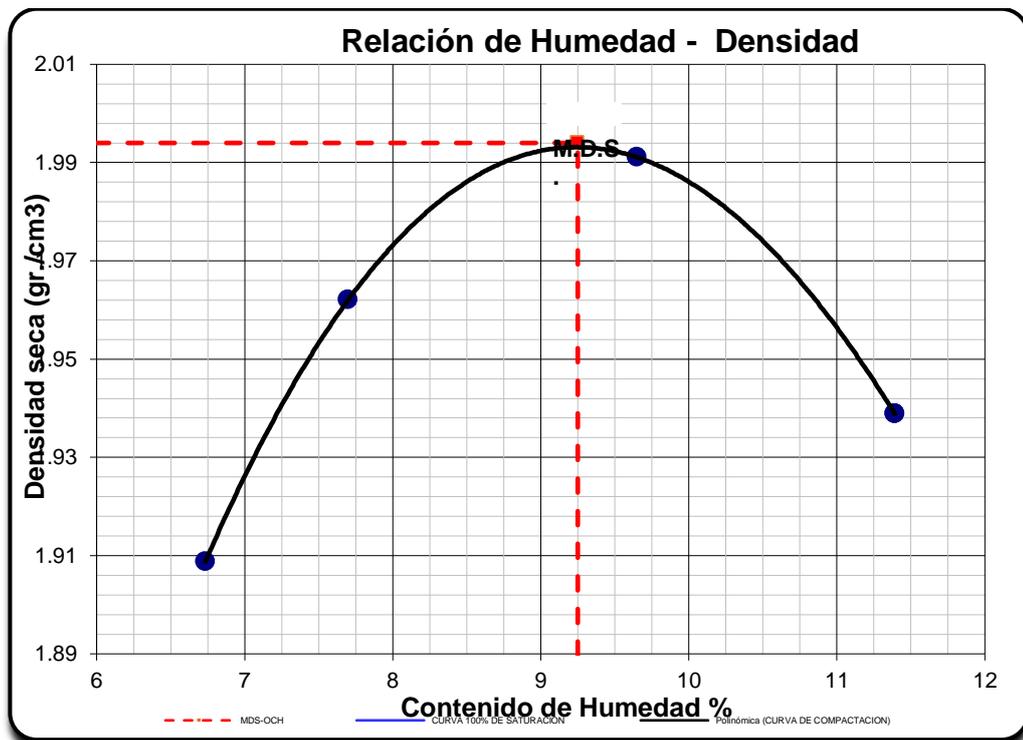


Figura 31. Relación densidad - humedad – Proctor modificado (Ensayo 01 – D0)
 Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

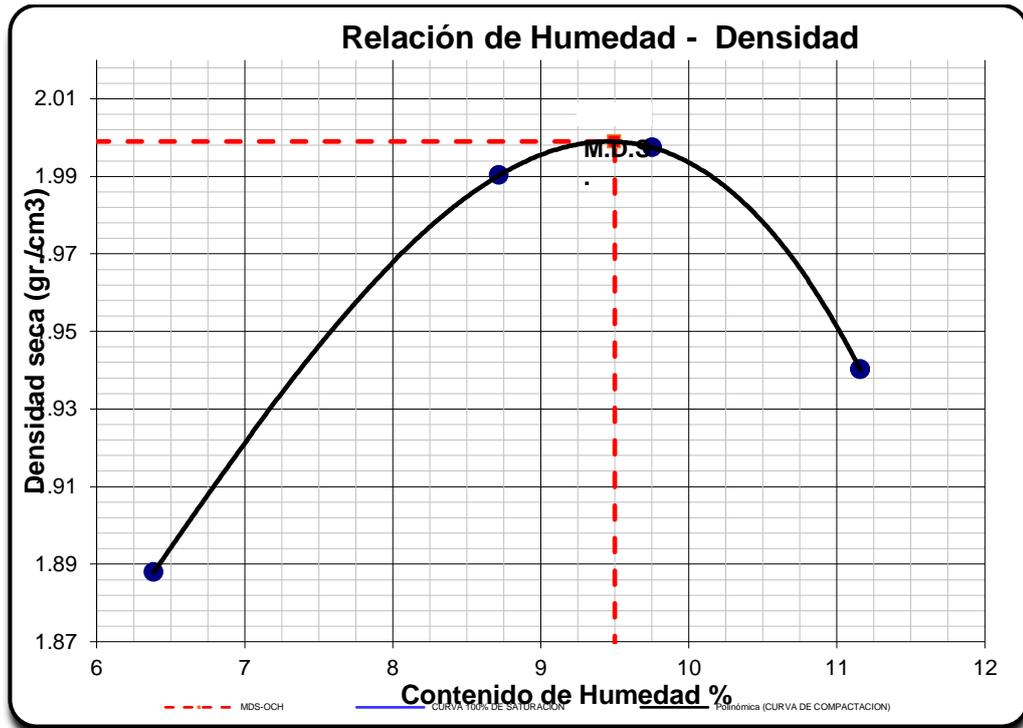


Figura 32. Relación densidad - humedad – Proctor modificado (Ensayo 02 – D0)

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

CBR

Para el ensayo del CBR pesamos 3 bandejas con 17kg cada, de ahí mezclaremos con agua cada una de ellas y vaciaremos en 3 moldes por cada prueba, al primer molde se le realizará 56 golpes, al segundo 25 golpes y por último al tercer molde se le dará 10 golpes, una vez finalizado este procedimiento se empezará con el pesado de cada uno de los moldes, para luego dejarlos en agua por 4 días. Para finalmente llevarlos a que se le aplique la carga con la prensa de CBR (NTP 339.145)



Figura 33. Llenado con material afirmado en probetas para ensayo CBR.

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Compactación de afirmado en moldes para ensayo CBR.
Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Reposo de moldes en agua – ensayo CBR
Fuente: Elaboración propia



Figura 36. Aplicación de carga con prensa CBR
Fuente: Elaboración propia

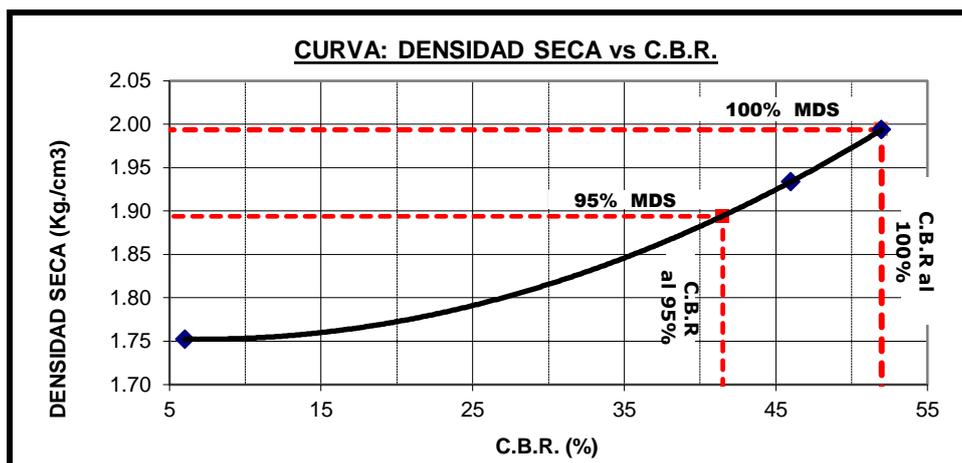


Figura 37. Curva densidad seca vs humedad (ensayo 01)

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

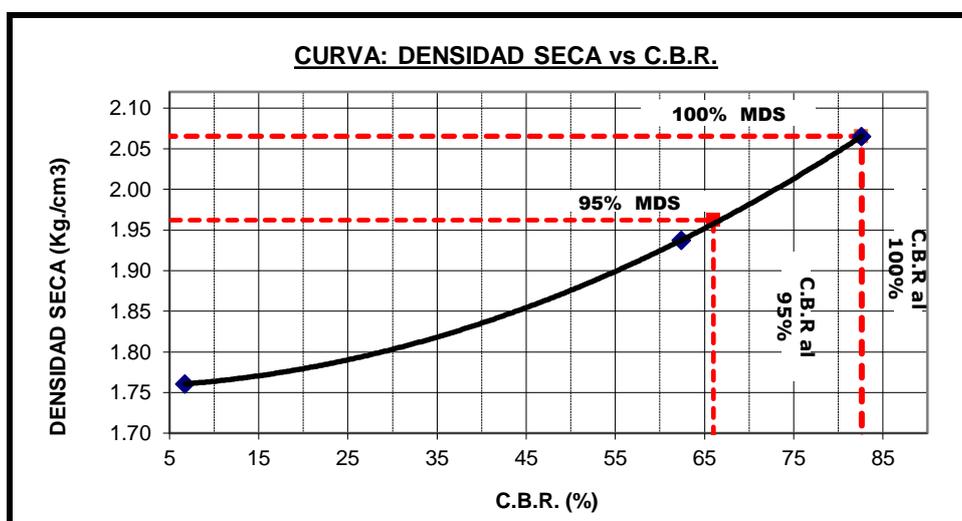


Figura 38. Curva densidad seca vs humedad (ensayo 02)

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 04: Ensayo de laboratorio incorporando aditivo PolyCom (D1, D2 y D3)

Tabla 12. Denominaciones de las dosificaciones

Dosificación	Denominación
SA	D0
0.01%	D1
0.02%	D2
0.03%	D3

Fuente: Elaboración propia



Figura 39. Peso de aditivo PolyCom con sus respectivas dosificaciones
Fuente: Elaboración propia



Figura 40. Mezcla de las 3 dosificaciones de PolyCom con agua
Fuente: Elaboración propia

Índice de plasticidad

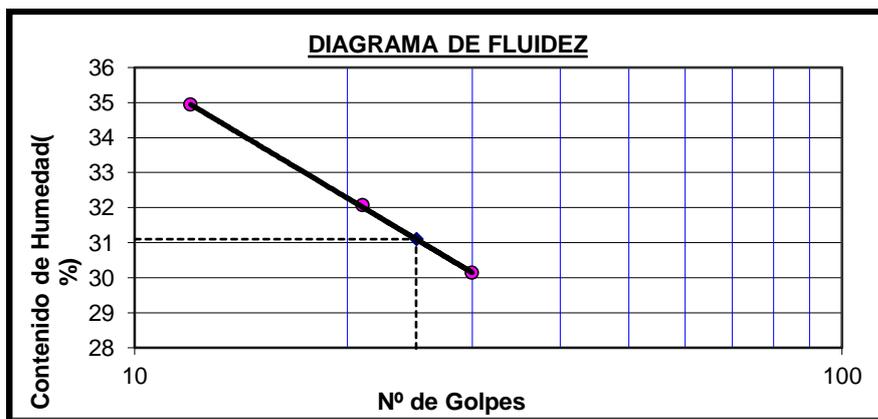


Figura 41. Diagrama de fluidez D1 – Ensayo 01
Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

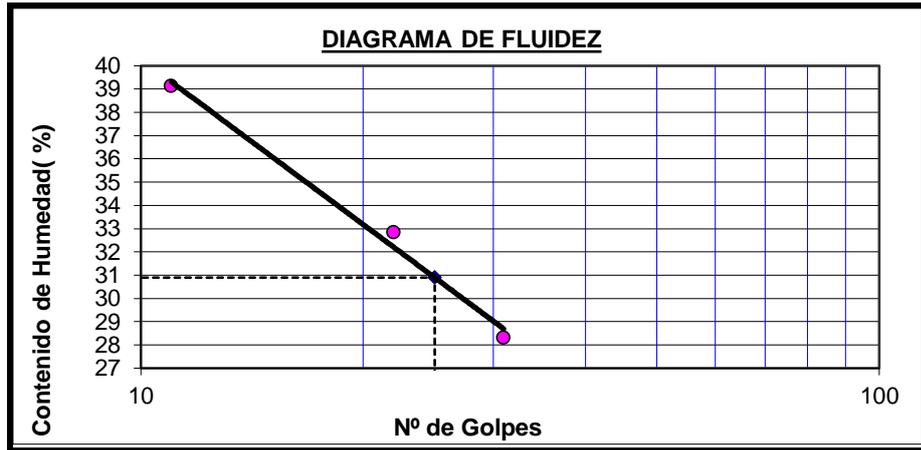


Figura 42. Diagrama de fluidez D1 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

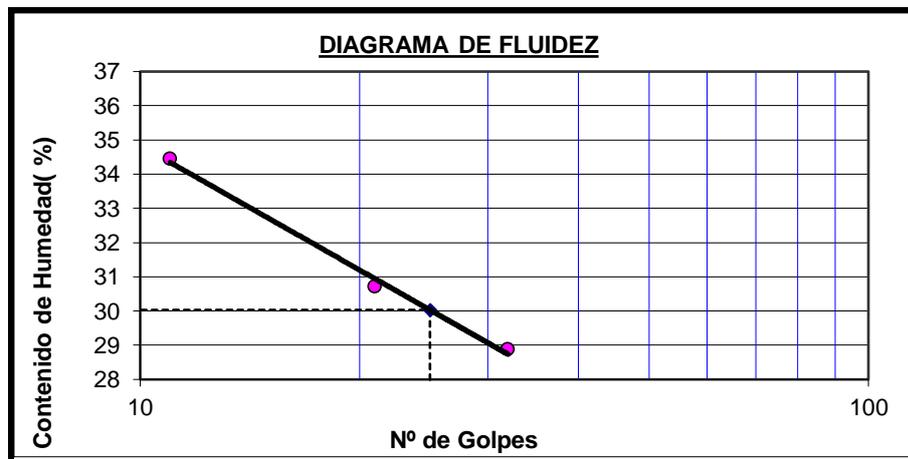


Figura 43. Diagrama de fluidez D2 – Ensayo 01

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

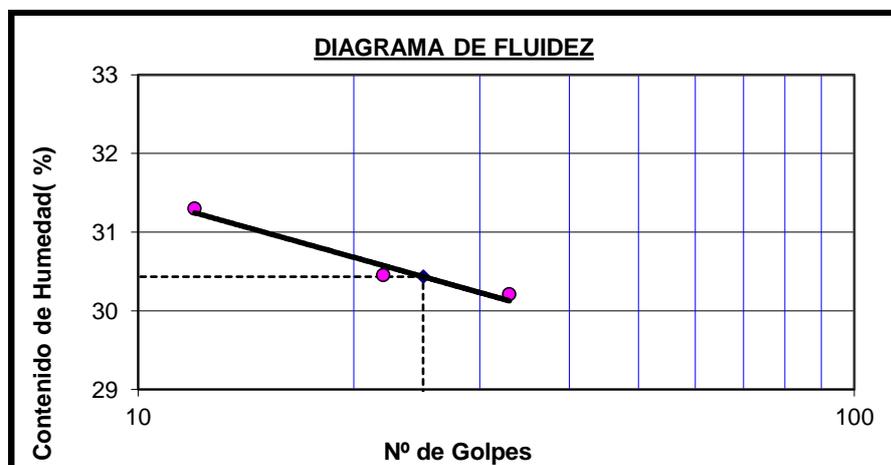


Figura 44. Diagrama de fluidez D2 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

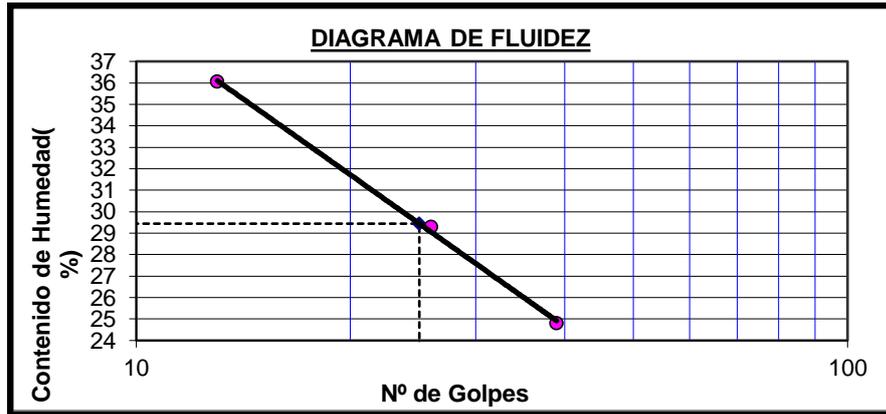


Figura 45. Diagrama de fluidez D3 – Ensayo 01

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

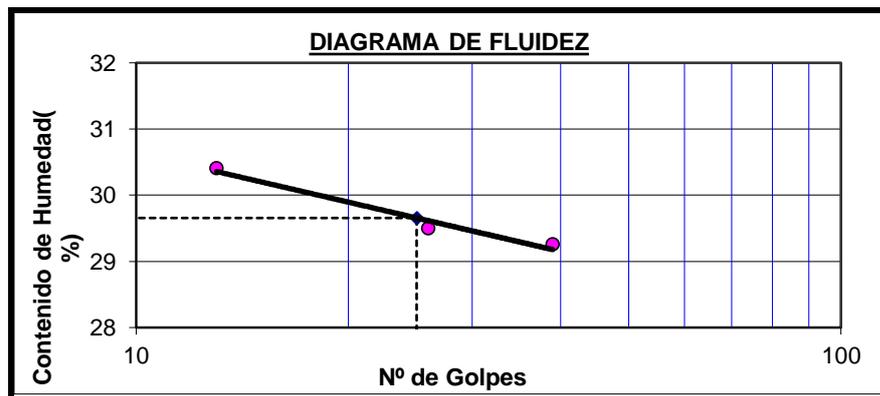


Figura 46. Diagrama de fluidez D3 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

Proctor Modificado

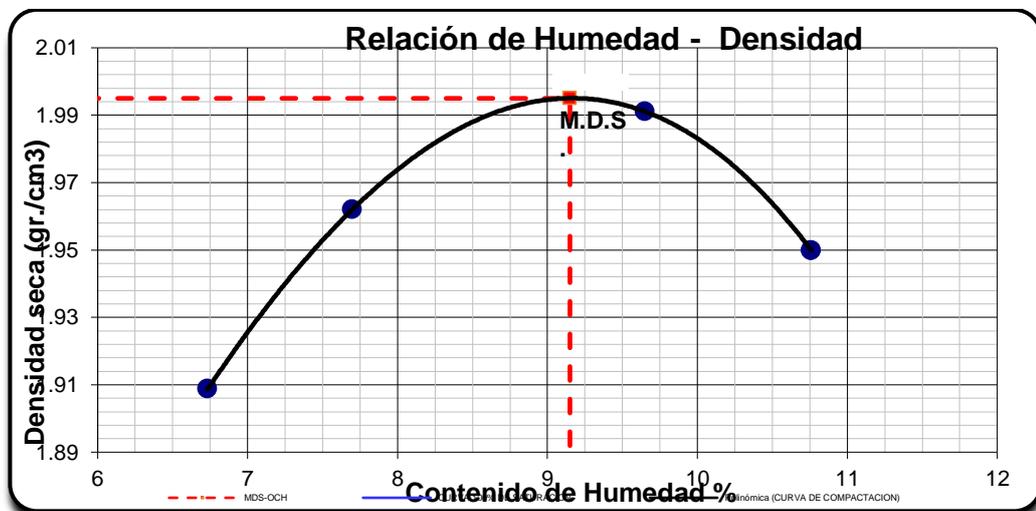


Figura 47. Relación densidad - humedad – Proctor modificado D1 – Ensayo 01

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

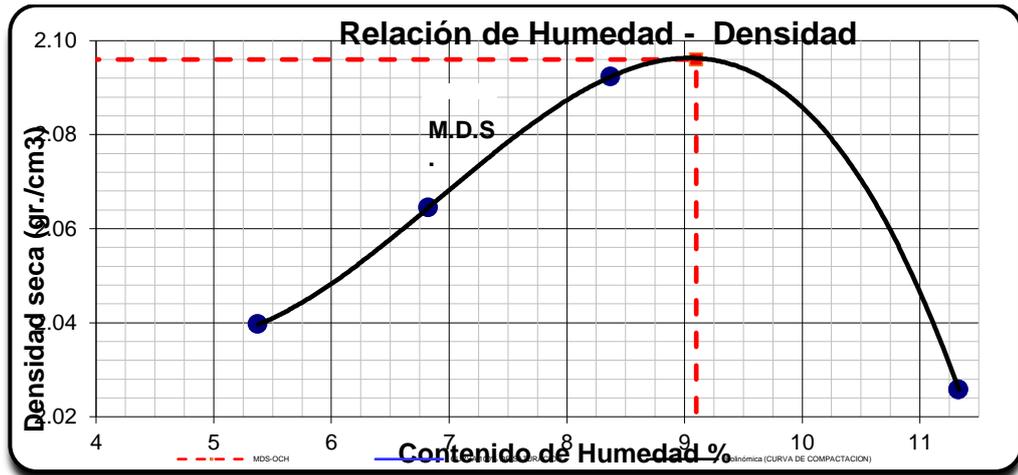


Figura 48. Relación densidad - humedad – Proctor modificado D1 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

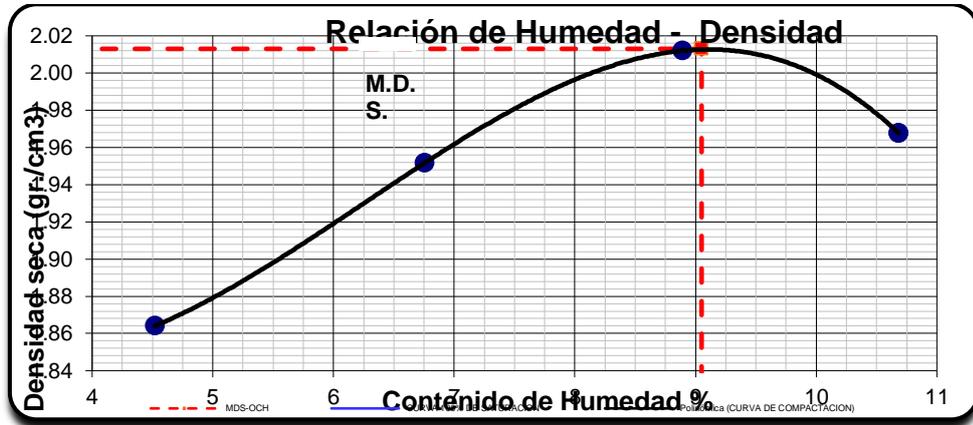


Figura 49. Relación densidad - humedad – Proctor modificado D2 – Ensayo 01

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

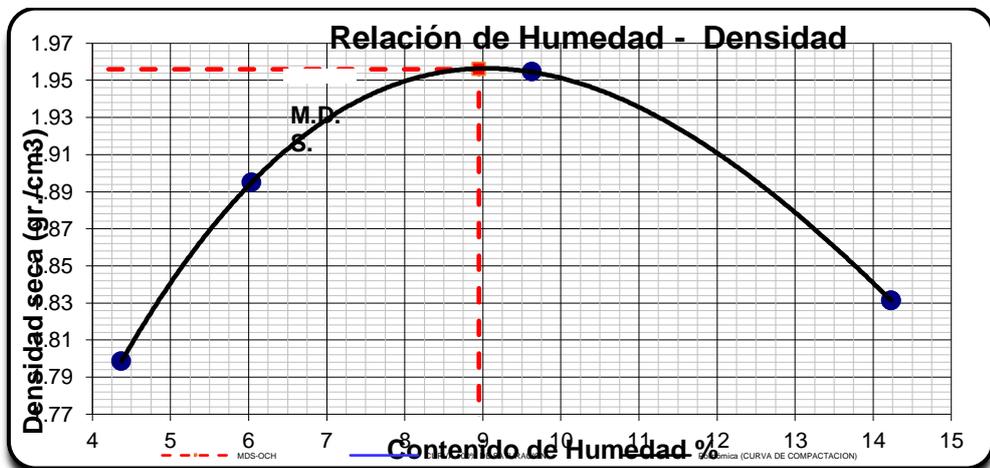


Figura 50. Relación densidad - humedad – Proctor modificado D2 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

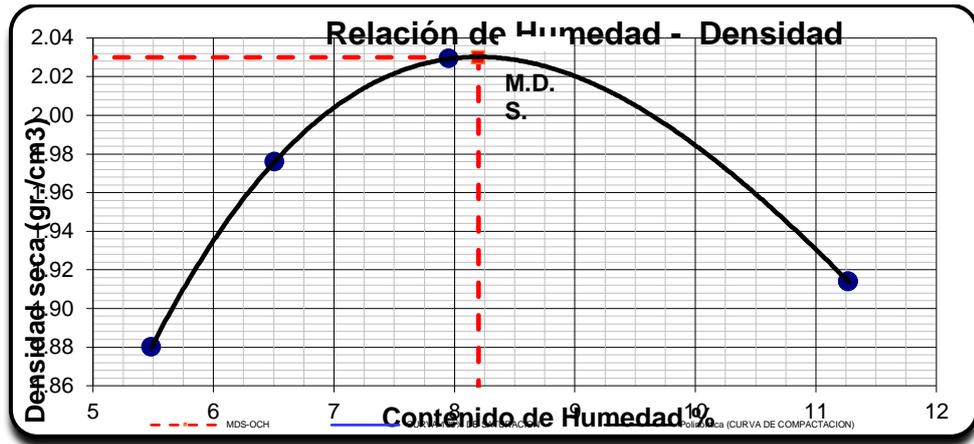


Figura 51. Relación densidad - humedad – Proctor modificado D3 – Ensayo 01
Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

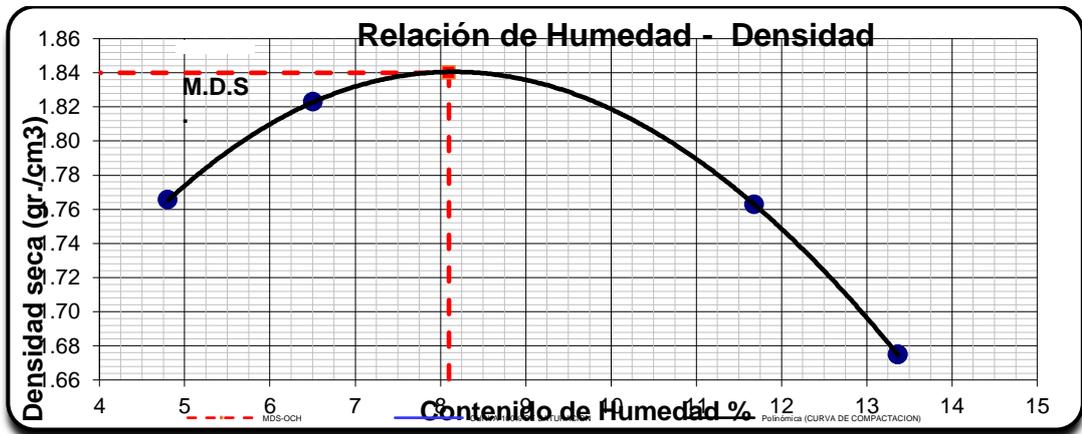


Figura 52. Relación densidad - humedad – Proctor modificado D3 – Ensayo 02
Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

CBR

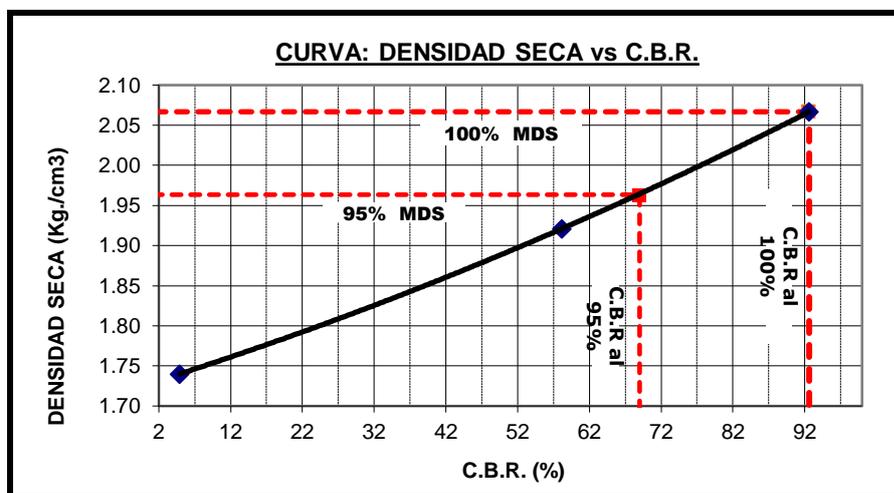


Figura 53. Curva densidad seca vs CBR D1 – Ensayo 01
Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

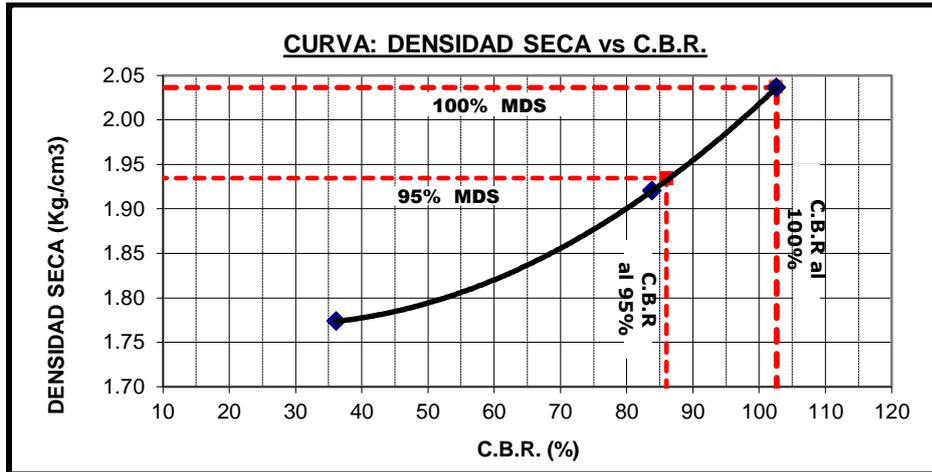


Figura 54. Curva densidad seca vs CBR D1 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

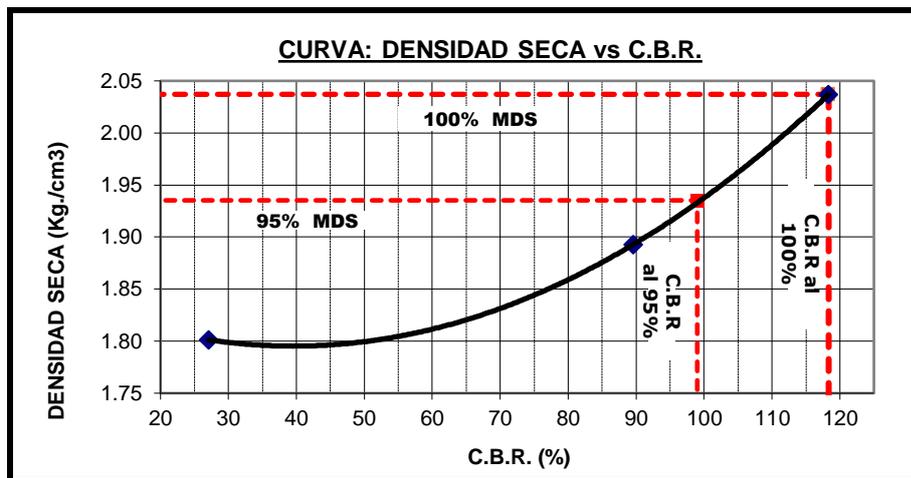


Figura 55. Curva densidad seca vs CBR D2 – Ensayo 01

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

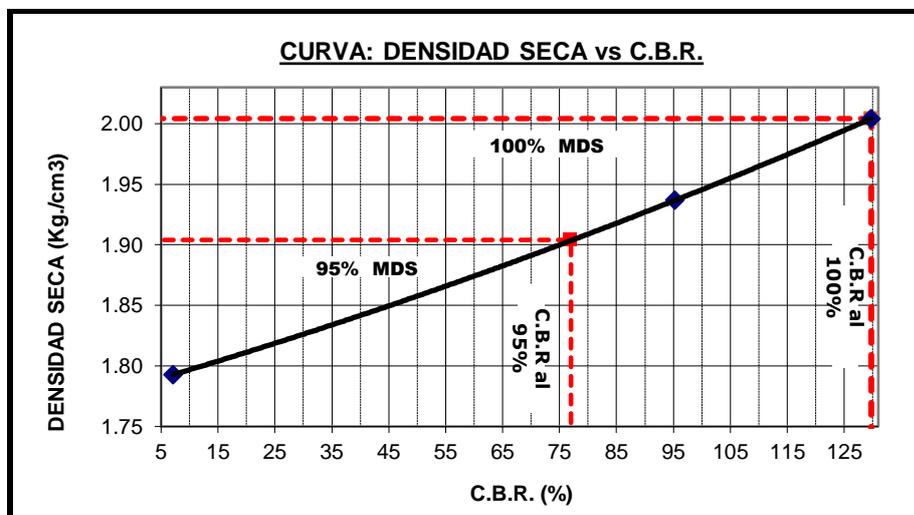


Figura 56. Curva densidad seca vs CBR D2 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

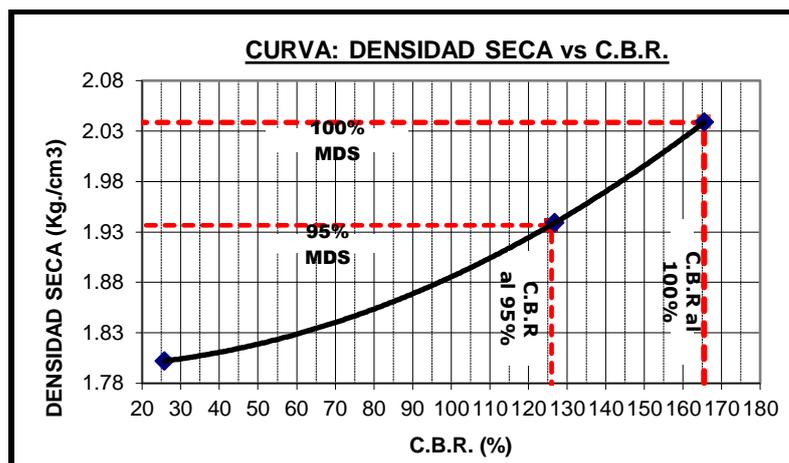


Figura 57. Curva densidad seca vs CBR D3 – Ensayo 01

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

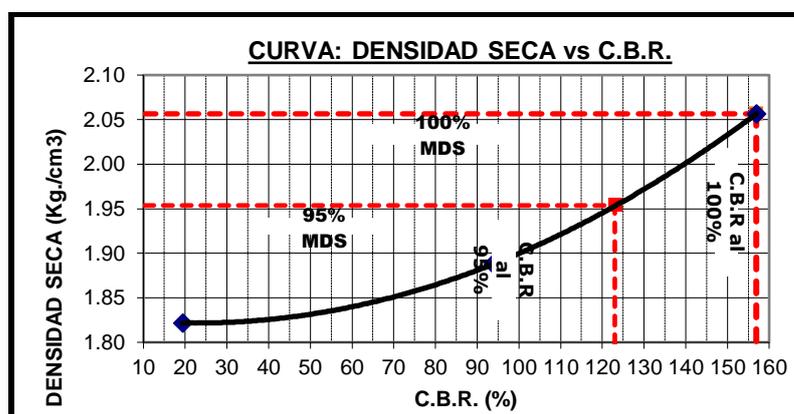


Figura 58. Curva densidad seca vs CBR D3 – Ensayo 02

Fuente: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C

4.2 Resultados

Tabla 13. Resultados de *índice de plasticidad*

DOSIFICACIÓN	ENSAYO 01			ENSAYO 02			PROMEDIO		
	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
D0 = SA	32	28	4	32	28	4	32	28	4
D1 = 0.01%	31	28	3	31	28	3	31	28	3
D2 = 0.02%	30	28	2	30	28	2	30	28	2
D3 = 0.03%	29	26	3	30	27	3	30	27	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Requisitos de calidad para afirmado - límites

• Desgaste Los Ángeles:	50% máx. (MTC E 207)
• Límite Líquido:	35% máx. (MTC E 110)
• Índice de Plasticidad:	4-9% (MTC E 111)

Fuente: Manual de carreteras

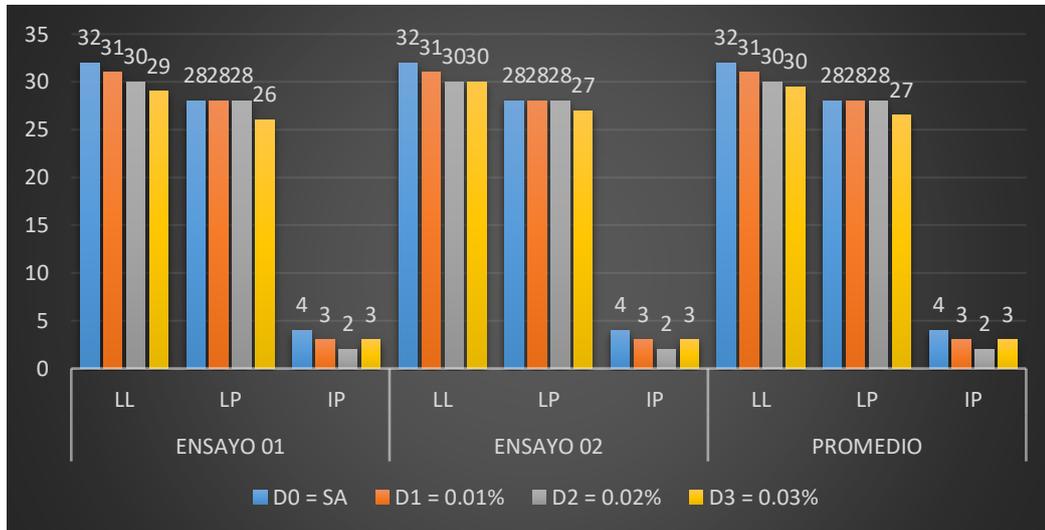


Figura 59. Gráfico del Índice de plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Según las tablas 13 y 14 podemos decir que el material que ha sido trabajado se considera que es afirmado porque cumple con el manual de carreteras de acuerdo a los ensayos de límite líquido y límite plástico que se le realizaron, ya que el índice de plasticidad es 4%, por otro lado al ver la tabla 13 y la figura 59 apreciamos que con la D3 el límite líquido disminuye un 3% comparado con la D0, la D2 disminuye un 2% y la D1 disminuye en un 2% por lo tanto cumple con lo que dice el MTC pero en cuanto a su índice de plasticidad al adicionar el aditivo el índice de plasticidad disminuye por lo que no es favorable.

Contrastación de la hipótesis

Se rechaza la hipótesis debido que al incrementar el aditivo PolyCom el índice de plasticidad baja de manera gradual con respecto a la muestra patrón.

Tabla 15. Resultado del proctor modificado

DOSIFICACIÓN	ENSAYO 01		ENSAYO 02		PROMEDIO	
	OCH	MDS	OCH	MDS	OCH	MDS
D0 = SA	9.24%	1.993	9.50%	1.999	9.37%	2.00
D1 = 0.01%	9.15%	1.995	9.10%	2.10	9.13%	2.05
D2 = 0.02%	9.05%	2.013	8.95%	1.96	9.00%	1.98
D3 = 0.03%	8.20%	2.030	8.10%	1.84	8.15%	1.94

Fuente: Elaboración propia

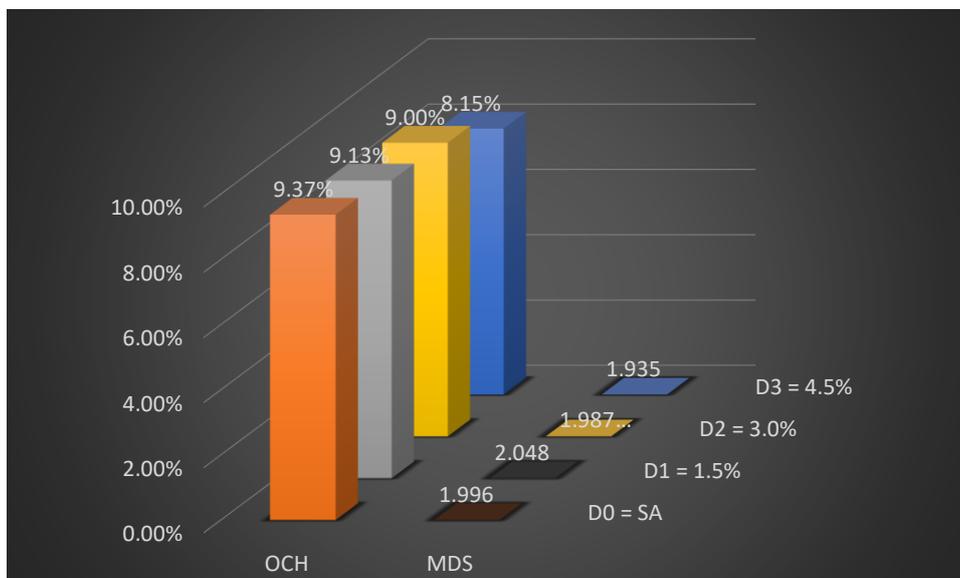


Figura 60. Gráfico del Proctor modificado – OCH - MDS

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Según la tabla 15 y la figura 60 podemos observar que al afirmado patrón (D0) el óptimo contenido de humedad disminuye para la dosificación D1 en un 0.24%, para la dosificación D2 disminuye en un 0.37% y para la dosificación D3 en un 1.22% por lo cual mejora la compactación ya que se requiere de menor cantidad de agua para que no se altere las propiedades del afirmado.

Contrastación

Se acepta la hipótesis porque se verifica que al aumentar el aditivo Polycom en sus distintas dosificaciones disminuye el óptimo contenido de humedad por lo tanto mejora la compactación al compararlo con el afirmado patrón que tiene mayor contenido de humedad.

Tabla 16. Resultados de CBR

DOSIFICACIÓN	ENSAYO 01		ENSAYO 02		PROMEDIO	
	100%	95%	100%	95%	100%	95%
D0 = SA	53%	41%	67%	53%	60%	47%
D1 = 0.01%	93%	69%	103%	86%	98%	78%
D2 = 0.02%	118%	99%	130%	109%	124%	104%
D3 = 0.03%	165%	126%	157%	123%	161%	125%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Requisitos de calidad para afirmado - CBR

<ul style="list-style-type: none"> • CBR (1): 40% mín. (MTC E 132) <p>(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm)</p>
--

Fuente: Manual de carreteras

Tabla 18. Requisitos de calidad para afirmado – soluciones básicas

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104): <ul style="list-style-type: none"> - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	<ol style="list-style-type: none"> 1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%
Sales	<ol style="list-style-type: none"> 1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%

Fuente: Documento técnico N° 24-2014-MTC/2014, soluciones básicas

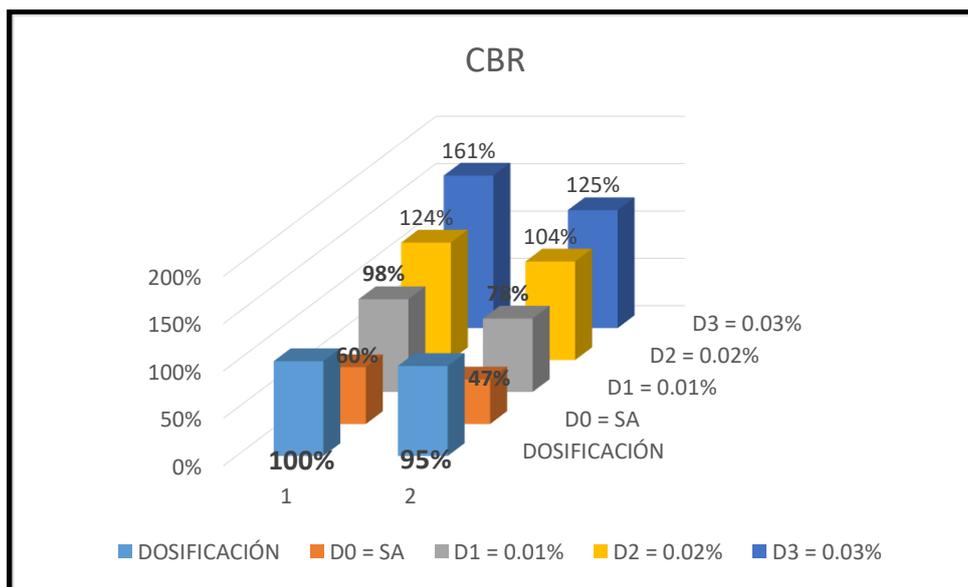


Figura 61. Gráfico del CBR - promedio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Según la tabla 16 y la figura 61 podemos observar que respecto al afirmado patrón (D0) el CBR incrementa para la dosificación D1 en 38%, para la dosificación D2 en 64% y finalmente para la dosificación D3 aumenta en un 101%. Todas las dosificaciones propuestas mejoran el CBR del afirmado patrón, pero solo el D2 y el D3 cumplen con la norma MTC E 115 y MTC E 132 que dice que al agregar un aditivo químico el CBR mínimo debe ser 100% según la tabla 18 y también podemos decir que el material de estudio se considera afirmado ya que según MTC E 132 el CBR de D0 debe ser mínimo 40% lo apreciamos en la tabla 17.

Contrastación de la hipótesis

Se acepta la hipótesis porque se verifica que al aumentar el aditivo Polycom en sus distintas dosificaciones aumenta el CBR progresivamente al compararlo con el afirmado patrón que es menor.

V. DISCUSIÓN

Indicador 1: Índice de plasticidad

En el proyecto de investigación al adicionar aditivo químico PolyCom al afirmado se obtuvo los siguientes valores para el índice de plasticidad para la dosificación D0 fue de 4%, para la dosificación D1 es de 3%, para la dosificación D2 es de 2% y para la dosificación D3 es de 2%.

Mientras que para Cortez y Fernández (2015) solo en la zona norte su índice de plasticidad fue de 6.46% mientras que en la zona este y la zona sur no tenían índice de plasticidad.

En cambio, para Buitrón y Enrique (2018) al agregar la dosificación del 20% de cenizas a los suelos 3, 4 y 5 generó que el LL disminuyera en 25%, 19% y 14% respectivamente mientras que su LP aumentó en 23%, 19% y 39% por ende su índice de plasticidad (IP) disminuyó en 59%, 41% y 39% para los diferentes tipos de suelos.

Como podemos notar los resultados son diferentes para cada tipo de suelo ya que contienen un índice de plasticidad diferente y podemos notar que al agregar algún aditivo en estos casos el límite líquido disminuye y el límite plástico aumenta por lo que el índice de plasticidad va a disminuir.

Indicador 2: Proctor modificado

En el proyecto de investigación al incluir aditivo químico PolyCom a la muestra patrón de afirmado se obtuvieron los siguientes valores al realizar el ensayo de Proctor modificado para la dosificación D0 se obtuvo 9.37% de OCH, para la dosificación D1 se obtuvo 9.13% de OCH, para la D2 se obtuvo 9.00% de OCH y para la dosificación D3 se logró obtener un 9.15% de OCH.

Tenemos q Cortez y Fernández (2015) cuando utilizó el biopolímero en 1% mezclado con el agua al realizar el ensayo de Proctor modificado obtuvo los siguientes resultados de OCH 11.25% en el norte, 6.35% en el este y 5.00% en el sur que comparando con su muestra patrón nos dice que en el norte disminuyó un 0.15%, en el este disminuyó 0.15% y en el Sur aumentó en 2.00%.

Podemos notar que al añadir un aditivo químico se logra disminuir en la mayoría de terrenos el OCH por lo tanto beneficia para cuando se realice las pruebas compactación.

Indicador 3: CBR

En el proyecto de investigación al añadir el aditivo químico PolyCom a la muestra patrón de afirmado se obtuvieron los siguientes resultados de CBR para la dosificación D0 se logró obtener 60%, para la dosificación D1 se obtuvo un 98%, para la dosificación D2 se obtuvo 124% y para la dosificación D3 se obtuvo 161% todos los resultados fueron obtenidos al realizar el ensayo de CBR al 100%.

En cambio, para Villanueva S. (2018) utilizó 3 dosificaciones al 0.005%, 0.1% 0.02% al añadir se notó el incremento del CBR, con la primera dosificación se obtuvo un 38.1%, con la segunda dosificación aumentó en 66.6% y con la tercera dosificación el incremento fue de 79.8% para la cantera 1.

Es por eso que nos damos cuenta que al añadir el aditivo PolyCom siempre aumenta el CBR, en el caso del autor Villanueva S. en ninguno de los casos cumple con lo que dice el documento de soluciones básicas (ver tabla 18), pero para los ensayos que se realizaron para este proyecto de investigación la dosificación D2 y la dosificación D3 si cumple.

VI. CONCLUSIONES

- Se ha identificado que al incorporar el aditivo PolyCom influye negativamente en el índice de plasticidad del afirmado ya que con la dosificación D1 disminuye en 1%, D2 disminuye en 2% y con una dosificación D3 disminuye en 1% en relación a la muestra patrón según lo indicado en la tabla 13 y la figura 59, y como nos dice el manual de carreteras MTC E 111 para considerarse afirmado el índice de plasticidad debe estar en el rango de 4% a 9% en este caso ninguna de las dosificaciones en las que se agregaron el aditivo cumple, pero la muestra patrón si cumple de ya que tiene un índice de plasticidad de 4%.
- Se ha determinado que la incorporación del aditivo PolyCom influye positivamente en la compactación del afirmado ya que con la dosificación D1 el OCH disminuye en 0.24% y su MDS aumenta en 0.05gr/cm³, la dosificación D2 su OCH disminuye en 0.37% y su MDS disminuye en 0.02gr/cm³ y la D3 el OCH disminuye en 1.22% y su MDS disminuye en 0.06gr/cm³ en relación al OCH y MDS de la muestra patrón según lo indicado en la tabla 15 y la figura 60, observamos que al disminuir el OCH resulta beneficioso a la hora de realizar la prueba de compactación ya que se va a utilizar menor cantidad de agua y así evitar perjudicar las propiedades del afirmado.
- Se ha determinado que existe una influencia positiva dado que se incrementa la capacidad de resistencia del afirmado al adicionarle el aditivo PolyCom de la siguiente manera, con la dosificación D1 incrementa en un 38%, con la D2 aumenta en 64% y con la D3 incrementa en un 101% en relación a la dosificación patrón según lo indicado en la tabla 16 y la figura 61, como se puede observar en los resultados el CBR solo la dosificación D2 y D3 cumplen con el Documento técnico N° 24-2014-MTC/2014, soluciones básicas que nos indica que al añadir un aditivo químico el CBR debe ser mínimo 100%.
- De la evaluación realizada se ha determinado que existe una influencia positiva con la adición del aditivo PolyCom se presentaron los siguientes resultados; respecto al CBR el mejor resultado se obtiene con la dosificación D3 que incrementa un 101% en relación a la muestra patrón. En cuanto al Proctor modificado la dosificación D3 es la mejor debido a que el OCH es el que disminuye en mayor porcentaje (1.22%). Además, respecto al índice de plasticidad ninguna

de las dosificaciones mejoró este indicador. Finalmente considerando los resultados indicados la dosificación D3 es la que aporta mejor influencia positiva.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el aditivo químico PolyCom como mínimo la dosificación D2 (0.02%) ya que mejora el Proctor modificado en cuanto a su bajo OCH y además el CBR incrementa a más de 100% lo cual está permitido por el manual de soluciones básicas.
- Se recomienda que se realicen estudios de suelos con la finalidad de ver el CBR y así poder tener una mayor visión de los caminos y así poder impulsar a que se utilice el aditivo PolyCom para poder mejorar la resistencia tanto del suelo como del afirmado.
- En este caso para mantener el índice de plasticidad y esté en el rango de porcentaje para que se considere afirmado es recomendable no usar el aditivo ya que hace disminuir su límite líquido y aumentar su límite plástico.

REFERENCIAS

BOLÍVAR S. y QUINTERO C. Universidad Católica de Colombia en la tesis “Análisis del estado de las vías secundarias en Colombia y la oportunidad de la ingeniería civil para su construcción y mantenimiento” Bogota D.C. – 2019

VILLANUEVA S. Universidad Ricardo Palma en la tesis “Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m. utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato. Caso Poncos-Kochayoc Ancash”

BARAHONA J. Universidad de Huánuco en la tesis “Análisis comparativo entre los estabilizantes químicos Terrazyme y PolyCom, en el mejoramiento de la densidad y el CBR de la trocha carrozable Pomacucho -Pacaypampa – Santamaria del valle – Huánuco 2018”.

CORTEZ C. FERNÁNDEZ M. Universidad Ricardo Palma en la tesis “Influencia de las zeolitas y biopolímeros en el mejoramiento de la resistencia de suelos del sur, este y norte de Lima para vías a nivel de afirmado Perú”.

RAMOS VÁSQUEZ J. y LOZANO GÓMEZ J. de la Universidad Católica de Colombia en la tesis “Estabilización de suelos mediante aditivos alternos”.

Hernández Lara, Mejía Ramírez y Zelaya Amaya Universidad de El Salvador en la tesis “Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriente de la universidad de El Salvador”

CASTILLO B. Universidad de Cuenca repositorio institucional de la tesis “Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y límite líquido superiores al 100% para utilizarlos como subrasantes en carreteras.

KENYA A. Escola Politécnica tese de doutorado con la tese titulado “Estabilizacão de solos com cimentos pozolánicos de cinza de casca de arroz e de residuo cerámico”

Georgees, Hassan, Evans y Jegathessan performance improvement og granular pavement materials using a polyacrylamide – based additive.

Serrano Rodríguez E. y Padilla González E. publicado el 15 de enero de 2019 en su artículo Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasantes por la adición de materiales poliméricos reciclados. Revista Ingeniería solidaria, Vol 15, no .1, pp. 1-23. Doi 2357-6014.

Rivera, Aguirre, Mejía y Orobio en su artículo “estabilización química de suelos, Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión)” publicado por SENA: Servicio Nacional de aprendizaje.

Gutiérrez Valencia en su tesis “Polímeros: Generalidades y tendencias de investigación en Colombia”.

BUITRÓN LANDETA, S. & ENRIQUE LEÓN A. (2018), estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza de volcán Tungurahua. 138 hojas Quito: EPN.

AUSTRALIN PERU (2019) Austlatin Paving the way to Latin América, recuperado de <https://www.austaltin.com.au>

GARNICA P., PÉREZ A., GÓMEZ J. y OBIL E. Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres, publicación técnica No.201 Sanfandila, Qro, 2002 ISSN 0188-7297.

HERNÁNDEZ J., FIGUEROA B. y MARTÍNEZ M. Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza Rev. Mex. Cienc Agríc vol.10 spe 22 Texcoco mar./abr. 2109 ISSN 2007-0934.

FRANCHT J. y TORRIJO J. GEUSUPPORT – DIT “Departamento de ingeniería del terreno” (estudios geotécnicos en los ámbitos de la edificación y la ingeniería civil, ingeniería geológica Sabadell/ Barcelona – Huesca) UPV.

FRANCHT J. y TORRIJO J. GEUSUPPORT – DIT “Departamento de ingeniería del terreno” (estudios geotécnicos en los ámbitos de la edificación y la ingeniería civil, ingeniería geológica Sabadell/ Barcelona - Huesca) UPV.

FRANCHT J. y TORRIJO J. GEUSUPPORT – DIT “Departamento de ingeniería del terreno” (estudios geotécnicos en los ámbitos de la edificación y la ingeniería civil, ingeniería geológica Sabadell/ Barcelona – Huesca) UPV.

CRESPO C. Mecánica de Suelos y cimentaciones – editorial Limusa S.A. – ISBN 968 – 18 – 0985 – 8

GUZMÁN y GARCÍA – Mecánica de suelos y diseños de mezcla 2012

JARAMILLO C. libros y cursos de ingeniería y arquitectura 2020

ALDANA R. Ensayos de compactación – Proctor normal y proctor modificado - firmes y pavimentos – compactación de suelos – curva de compactación 2021

SÁNCHEZ F. IC; MI (UNAM), consultor geotécnico y de geomateriales para carreteras, director de la academia Geotechitips.

CRUZ J. OZUNA M. Y ORTIZ J. química general un nuevo enfoque en la enseñanza de la química – Universidad Autónoma de Sinaloa – Impreso en México Once Ríos editores segunda edición 2015

DEFINICIONESDE.COM.

Instituto Astesco ¿qué es el desgaste por abrasión y como combatirlo - 2018

CAIRAMPOMA ROJAS M. Tipos de investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación 2015 volumen 16 N° 01 ISSN 1695-7504.

CASTELLO M. BAÑALES G. Y VEGA N. Enfoques en la investigación de la regulación de escritura académica. Estado de la cuestión. Electronic journal research in Educational Psychology, Vol 8 numero 3, diciembre 2010 Universidad de Almería.

SÁNCHEZ H. REYES C. y MEJÍA K. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística Primera edición junio 2018 ISBN N° 978-612-47351-4-1.

ALDANA R. Ensayos de compactación – Proctor normal y proctor modificado - firmes y pavimentos – compactación de suelos – curva de compactación 2021

LÓPEZ P. en su artículo Población muestra y muestreo, punto cero v.09 n.08 Cochabamba 2004 ISSN 1815-0276.

LÓPEZ P. en su artículo Población muestra y muestreo, punto cero v.09 n.08 Cochabamba 2004 ISSN 1815-0276.

SALINAS MARTÍNEZ A. (2004) Tema 4: Métodos de muestreo. Ciencia UANL, enero-marzo, vol. VII número 001, Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, México ISSN: 1405-9177

BEHAR RIVERO, D. Metodología de la investigación 2008 edición A. Ribeiro ISBN 978-959-212-783-7

URRUTIA, M., BARRIOS, S., GUTIÉRREZ, M y MAYORGA, M. Métodos óptimos para determinar la validez de contenido (Chile) Educ Med Super vol.28 no.3 Ciudad de la Habana jul-set.2014 versión impresa ISSN 0864-2141 y versión On-line ISSN 1561-2902.

VENTURA, J. La importancia de reportar la validez y confiabilidad en los instrumentos de medición: Comentarios a Arancibia et al, Rev. Méd. Chile vol.145 no.7 Santiago jul.2017 ISSN 0034-9887.

VARGAS, G. Validez y confiabilidad de la escala de actitudes hacia el reciclaje y uso responsable de papel en los estudiantes de la UNMSM Letras vol.88 no.128 Lima jul./dic.2017 ISSN 2071-5072.

FREIRE, C. La validez interna y externa de una investigación cualitativa Edición No. 33 Vol. 9 – No. 1 Pag # 35-38 ISSN 1390-3748.

MARCH y MARTÍNEZ (2015) Caracterización de la validez y confiabilidad en el constructo metodológico de la investigación social. Revista electrónica de humanidades, educación y comunicación social ISSN-e 1856-9331

HERNÁNDEZ, Z. Iberus campus de excelencia internacional – Universidad de la Rioja – métodos de análisis de datos 2012 – ISBN 978 – 84 – 615 – 7579-4

SALAZAR, M., ICASA, M. y, ALEJO, O. La importancia de la ética en la investigación. Revista Universidad y sociedad, 2018 Vol 10. No 1. ISSN 2218 - 3620.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE POLYCOM	Es un producto australiano que viene en presentación en polvo concentrado de acrilamida, surfactantes y ligantes que al mezclarse con el agua forman un líquido copolímero.	Se analizará al aditivo PolyCom en base a la granulometría, peso específico y dosificaciones que se añadirán a las muestras del afirmado	Dosificación	0.01% 0.02% 0.03%	Razón
			Propiedades Físicas	olor, color	Razón
VARIABLE INDEPENDIENTE ESTABILIDAD DE AFIRMADO	Es mezclar diversos materiales con propiedades complementarias, con la finalidad que se obtenga un nuevo material de mayor calidad que cumpla con las exigencias deseadas Raúl Aldana (2021)	Se analizará en base a su óptimo contenido de humedad, máxima densidad seca y resistencia	CAPACIDAD DE RESISTENCIA	CBR	Razón
			COMPACTACIÓN	PROCTOR MODIFICADO	
			ÍNDICE DE PLASTICIDAD	LÍMITE LÍQUIDO LÍMITE PLÁSTICO	

Anexo 2: Matrix de consistencia

Variables	Dimensiones	Indicadores	Problemas	Objetivos	Hipótesis
Variable Independiente (Polímero PolyCom)	DOSIFICACION	0.01%	Problema general ¿CUANTO INFLUYE LA INCORPORACION DE POLYCOM EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS EN HUANTA - AYACUCHO 2021?	Objetivo general EVALUAR LA INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE POLYCOM EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS EN HUANTA - AYACUCHO 2021	Hipótesis general LA INCORPORACION DE POLYCOM INFLUIRÁ SIGNIFICATIVAMENTE EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS EN HUANTA - AYACUCHO
		0.02%			
		0.03%			
	ESPECIFICACIÓN TIECNICA	MATERIAL SÓLIDO	Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas
Variable dependiente (Estabilidad de Afirmado)	CAPACIDAD DE RESISTENCIA	CBR	¿CUANTO INFLUYE LA INCORPORACION DE POLYCOM EN LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS?	DETERMINAR CUÁNTO INFLUYE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS	LA INCORPORACION DE POLYCOM INFLUIRÁ SIGNIFICATIVAMENTE EN LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS EN HUANTA - AYACUCHO
	COMPACTACIÓN	PROCTOR MODIFICADO	¿CUANTO INFLUYE LA INCORPORACION DE POLYCOM EN LA COMPACTACION DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS?	DETERMINAR CUÁNTO INFLUYE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN LA COMPACTACION DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS	LA INCORPORACION DE POLYCOM INFLUIRÁ SIGNIFICATIVAMENTE EN LA COMPACTACION DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS EN HUANTA - AYACUCHO
	ÍNDICE DE PALSTICIDAD	LÍMITE LÍQUIDO LÍMITE PLÁSTICO	¿CUANTO INFLUYE LA INCORPORACION DE POLYCOM EN EL INDICE DE PLASTICIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS?	IDENTIFICAR CUÁNTO INFLUYE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN EL INDICE DE PLASTICIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS	LA INCORPORACION DE POLYCOM INFLUIRÁ SIGNIFICATIVAMENTE EN EL INDICE DE PLASTICIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS EN HUANTA - AYACUCHO

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de polímero PolyCom

"Influencia de la incorporación de PolyCom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos Huanta - Ayacucho 2021"

Fecha: 22 de octubre del 2021.

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Departamento: Ayacucho - Provincia: Huanta. Distrito: Llochegua - Localidad: Puerto Amargura

Parte B: Dosificación de polímero PolyCom.

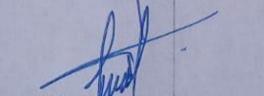
0.01%	x
0.02%	x
0.03%	x

EXPERTO 01:


FLOYD HOLOGUIN PALOMINO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros 118999

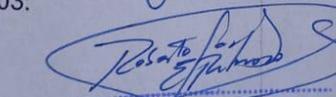
CIP: 118999

EXPERTO 02:


Joci Freddy Canchanya Quispe
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 134878

CIP: 134878

EXPERTO 03:


Roberto C. Retamozo Garibay
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 171885

CIP: 171885

Anexo 4: Validez por juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Facultad de Ingeniería Civil

FICHA TÉCNICA N° 03 - VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Influencia de la incorporación de PolyCom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta – Ayacucho 2021”

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

DOSIFICACIÓN	ENSAYO 01			ENSAYO 02			PROMEDIO		
	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
D0 = SA	32	28	4	32	28	4	32	28	4
D1 = 0.01%	31	28	3	31	28	3	31	28	3
D2 = 0.02%	30	28	2	30	28	2	30	28	2
D3 = 0.03%	29	26	3	30	27	3	30	27	3

Experto 01:

FLOYD HOLGUÍN PALOMINO HUAMAN
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros 118999

CIP: 118999

PUNTUACIÓN: 0.90

Experto 02:

Fredy Canchanya Qunspe
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 134878

CIP: 134878

PUNTUACIÓN: 0.90

Experto 03:

Roberto C. Retamozo Garibay
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 171885

CIP: 171885

PUNTUACIÓN: 0.90

PROMEDIO: 0.90



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Facultad de Ingeniería Civil

FICHA TÉCNICA N° 01 - VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Influencia de la incorporación de PolyCom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta – Ayacucho 2021”

CBR

DOSIFICACIÓN	ENSAYO 01		ENSAYO 02		PROMEDIO	
	100%	95%	100%	95%	100%	95%
D0 = SA	53%	41%	67%	53%	60%	47%
D1 = 0.01%	93%	69%	103%	86%	98%	78%
D2 = 0.02%	118%	99%	130%	109%	124%	104%
D3 = 0.03%	165%	126%	157%	123%	161%	125%

Experto 01:

CIP:

PUNTUACIÓN: 0.9

Experto 02:

CIP: 134878

PUNTUACIÓN: 0.9

Experto 03:

CIP: 171885

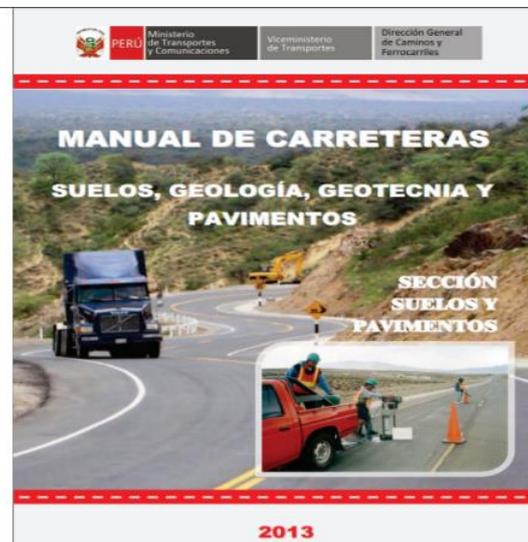
PUNTUACIÓN: 0.9

PROMEDIO: 0.9

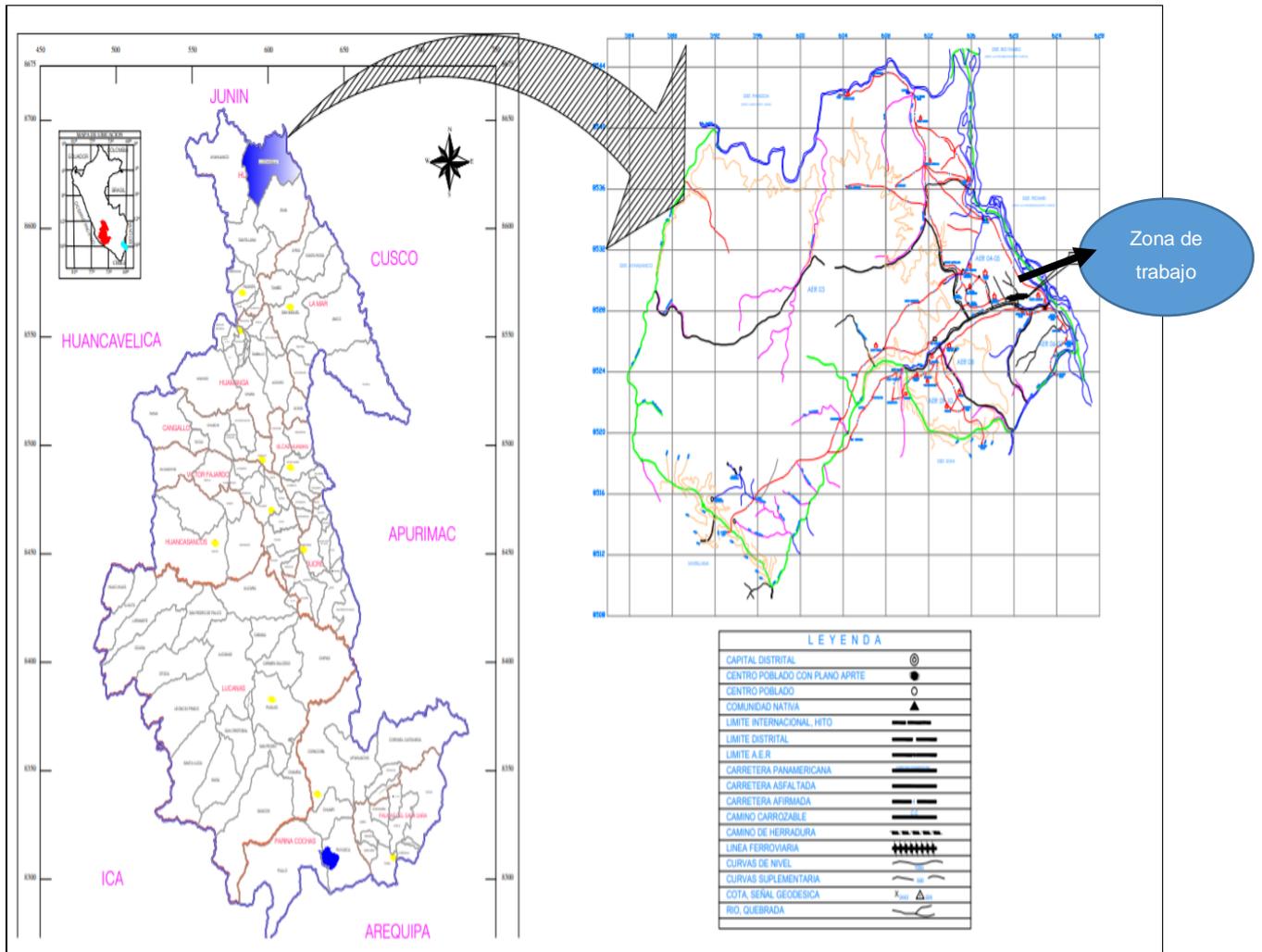
Anexo 5: Normativa



NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES



Anexo 6: Mapas y planos



L-2



Muestras

Anexo 6: Panel fotográfico



FOTO 01 PERSISTENTE LLUVIA QUE ESTAN SOCAVANDO EL MATERIAL DE LA ZONA EL CUAL SE ESTA LIMPIANDO PARA EL ACCESO A LOS DEMAS LUGARES.



FOTO 02 ENCHARCAMIENTOS POR ACCION DE LA LLUVIA, SUELO SATURADO.



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005163

ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

INFORME N° : GS - 035 - 2021

PROYECTO INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS HUANTA - AYACUCHO 2021

TRAMO : Puerto Amargura - Pampas
 SOLICITANTE : Testista Geancarlo Isla Cifuentes
 UBICACIÓN Lugar : Puerto Amargura
 Distrito : Lillochegua
 Provincia : Huanta
 Región : Ayacucho

Cantera : 9+520 Acceso 0.00 m.
 Material : Material granular (Afirmado)
 Prog. : 9+520
 Muestra : 1
 Fecha : Oct-21

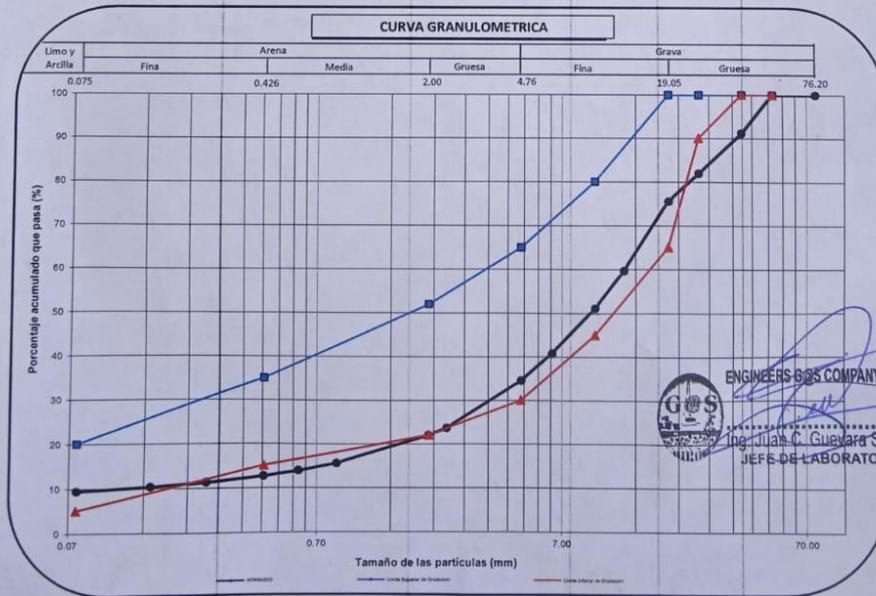
Granulometría por Tamizado		ASTM - D422	Requerimientos Granulométricos	
Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Porcentaje acumulado que pasa (%)	AFIRMADO	
			A-1	
3"	76.200	100		
2"	50.800	100		
1½"	38.100	91	100	100
1"	25.400	82	90	100
¾"	19.050	76	65	100
½"	12.500	60		
3/8"	9.525	51	45	80
¼"	6.350	41		
N° 4	4.760	35	30	65
N° 8	2.360	24		
N° 10	2.000	22	22	52
N° 20	0.840	16		
N° 30	0.590	14		
N° 40	0.426	13	15	35
N° 60	0.250	11		
N° 100	0.149	10		
N° 200	0.075	9	5	20

Humedad		ASTM - D2216
Contenido de Humedad (w)		1 %

Límites de Consistencia		ASTM - D4318
Límite Líquido (LL)		32 %
Límite Plástico (LP)		28 %
Índice de Plasticidad (IP)		4 %

Resultados		
Coeficiente	Uniformidad (Cu)	102.1
	Curvatura (Cc)	9.1
Porcentaje	Grava	65%
	Arena	25%
	Limo y arcilla	9%
Clasificación	AASHTO	A - 1 - a(0)
	SUCS	GP - GM
Nombre de Grupo SUCS:		Grava pobremente gradada con limo y arena

Fuente: MTC / Manual de Carreteras EG-2013



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suárez
 JEFE DE LABORATORIO

Ensayo de granulometría



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005163

ENSAYO DE ABRASION POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES MTC E 207-2000, ASTM C-131, AASHTO T-96

INFORME N° : GS - 035 - 2021

PROYECTO INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS HUANTA - AYACUCHO 2021

TRAMO : Puerto Amargura - Pampas

SOLICITA : Tesista Geancarlo Isla Cifuentes

UBICACIÓN Lugar : Puerto Amargura

Distrito : Lillochegua

Provincia : Huanta

Región : Ayacucho

Cantera 9+520 Acceso 0.00 m.

Cantera : Material granular (Afirmado)

Prog. 9+520

Muestra 1

Fecha Oct-21

NUMEROS DE MALLAS				CANTIDAD DE MATERIAL, SEGÚN EL MÉTODO			
QUE PASAN		QUE RETIENEN		METODO "A"	METODO "B"	METODO "C"	METODO "D"
Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	gr.	gr.	gr.	gr.
1 1/2"	38.10	1"	25.4	1225.5			
1"	25.40	3/4"	19.05	1224.5			
3/4"	19.05	1/2"	12.7	1224.6			
1/2"	12.70	3/8"	9.525	1224.9			
3/8"	9.53	1/4"	6.35				
1/4"	6.35	N° 04	4.76				
N° 04	4.76	N° 08	2.36				
PESO TOTAL				4899.5	-	-	-
N° DE ESFERAS				12	-	-	-
N° DE REVOLUCIONES TOTAL				500	-	-	-
TIEMPO ESTIMADO EN MINUTOS				15	-	-	-
PESO TOTAL DEL MATERIAL				4899.5	-	-	-
PESO MATERIAL RETENIDO EN MALLA N° 12 (LAVADO)				3662.7	-	-	-
PESO MATERIAL QUE PASA MALLA N° 12				1236.8	-	-	-
PORCENTAJE DE DESGASTE %				25%	-	-	-



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO

Ensayo de abrasión



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005163

LÍMITES DE CONSISTENCIA

INFORME N° : GS - 035 - 2021

PROYECTO INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS HUANTA - AYACUCHO 2021

TRAMO : Puerto Amargura - Pampas

SOLICITANTE : Tesista Geancarlo Isla Cifuentes

UBICACIÓN Lugar : Puerto Amargura

Distrito : Llochegua

Provincia : Huanta

Región : Ayacucho

cantera : 9+520 acceso 0.00 m.

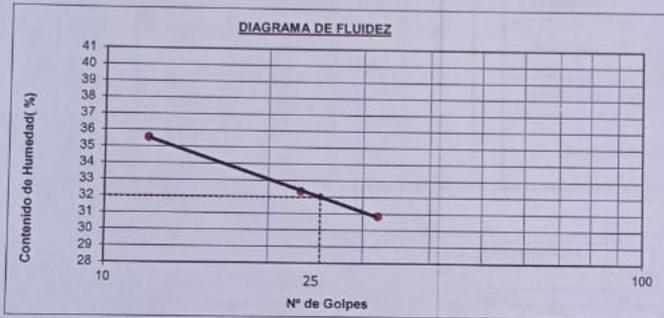
Cantera : Material granular (Afirmado)

Prog. : 9+520

Muestra : 1

Fecha : Oct-21

Límite Líquido (ASTM - D4318)			
N° de Golpes	12	23	32
N° de Tara	147.0	288.0	244.0
Peso tara + suelo húmedo	64.65	56.38	58.66
Peso tara + suelo seco	55.26	48.29	50.95
Peso tara	28.84	23.27	25.95
Humedad	35.54	32.33	30.84



Resultados		
LL =	32	%
LP =	28	%
IP =	4	%

Límite Plástico (ASTM-D3418)			
N° de tara		252	250
Peso tara + suelo húmedo	gr.	27.22	28.0
Peso tara + suelo seco	gr.	26.75	27.60
Peso tara	gr.	25.08	26.18
Peso del agua	gr.	0.47	0.40
Peso del suelos seco	gr.	1.67	1.42
Humedad	%	28.14	28.17



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Dig. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO

Ensayo de límite líquido y límite plástico



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005163

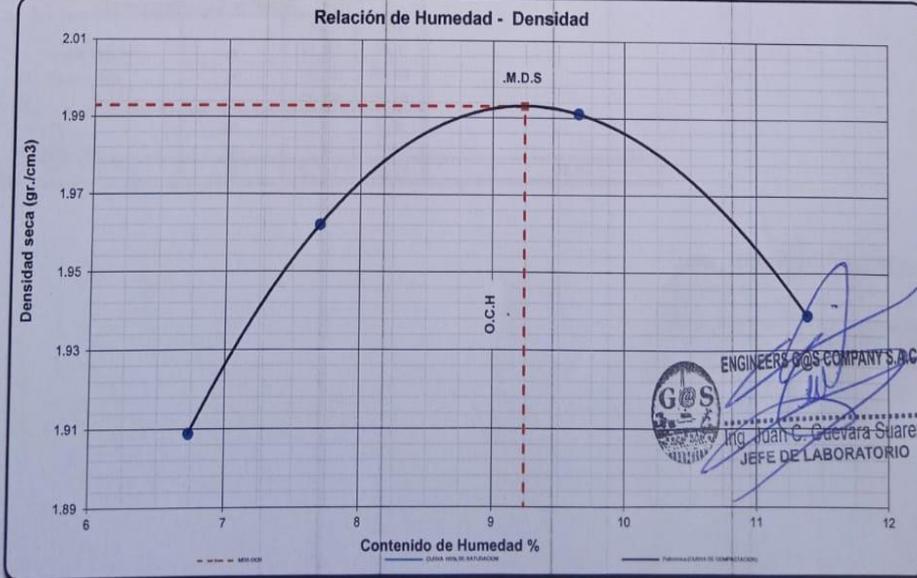
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - ASTM D-1557

INFORME N° : GS - 035 - 2021
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS HUANTA - AYACUCHO 2021
 TRAMO : Puerto Amargura - Pampas
 SOLICITANTE : Testista Geancarlo Isla Cifuentes
 UBICACIÓN : Lugar : Puerto Amargura
 Distrito : Llochegua
 Provincia : Huanta
 Región : Ayacucho
 Canteras : 9+520 Acceso : 0.00 m.
 Trinchera : Material granular (Afirmado)
 Prog. : 9+520
 Muestra : 1
 Fecha : Oct-21

N°	Contenido de Humedad (ASTM-D2216)	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅
1	N° tara	(g) 221 205	238 202	248 294	195 216	195 216
2	Peso tara + suelo húmedo	(g) 161.52 168.09	127.26 147.21	156.00 159.92	164.60 169.12	164.60 169.12
3	Peso tara + suelo seco	(g) 153.85 160.26	119.22 139.84	144.23 148.13	151.98 156.32	151.98 156.32
4	Peso de tara	(g) 41.86 41.97	17.09 41.91	24.06 24.12	41.89 43.25	41.89 43.25
5	Peso del agua (2-3)	(g) 7.67 7.83	8.04 7.37	11.77 11.79	12.62 12.80	12.62 12.80
6	Peso del suelo seco (3-4)	(g) 111.99 118.29	102.13 97.93	120.17 124.01	110.09 113.07	110.09 113.07
7	Humedad (5/6)x100	(%) 6.85 6.62	7.87 7.53	9.79 9.51	11.46 11.32	11.46 11.32
HUMEDAD PROMEDIO		(%) PROM. 6.73	PROM. 7.70	PROM. 9.65	PROM. 11.39	PROM. 11.39

Descripción	Und.	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	Ensayo N° 04	Ensayo N° 05
1	Peso del Suelo Húmedo + Molde	gr. 7056	7217	7366	7316	7316
2	Volumen del Molde	cm ³ 2123.9	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9
3	Peso del Molde	gr. 2729	2729	2729	2729	2729
4	Peso del Suelo Húmedo	gr. 4327.00	4488.00	4637.00	4587.00	4587.00
5	Densidad Húmeda del Suelo	gr./cm ³ 2.04	2.11	2.18	2.16	2.16
6	Humedad	% 6.73	7.70	9.65	11.39	11.39
PESO UNITARIO SECO		gr./cm ³ 1.909	1.962	1.991	1.939	1.939

Ensayo de Proctor..... MODIFICADO
 Metodo..... C
 Peso del Mart. (Kg) 4.54
 Altura de caída (Cm)..... 45.7
 No. de golpes 56
 No. de capas 5
 Material tamizado por 3/4" Pulg
 Volumen..... 2,124 cm³
 Energía de Compactación 2,700 kN-m/m³
 GS
 MAXIMA DENSIDAD SECA (M.D.S) 1.993 gr./cm³
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH)..... 9.24 %



Ensayo Proctor modificado



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Av. La Marina, Ma "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005163

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 035 - 2021

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE POLYCOM EN LA ESTABILIDAD DEL AFIRMADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS HUANTA - AYACUCHO 2021

TRAMO : Puerto Amargura - Pampas

SOLICITANTE : Tesisista Geancarlo Isla Cifuentes

UBICACIÓN : Lugar : Puerto Amargura

Distrito : Lillochegua

Provincia : Huanta

Región : Ayacucho

Cantera : 9+520 Acceso : 0.00 m.

Cantera : Material granular (Afirmado)

Prog. : 9+520

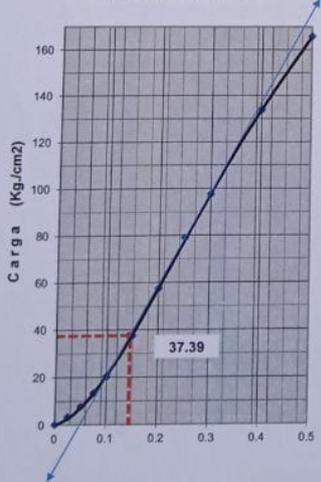
Muestra : 1

Fecha : Oct-21

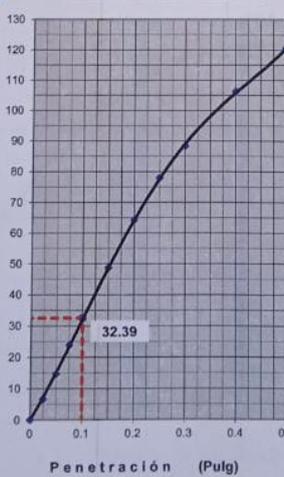
ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 11	MC - 10	MC - 9	N° de tara	195	209	248
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	233.04	220.55	201.00
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	216.38	204.79	185.89
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	41.89	40.29	24.06
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	8759	8751	8294	Peso del Agua (gr.)	16.66	15.76	15.11
6	Peso del Molde (gr.)	4120	4251	4225	Peso Suelo Seco (gr.)	174.49	164.50	161.83
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4639	4500	4069	Contenido de Humedad (%)	9.55	9.58	9.34
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.184	2.119	1.916				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	1.994	1.934	1.752				

N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
	1	0		0	-	13	0.00	14	0.00
2	0.025	0.635	-	62	3.21	126	6.53	18	0.90
3	0.050	1.270	-	147	7.59	283	14.64	32	1.66
4	0.075	1.905	-	256	13.25	460	23.77	45	2.34
5	0.100	2.540	70	389	20.11	623	32.21	61	3.16
6	0.150	3.810	-	724	37.39	941	48.60	103	5.31
7	0.200	5.080	105	1110	57.36	1242	64.21	153	7.93
8	0.250	6.350	-	1524	78.73	1507	77.89	202	10.43
9	0.300	7.620	133	1885	97.42	1708	88.26	256	13.22
10	0.400	10.160	161	2587	133.70	2054	106.17	333	17.23
11	0.500	12.700	182	3206	165.69	2330	120.42	423	21.83

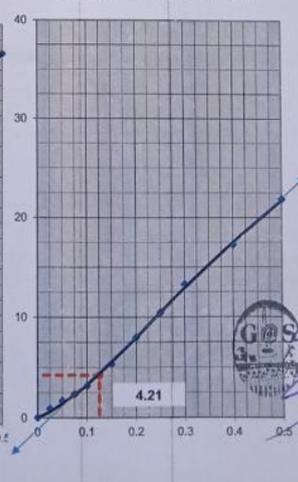
PRUEBA I
E_c = 27.2 Kg.-cm/cm³ (56 golpes/capa)



PRUEBA II
E_c = 12.2 Kg.-cm/cm³ (25 golpes/capa)



PRUEBA III
E_c = 4.90 Kg.-cm/cm³ (10 golpes/capa)



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO

Ensayo de CBR



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005163

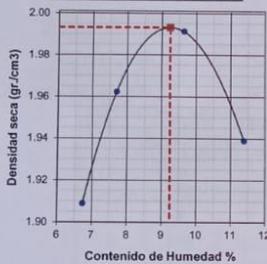
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN

Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	(mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	(mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	(mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%
2do Día	0.003"	0.076	0.07%	0.003"	0.076	0.07%	0.004"	0.102	0.09%
3er Día	0.003"	0.076	0.07%	0.004"	0.102	0.09%	0.006"	0.152	0.13%
4to Día	0.004"	0.102	0.09%	0.005"	0.127	0.11%	0.008"	0.203	0.18%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN

PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	37.39	70	53.41	1.994
II	0.1	32.39	70	46.28	1.934
III	0.125	4.21	70	6.01	1.752

Relación de Humedad - Densidad



M.D.S. al 100% = 1.99 gr./cm³

CURVA: DENSIDAD SECA vs C.B.R.



M.D.S. al 95% = 1.89 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GP - GM	Grava pobremente gradada con limo y arena	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	32	1.99	9.2
I.P. (%) =	4		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.994	1.934	1.752
Contenido de Humedad (%)	9.55	9.58	9.34

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	53	%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	41	%

d).- Expación (%)

E=	0.10 mm	0.09%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO

Ensayo de CBR

Anexo 09: Licencia, software, certificado de calibración de equipos



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Force of Laboratory

F-206

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR - 50 kN	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados corresponden al ítem relacionado en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. These results only relate to the item mentioned on page number one. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may result from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PS-25	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	328 - NO INDICA	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA - NO INDICA	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	Del 10 % al 100 %	
Solicitante <i>Customer</i>	ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	AV. JOSE ARNALDO MARQUEZ NRO. 679 DPTO. 803 RES. NO (FRENTE AL HOSPITAL DEL NIÑO)	
Ciudad <i>City</i>	LIMA - JESUS MARIA	
Fecha de Recepción <i>Date of Receipt</i>	2020 - 01 - 07	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2020 - 01 - 09	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2020 - 01 - 09	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized signatures


HENRY LEÓN MASGO
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LM - PC - 00 - F - 01 Rev. 100

Calle Ricardo Palma N° 988 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 339

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2020-01-15

1. SOLICITANTE : ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

DIRECCIÓN : AV. JOSE ARNALDO MARQUEZ NRO. 679 DPTO. 803 RES. NO (FRENTE AL HOSPITAL DEL NIÑO)

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

MARCA : PINZUAR
MODELO : PS-11
NÚMERO DE SERIE : 1827
FECHA DE INSPECCIÓN : 2020-01-15

PROCEDENCIA : NO INDICA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
TIPO : MANUAL
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 Joaquin Bellavista - Callao.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

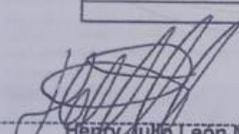
	Inicial	Final
Temperatura °C	21,5	21,6
Humedad Relativa %HR	63	63

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	205,14	g
Espesor de la copa	2,03	mm
Profundidad de la copa	27,05	mm
Altura de la base	50,45	mm
Ancho de la base	125,4	mm
Longitud de la base	150,70	mm


Henry Julio León Masgo

Metrologo 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.



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 154

Solicitante: ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

Dirección: AV. JOSE ARNALDO MARQUEZ NRO. 679 DPTO. 803 RES. NO
(FRENTE AL HOSPITAL DEL NIÑO) LIMA - LIMA - JESUS MARIA

ESFERAS PARA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

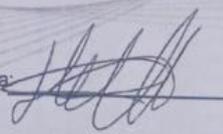
Norma: INV E-218

Referencia: PC138

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Diámetro de las esferas	46,48	mm
Peso de las esferas	414,19	g

N°Serie: N.I

Fecha: 2019-04-26

Firma: 

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15

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

Anexo 11: Resultado Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&o=1709138335&u=1117988940&lang=es

feedback studio WALTER GEANCARLO ISLA CIFUENTES ISLA CIFUENTES DPI

"Influencia de la incorporación de Polycom en la estabilidad del
afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta - Ayacucho
- 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

AUTOR:
Isla Cifuentes, Walter Geancarlo
<https://orcid.org/0000-0002-3107-7241>

ASESOR:
Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio
<https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

Nota Similitud
22
22%

Página: 1 de 60 Número de palabras: 8094 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado

Escribe aquí para buscar 18°C Nublado 21:15 21/11/2021