



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la avenida El Porvenir, distrito Puente Piedra - 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Lecarnaque Ortiz, Diana Isabel (ORICD: 0000-0001-8245-3991)

ASESOR:

Mg. Fernández Díaz, Carlos Mario (ORCID: 0000-0001-6774-8839)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2020

Dedicatoria

A Dios por permitirme escalar un peldaño más en mi vida

A mi hijo que me brinda a diario la motivación de seguirme superando.

A mis padres que me enseñaron la importancia de la perseverancia.

A mis hermanos que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

Agradecimiento

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por formarme en conocimientos a lo largo de la carrera profesional.

A mi asesor Ing. Carlos Mario Fernández Díaz, quien compartió sus conocimientos contribuyendo en la elaboración de la presente investigación.

A mis compañeros por compartir largas jornadas de estudios y por brindarme el aliento cuando decaía.

Índice de contenidos

| | |
|---|-----------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | vii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 11 |
| III. METODOLOGÍA..... | 18 |
| 3.1. Tipo y nivel de Investigación: | 18 |
| 3.2. Variables operacionalización..... | 19 |
| 3.3. Población y muestra..... | 22 |
| 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos | 23 |
| 3.5. Procedimientos | 23 |
| 3.6. Método de análisis de datos: | 25 |
| 3.7. Aspectos éticos: | 25 |
| IV. RESULTADOS..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN: | 31 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 35 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 36 |
| REFERENCIAS | 37 |
| ANEXOS | 50 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables..... | 21 |
| Tabla 2. Resultado de CBR | 29 |
| Tabla 3. Tabla de contenido del manual del MTC..... | 30 |
| Tabla 3. Matriz de consistencia | 50 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Análisis granulométrico | 26 |
| Figura 2. Carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D-2487-93) | 26 |
| Figura 3. Valores de límite líquido, índice de plasticidad y límite plástico..... | 27 |
| Figura 4. Contenido de máximas densidades secas..... | 28 |
| Figura 5. Contenido de humedad óptima | 28 |
| Figura 6. Resultados de ensayo de compresión no confinada..... | 30 |

Resumen

La presente investigación estudia el efecto de la adición de copolímero acrílico en un suelo arcilloso respecto a sus propiedades físicas, químicas y cohesivas iniciales. Se utilizó el copolímero acrílico en estado líquido como estabilizador a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir en el Distrito de Puente Piedra. Se utilizó el método de investigación aplicada de enfoque cuantitativo. Para el desarrollo de la investigación se realizaron ensayos en laboratorio de suelos que permitieron clasificarlo, asimismo al adicionarle el copolímero en porcentajes de 2.5% y 5.0% se realizaron ensayos de límite líquido, límite plástico, Proctor modificado, ensayo de CBR y ensayo de compresión no confinada para determinar la variación de sus valores iniciales de estudio. Las muestras estabilizadas con el copolímero se curaron durante 1,3 y 7 días. Finalmente, en base a los resultados de los ensayos de laboratorio se concluyó que el suelo estabilizado con copolímero acrílico presentó mejoras en sus propiedades mecánicas, físicas y cohesivas que destacaron en los ensayos de CBR y compresión no confinada.

Palabras clave: estabilizador, copolímero acrílico, afirmado

Abstract

The present investigation studies the effect of the addition of acrylic copolymer in a clay soil with respect to its initial physical, chemical and cohesive properties. The acrylic copolymer in liquid state was used as a stabilizer at the level of affirmation on Avenida El Porvenir in the Puente Piedra District. The applied research method of quantitative approach was used. For the development of the research, soil laboratory tests were carried out that allowed classifying it, also when adding the copolymer in percentages of 2.5% and 5.0%, liquid limit tests, plastic limit, modified Proctor, CBR test and compression test were performed unconfined to determine the variation of their initial study values. Samples stabilized with the copolymer were cured for 1,3 and 7 days. Finally, based on the results of the laboratory tests, it was concluded that the soil stabilized with acrylic copolymer presented improvements in its mechanical, physical and cohesive properties that stood out in the CBR and unconfined compression tests.

Keywords: stabilizer, acrylic copolymer, affirmed

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo sigue presentando caminos sin pavimentación, ya sea por el tiempo de ejecución o el costo importante que representa el desarrollo de las mismas. En Sudamérica se encuentran innumerables vías que presentan estas deficiencias, y es esto lo que ha impulsado la búsqueda de nuevas tecnologías que permitan la estabilización de vías mediante la modificación de los diseños en sus estructuras, tal es el caso del país sureño Chile que ha obtenido, mediante compuestos químicos dosificados, notorios mejoramientos en las características de diseño en sus vías que ha traído como consecuencia suelos estabilizados y la reducción de polvo generado por el tránsito vehicular, basados preliminarmente en estudios de suelos y varios ensayos en laboratorio.

El Centro de Comercio Exterior (CCEX) de la Cámara de Comercio, afirmó de un total de 95 863 km por el cual está conformada la red vial en el Perú, el 84% aún se encuentra en estado de afirmado o trocha y solo el 16% restante cuenta con pavimentación, considerando a las vías uno de los principales pilares de desarrollo para los países, quedando en evidencia que Perú requiere de la suma de esfuerzos para vencer esa debilidad. (Revista Perú construye, 2018)

En el distrito de Puente Piedra, es evidente la ausencia de pavimentación en gran parte de sus vías, contando en muchos casos solo con la capa de rodadura o afirmado, sumado a esto que su calidad y clasificación de suelos (arenosos, arcillosos y limosos) es desfavorable, ya que es uno de los distritos que presenta una gran variedad de tipo de suelos, entre ellos están los que son aptos y no aptos para construir, por lo cual se debe innovar en tecnologías que no sean costosas y no demanden mucho tiempo de ejecución para disminuir o eliminar el problema de los asentamientos, licuación de suelos, resistencia mecánica, que mejore el diseño de la estructura y detenga el deterioro de la vía en esta zona de tránsito fluido, contribuyendo a su vez a no contaminar el medio ambiente y la salud de los pobladores de dicho distrito por la emisión de polvo, y teniendo como ventaja adicional la contribución al aspecto económico.

Por lo que es necesario formular las siguientes interrogantes:

Problema General: ¿Cómo influirá en la estabilización del suelo arcilloso la aplicación de copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, distrito Puente Piedra?

Problemas específicos: ¿Cómo incide el uso del copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo arcilloso del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra?, ¿De qué manera incide el uso de copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso?, ¿El uso de copolímero acrílico mejorará las características cohesivas en suelo arcilloso del afirmado?

Se consideraron varios aspectos para fundamentar la justificación de la investigación, tales como:

La justificación teórica plantea definir en las características físicas y mecánicas, así como demostrar la mejora en el diseño del afirmado utilizando como estabilizador copolímero acrílico, reflejándose en la estabilidad, cohesión, impermeabilidad y durabilidad en el afirmado, por cuanto se ampliará su vida útil del mismo. Como justificación práctica se propone mejorar las condiciones de la Av. El Porvenir en el Distrito Puente Piedra con un diseño de mayor estabilidad e impermeabilidad y que, se pueda ejecutar con una mezcla trabajable, de igual manera que permita un tránsito más confortable aun en condiciones climáticas adversas.

Como justificación social se pretende mejorar la calidad de vida de la población mediante el transporte, lo cual mejorará la fluidez en el tránsito, ahorro en tiempos de traslados, y como el distrito tiene como fuente principal de ingresos el comercio, significará ventajas económicas.

Como justificación ambiental la aplicación de copolímero acrílico en el afirmado aumentará la impermeabilidad del mismo evitando la pérdida de finos, a su vez reducirá las partículas de polvo en la zona, la contaminación ambiental y enfermedades respiratorias o alérgicas.

Es por tal motivo que se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general: Analizar la estabilización del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra.

Problemas específicos: Determinar la incidencia en las propiedades físicas del suelo al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra.

Establecer la incidencia en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado.

Definir las mejoras en las características cohesivas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.

Cabe mencionar que la presente investigación proporcionará datos reales de los ensayos que se realizarán y que servirán para posteriores investigaciones, a aquellos profesionales que decidan investigar sobre la utilización de copolímero acrílicos para la estabilización de suelos y expandir conocimientos en cuanto a nanotecnología aplicada a vías y caminos. **Por** tanto, se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis general: La aplicación de copolímero acrílico influye en la estabilización de suelo arcilloso mejorando las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.

Mediante la estabilización de suelo arcilloso aplicando el copolímero acrílico mejorarán las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.

La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus propiedades físicas

La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus propiedades mecánicas

La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus características cohesivas

II. MARCO TEÓRICO

El uso de químicos estabilizadores en las vías ya se ha utilizado en varios países como alternativa de mantenimiento vial en zonas no pavimentadas, significando un impacto considerable respecto a la comodidad y seguridad del usuario, y permitiendo a su vez un desplazamiento confortable. Ya que este es un proceso en el que se transforma el terreno natural a uno impermeable, elevando la resistencia y la flexibilidad. Considerando los estudios preliminares como estudios de suelos, dosificaciones de agentes químicos estabilizadores, diseño de pavimentos y monitoreo de la zona.

Siguiendo esa línea de investigación se han considerados los antecedentes internacionales:

Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p. 2483) en el artículo que se titula "Propiedades geotécnicas y microestructura de suelos de grano fino modificados con polímeros líquidos" presenta el uso de copolímero acrílico como estabilizante para dos tipos de suelos disponibles: Suelo I, tipo ML y Suelo II, tipo CH. Iniciando con la caracterización del suelo para determinar sus propiedades naturales y posteriormente compararlo con el resultante de la mezcla entre el suelo y el polímero en diferentes porcentajes (es decir, 2, 3, 4 y 5%), realizando ensayos de laboratorio como: Prueba de límites de Atterberg, Compactación, Prueba de resistencia a la compresión no confinada (UCS) y la prueba de California Bearing Ratio (CBR) para evaluar la resistencia de los polímeros. Las muestras de suelo estabilizado con polímero se curaron durante 7,14 y 28 días en ambientes confinados y al aire libre. Prueba de resistencia a la compresión no confinada (UCS) y la prueba de California Bearing Ratio (CBR) fueron manipuladas para evaluar la resistencia de la estabilización de polímero - suelo. Los resultados muestran que con la adición del polímero; el valor UCS para muestras de ML preparadas en su óptimo contenido de humedad, aumenta hasta un 75% en ambientes al aire libre y hasta 14% en ambiente de aire confinado. Las muestras de suelo CH preparadas en su óptimo contenido de humedad muestran grietas durante el curado en ambiente al aire libre y no hay cambio significativo de fuerza en ambiente confinado. Para el suelo CH, se prepararon muestras de UCS con contenido reducido de humedad y curado al aire libre, el entorno muestra un aumento en la fuerza UCS

hasta 10%. Los resultados de la prueba de CBR muestran que hubo un marginal aumento (es decir, 14%) en el valor de CBR para suelo CH pero hubo un aumento significativo (es decir, 340%) en el valor de CBR para suelo ML. Se realizó una prueba de difracción de rayos X para los suelos ML y CH para determinar la composición mineralógica de suelo virgen y límite líquido estabilizado con polímeros. Se observó que no se formaron nuevos minerales con la adición de polímero. Por cuanto se recomienda el uso de este método para situaciones donde se necesita una ganancia rápida de fuerza.

Zambrano y Casanova (2016), en la tesis para optar por el título de Ingeniero Civil: *“Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC)”* presentado a la facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Samborondon - Ecuador, presenta en su objetivo general la estabilización de un suelo arcilloso utilizando la técnica de aplicación de polímero; Asimismo en sus objetivos específicos, plantea realizar pruebas de laboratorio, tales como compresión simple y CBR al suelo natural y compararlo con un suelo estabilizado con polímeros, establecer técnicamente la factibilidad, presupuestal y ambiental, determinar la dosificación ideal de los polímeros para obtener como resultado una mejora en la estabilización de los suelos, Realizar diseños de pavimentos con suelos naturales con la adición de polímeros. Proponen en la hipótesis que, la aplicación de polímeros en el suelo arcilloso. Mejorando la resistencia del suelo respecto al esfuerzo cortante y a su vez su resistencia a la compresión. Concluyeron que se obtuvo la estabilización de los dos suelos utilizando la técnica de la aplicación de polímeros L y M, en los ensayos de relación de soporte y en su resistencia a la compresión simple en el suelo nativo. Obteniendo en el suelo arcilloso el mejoramiento en su diseño, teniendo como CBR en estado natural un 17,44% hasta 39% y elevándose un 1.25% en relación al suelo, elevando su resistencia en un 224%, adicionalmente la utilización del polímero en la ejecución de la obra, optimizando tiempo y ahorrando un 12% en el presupuesto estimado comparando entre el suelo estabilizado con polímero y material de préstamo de otro lugar (p. 147).

Hanif (2016) Profesor asistente del Departamento de Ingeniería Civil, Badnera,

Maharashtra, India, en la investigación que lleva por título "*Análisis de la influencia de polímeros en la sub rasante*", demostró la elevada resistencia de la sub rasante al adicionarle porcentajes de polímero, adicionando la variación en su permeabilidad con la incorporación de polímeros siendo fibras plásticas de polietileno de alta densidad (HDPE), llevando a cabo una serie de ensayos de CBR en laboratorio con dosificaciones de (0 a 6%). Lo cual demostró que el uso de dicho polímero en las cantidades adecuadas permite elevar la resistencia del suelo y en sus propiedades, asimismo al elevar la dosificación se elevaba la estabilización del suelo analizado en toda su longitud. Por lo que concluye que, la mezcla de polímeros con el suelo aumenta la resistencia de este último. El valor del CBR del suelo se eleva cuando se adicionan los polímeros. En general el suelo mezclado con polímero se puede considerar una buena técnica de mejora de suelo, especialmente en proyectos de ingeniería en suelos débiles. Finalizó mencionando que el uso de polímeros es un método efectivo para la estabilización de suelos no pavimentados. (p.74).

Curitomai (2018) en su Tesis Para Optar el Título de Ingeniero Civil "*Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma - Yanayacu, distrito de Socos*" Presenta en su realidad problemática las deformaciones causadas por la humedad en el suelo arcilloso del Distrito de Socos - Ayacucho, por lo que plantea en sus objetivos la estabilización del suelo arcilloso utilizando un copolímero: *poliuretano y acrílico*, el cual permitirá que mejoren sus características físicas y mecánicas realizando ensayos para determinar los índices de compactación, resistencia al esfuerzo de cargas verticales, expansión y contracción; obteniendo como resultado que el uso de Copolímeros como técnica de estabilizador es muy efectiva respecto a la optimización de sus características, resaltando que es una gran alternativa económica y ecológica en vías no pavimentadas. Concluyendo que el uso de copolímero presenta una buena relación entre costo y rendimiento de la superficie del camino, asimismo controla la emisión de partículas de polvo y la erosión en la estructura de la vía. (p. 54)

Ríos (2015) en la tesis para obtener el grado de ingeniero civil, titulado "*diseño de la carpeta de rodadura con el uso del aditivo emulsión de Copolímeros, en la*

carretera Saposoa – Intiyacu – 2017”, presentada a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto. La tesis muestra en su realidad problemática la existencia de vías no pavimentadas con presencia de material arcilloso que genera el continuo deterioro en su estructura y a su vez la pérdida de finos impactando a los vehículos que transitan por la zona causando su desgaste prematuro. Propone una alternativa de diseño de la superficie de rodadura mezclado con el estabilizante de emulsión de copolímero, lo que permitirá optimizar el tiempo de vida útil de la estructura en la carretera Saposoa – Intiyacu, mejorando el confort en su tránsito, y adicionalmente reduciendo el polvo en la zona. La investigación es de tipo aplicada y propone en sus objetivos la mejora de sus propiedades existentes mediante un tratamiento adecuado de suelo siendo destacando la importancia de estos procedimientos. Destaca las ventajas del estabilizante emulsión de copolímero como agente estabilizador de suelos arcillosos. Concluye refiriendo que el uso del aditivo de emulsión de copolímero es será una gran alternativa para las zonas aledañas que presentan este tipo de problemas en sus vías teniendo como ventaja la contribución económica, especificando que el uso de este estabilizador se puede utilizar en cualquier tipo de clima. El uso del copolímero como estabilizador contribuye a la no contaminación del medio ambiente ya que no contiene sustancias orgánicas y tampoco hidrocarburos polinucleares.(p.41)

Macedo y Moscoso (2017) en la tesis Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil titulada: *“Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de suelo procedente de la cantera de Anahuarque -Saylla utilizado a nivel de sub base en la región del*

Cusco, estabilizado con co-polímero en 0, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.” Presenta el análisis de las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mezclada con el copolímero, siendo éste un aditivo químico que modifica el diseño de la estructura. Teniendo como objetivo principal determinar la influencia de copolímero en las dosis indicadas. Asimismo, desarrollo de ensayos de límite líquido, límite plástico, próctor modificado y ensayo de compresión simple en laboratorio, desarrollados siguiendo los parámetros establecidos por el Manual de Ensayos de Materiales (2016) y sometidos a evaluación de las exigencias del

Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Centrándose los análisis de las variaciones que presenta el suelo de la cantera con la aplicación del copolímero respecto al agua de la mezcla. El laboratorio dio como resultado el incremento significativo en las propiedades del suelo, así como el incremento en el porcentaje del CBR, siendo casi el triple de su valor en suelo natural. Se demostró que el tipo de suelo era A-2-4 (0), GW-GP, cuyo valor relativo del soporte es 27%. Y al mezclarlo con el copolímero se pudo demostrar que al añadir un 15% de copolímero se eleva a más del 40%, concluyendo que la calidad del suelo deseado cumple con lo que se requería dentro del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Asimismo, muestra una serie de cuadros que permiten verificar la tendencia positiva para la optimización de las propiedades analizadas (p.74).

En La presente investigación se consideraron los siguientes aspectos teóricos:

Suelo: Braja (2016) lo define como partículas sólidas no consolidadas producto de una alteración causada por agentes meteorológicos en conjunto con la gravedad que pudiendo presentar en su estructura materia orgánica. (p.64)

Mejoramiento de suelos: Garnica, Pérez y Gómez (2017) sintetizan como el cumplimiento de varios requerimientos respecto del suelo, tales como la resistencia al esfuerzo cortante, tenacidad, la estabilidad de volumen, humedad, entre otros. Existe una variedad de técnicas para mejorar el suelo que permiten densificarlo artificialmente, mejorando sus propiedades y con ello sus ventajas, como el incremento en su capacidad portante y su resistencia al corte, reduce los asentamientos, reduce la permeabilidad, reduce los índices de humedad, disminuye la susceptibilidad a las heladas e incrementa su resistencia a la erosión.

Estabilización de suelos: Song, Liu, J., Bai, Y and Kanungo, D (2019, p7) lo define como el proceso para tratar un suelo para mantener, alterar o mejorar el rendimiento del suelo como construcción material y muy importante para reducir el costo de movimiento de tierras donde no haya buen suelo cerca. (p.27)

Curitomay (2018, p. 50) señala que existen cuatro tipos de estabilización de suelos, detallando la estabilización física, química, mecánica y con productos asfálticos. (p.35)

Afirmado: Ríos (2017), lo define como la capa de material granular, natural o procesada con gradación determinada, que se encuentra compactada y que soporta directamente las cargas y los esfuerzos del tránsito y que cumple la función de superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas, (p.19)

El Según el Ministerio de Transportes y comunicaciones mediante el Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos los niveles de servicio recomendados respecto a los caminos afirmados son: Realizar el perfilado por lo menos anualmente, de presentarse algún bache o hueco tendrá que ser reparado a la brevedad, se deberá realizar monitoreo de control de polvo continuo, en caso de reposición de afirmado, el espesor deberá de ser 150mm para recuperar el espesor. Asimismo, si el suelo nativo presenta mala calidad en su estructura siendo su $CBR \leq 6\%$, también denominados de mala calidad, existe la opción de que se sustente la implementación de una solución que contemple la mejora en sus características (estabilidad volumétrica, resistencia optima, permeabilidad, compresividad y durabilidad), seleccionando una solución óptima que justifique su ejecución. (2013, p.18)

Polímero: Reza, Mohammad and Uygur, Eris. (2020) Define como materiales poliméricos aquellos que se encuentran conformados por la unión repetitiva de unidades pequeñas, denominadas unidades monoméricas, cuya utilidad relevante es la de cumplir propiedades como dureza, densidad, plasticidad, etcétera. (p.6)

Copolímero: Kumar, A., Sharma, A. y Singh, S. (2020) Señalan que cuando intervienen dos o más monómeros diferentes en un proceso de polimerización, el polímero resultante se denomina copolímero. Comúnmente se emplean tan sólo dos, o como máximo tres monómeros diferentes. Los copolímeros se clasifican según la secuencia de los monómeros como copolímero de bloque, de injerto y al azar. (p.2)

Copolímero acrílico: Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020) Menciona que son macromoléculas constituidas por dos o más unidades monoméricas distintas, los Copolímeros más comunes están formados por dos monómeros diferentes que pueden formar cuatro combinaciones distintas: copolímero al azar, alternado, en bloque e injertado. (p.3)

Dosificación: la dosificación garantiza la proporcionalidad de un contenido para una determinada solución. Bai, Y, Liu, J and Song, Z (2019) mencionan que la dosificación se realiza en función a los estudios de mecánica de suelos que se obtienen de un ensayo granulométrico. Los suelos denominados finos requieren mayor cantidad de bitumen para lograr su estabilización con un costo coherente, es por ello que el bitumen usado varía entre 4 y 7% adicionando agua para su compactación, considerando que el bitumen no exceda la cantidad requerida para cubrir los varios de mezcla compactada. (p.9)

Se requiere realizar diferentes ensayos para lograr la cantidad óptima de humedad del aditivo para aumentar la resistencia del suelo. Baghini, M, Ismail, A and Naseralavi, S, (2016) Tal como lo mencionan los autores se tendrá que realizar varios ensayos para determinar la dosificación de copolímero acrílico para determinar cuál es la proporción correcta respecto al suelo arcilloso para lograr su estabilización. (p.322)

Arcillas: Abdollahi, Masood and Vahedifard, Farshid (2020) Menciona que son minerales de estructura molecular definida, cuentan con una capacidad de intercambio iónico grande, lo cual le permite realizar intercambio de iones y mantener el equilibrio. (p. 7)

Estabilización química de suelos: Según indica Chang, I., Lee, M. and Tran (2020) menciona que la estabilización química de suelos se encuentra relacionada la supresión de agua absorbida. Asimismo, menciona que el polímero al entrar en contacto con la arcilla inicia un proceso de intercambio iónico y al eliminar el agua las partículas se organizan por atracción química aumentando su resistencia mediante el sellado de poros capilares. (p.76)

Cabe mencionar que el Ministerio de Transportes y comunicaciones mediante el Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos, tiene un proceso establecido para determinar la aplicación del tipo de estabilización se suelos, siendo el siguiente: Determina el tipo de suelo existente y la humedad que contiene, selecciona el estabilizador considerando las condiciones climáticas de la zona y contrasta si cumple con los requerimientos necesarios, de no ser así de debe

proponer otra alternativa de estabilización; sin embargo; si es aceptable se procede a utilizar el tipo de estabilización inicial (2013, p.110)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de Investigación:

Tipo de Investigación: La presente investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como finalidad especificar la influencia del uso de copolímero acrílico para la estabilización de suelos arcillosos, realizando el análisis de sus variables y sus definiciones mediante teorías ya existentes. Valderrama (2015 p. 39), menciona que la investigación aplicada es la que utiliza teorías existentes a procedimientos tecnológicos.

Asimismo, el enfoque utilizado en el presente estudio es de carácter cuantitativo, puesto que se orienta a la definición de las propiedades de suelos estabilizados con el copolímero acrílico, que son medibles, con secuencia y se pueden probar mediante los ensayos establecidos según el estándar del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Valderrama (2015) indica que la investigación de enfoque cuantitativo es aquella que recopila los datos, los procesa y los analiza, siendo estos datos numéricos para la apreciación de los resultados. (p. 117)

Diseño de la investigación

El diseño metodológico aplicado en la presente investigación es experimental en la modalidad pre experimental ya que se someterá a estímulos a los objetos de estudio para posteriormente definir el nivel en el que influye la variable independiente, copolímero acrílico. Valderrama (2015, p.79) Señala que la investigación experimental es la manipulación intencionada de la variable que independiente, con el fin de monitorear el comportamiento de la variable de medición, o variable dependiente, creadas y simuladas mediante ensayos controlados. Asimismo, Borja, M. (2012) detalla que la modalidad de investigación experimental, en la modalidad pre experimental, es usada en

investigaciones técnicas para realizar la medición de su influencia en los resultados. (p. 27)

Finalmente, La presente investigación es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y con diseño metodológico pre experimental, contemporánea y de fuente documentada como también de resultados de los ensayos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente (X) – Copolímero acrílico

Borja (2012) Lo define como la variable que produce un efecto en la variable dependiente. Se determinó el copolímero acrílico como variable independiente en el presente estudio ya que mediante la técnica de aplicación se pretende mejorar la estabilidad del suelo arcilloso (p.23).

Kolay, Prabir y Dhakal, B. (2020) Señalan que, el copolímero acrílico, es un modificador líquido de suelo permite la mejora en la performance de suelos ya que al incorporarse eleva los índices de adhesión, abrasión y resistencia, fuerza mecánica y tiempo de vida útil. (p.3)

Variable Dependiente (Y) – Estabilización de suelo arcilloso.

Borja (2012) Específica a esta variable como el efecto producido por la variable independiente. En el presente caso la estabilización de suelo arcilloso es el efecto que se pretende obtener al aplicar el copolímero acrílico. (p.23)

Kolay, Prabir y Dhakal, B. (2020), indica que,La estabilización de suelos sigue siendo una técnica utilizada en la ingeniería para el mejoramiento de los esfuerzos de deformación de los suelos, atendiendo ciertos requerimientos como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformación, compresión, estabilidad volumétrica, entre otros. En los suelos arcillosos, es muy común la inestabilidad volumétrica ante la presencia o ausencia

de agua, es por ello que existe una variedad de métodos que permiten estabilizar dichos suelos. (p16)

Tabla 1. Operacionalización de variables

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Unidad de medida | Escala de Medición | Instrumento |
|---|--|---|------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|
| Variable Independiente (X) Copolímero acrílico | Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p.3) Menciona que son macromoléculas constituidas por dos o más unidades monoméricas distintas, los Copolímeros más comunes están formados por dos monómeros_diferentes que pueden formar cuatro combinaciones distintas: copolímero al azar, alternado, en bloque e injertado. | El copolímero acrílico se aplicará como estabilizante para mejorar las propiedades del suelo arcilloso en el afirmado, lo cual se medirá mediante ensayos y formatos de recolección de datos | Propiedades físicas | Porosidad | % | Intervalo | Fichas de recolección de datos |
| | | | | Permeabilidad | cm/seg. | Razón | |
| | | | | Densidad | g/cm3 | Razón | |
| | | | Límite de consistencia | Límite Líquido (LL) | % | Intervalo | |
| | | | | Límite plástico (LP) | % | Intervalo | |
| | | | | Índice de Plasticidad (IP) | % | Intervalo | |
| | | | Polimerización | Temperatura | °C | Intervalo | |
| | | | | Resistencia a la abrasión | Desgaste | Intervalo | |
| | | | | Tenacidad | J/m3 | Razón | |
| Variable Dependiente (Y) Estabilización de suelos arcillosos | Kolay, Prabir y Dhakal, B. (2020, p16) La estabilización de suelos es una técnica utilizada en la ingeniería para el mejoramiento de los esfuerzos de deformación de los suelos, atendiendo ciertos requerimientos como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformación, compresión, estabilidad volumétrica, entre otros. | El proceso de estabilización de suelos arcillosos con químicos es un proceso de reorganización de partículas de suelo que se corroborará mediante la cuantificación del contenido óptimo de humedad, energía o método de compactación | Propiedades físicas | Densidad | % | Intervalo | Fichas de recolección de datos |
| | | | | Límites de consistencia | % | Intervalo | |
| | | | | Humedad | % | Intervalo | |
| | | | Propiedades mecánicas | CBR | % | Intervalo | |
| | | | | Compresión inconfiada | % | Intervalo | |
| | | | | Hinchamiento | % | Intervalo | |
| | | | Índice de vacíos | Porosidad | % | Intervalo | |
| | | | | Permeabilidad | % | Intervalo | |
| | | | | Densidad | % | Intervalo | |

Elaboración propia

3.3. Población y muestra

Población

Valderrama (2015), señala que la población es un conjunto finito o infinito de elementos que comparten características similares, susceptibles de ser observados. (p. 182)

Basado en la definición del autor la población de la presente investigación es la Avenida el Porvenir, ubicado en el Distrito de Puente Piedra, el cual presenta suelo arcilloso en la longitud de su estructura y el que será mezclado con copolímero acrílico para lograr su estabilización.

Muestra

Según indica Valderrama (2015), la muestra es el subconjunto que representa parte del universo o también denominada la población, porque refleja la característica común de la población. (p.188)

Por tanto, se determinó como muestra la Cdra. 4, siendo una porción de la Avenida el Porvenir, en la cual se realizarán los ensayos correspondientes.

Muestreo

Valderrama (2015) indica que el muestreo no probabilístico es aquel donde la influencia del investigador es evidente ya que determina las muestras a criterio propio y conveniencia, por lo que se determina que en la presente investigación se aplicará el muestreo no probabilístico. (p.193)

Unidad de la muestra

Hernández (2018) menciona que es la unidad de donde se recopilará la información, por lo que en el presente estudio las unidades de análisis fueron considerados: (p.221)

Muestra de suelo arcilloso natural

Muestra de suelo arcilloso con la adición del copolímero acrílico.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se aplicara en la investigación es la observación, Hernández (2018) indica que la finalidad de la observación es obtener información sobre un suceso, el cual será descrito y analizado para conclusiones posteriores. (p 251) Esta técnica será desarrollada en cumplimiento con el Manual de Ensayo de Materiales MTC E 101 Muestreo de suelos y Rocas, siendo las muestras con las dimensiones parametradas, en suelo arcilloso nativo y suelo arcilloso con la adición de copolímero acrílico en un cierto porcentaje. Posteriormente se procederá a realizar la determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110), plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P) (MTC E111), Compactación de suelo el laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115), Compresión no confinada en muestras de suelos (MTC E 121) y CBR de suelos (Laboratorio) (MTC E 132).

El instrumento que se empleará serán los formatos de recolección de datos, Borja (2012), menciona que cuando se aplica la observación en los proyectos de investigación de ingeniería, se deben registrar en formatos, y tendrán que ser válidos y confiables. (p. 33)

Los formatos que se utilizarán en la investigación serán formatos de recolección y procesamiento de datos basados en las normas del MTC y ASTM, los cuales serán verificados por juicio de expertos. Estos formatos permitirán registrar los resultados de los ensayos realizados y verificar el comportamiento del suelo arcilloso al adicionarle el copolímero acrílico.

3.5. Procedimientos

Se determinará la cantidad de suelo a estabilizar y se calculará el porcentaje de agua, considerando el volumen de suelo y el peso en gramos. que representa. Se determinará la cantidad de agua según el contenido de óptimo de humedad. Se determina el porcentaje de dosificación de copolímero acrílico que se usará en la estabilización. Posteriormente se realizarán los siguientes ensayos estandarizados de laboratorio para verificar si cumple con los requerimientos especificados por norma:

Límite líquido de los suelos (MTC E 110) La muestra será secada a temperatura ambiente, luego será cribada por el tamiz # 40, y se procederá a la dosificación del copolímero acrílico, para este propósito se usará el formato de recolección de

datos correspondiente, donde se describirá la cantidad del copolímero acrílico y de agua para los distintos porcentajes estudiados en función del peso de la muestra ensayada. Se colocará una porción de muestra preparada en la copa del dispositivo de límite líquido donde la copa posa sobre la base y se ejercerá presión hasta una profundidad de 10mm, dejando una superficie casi horizontal. Se utilizará el acanalador para dividir la muestra dejando una ranura en la superficie del punto más profundo hacia el borde de la copa. Se levantará y se soltará la copa girando el manubrio a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de muestra estén en contacto en la base de la ranura a una longitud de 13mm. Se registrará el número de golpes que serán necesarios para cerrar la ranura, luego se recogerá una tajada de suelo del ancho de la espátula para colocarlo en un recipiente de peso y cubrirlo. Se repetirá todo el procedimiento agregándole a la muestra un porcentaje de copolímero acrílico para aumentar su contenido de humedad.

Límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P) (MTC E 111) Se procederá a secar la muestra a temperatura ambiente, será cribada por el tamiz # 40, luego se amasará añadiéndole un porcentaje de copolímero acrílico hasta que pueda formarse una masa en forma de esfera. De esa masa se tomará de 1.5 a 2.0 gr. de muestra para el ensayo. De dicha porción se trabajará en un primer momento con la mitad. Se rodará con los dedos de la mano sobre una superficie plana formando cilindros. En ambas porciones se debe realizar esta actividad hasta lograr que la muestra se desmorone. La porción obtenida se colocará en un vidrio de reloj y se continuará hasta obtener unos 6g del suelo para determinar la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108

Proctor Modificado (MTC E 115) Secada la muestra a temperatura ambiente, se escogió el método de compactación. Se definirá el porcentaje de material retenida en la malla 4,75mm (Nº 4), se anotará la masa del molde de compactación. Utilizando un rociador se aplicará el copolímero acrílico sobre la muestra para obtener una mezcla homogénea sin grumos. Se almacenará en bolsas hermética para el respectivo curado de 24 horas. Pasado el curado, el molde se colocará sobre una superficie uniforme y rígida para compactarlo en cinco capas aproximadamente del mismo espesor. Después se ejercerá presión hasta que deje de estar suelto o esponjoso. Se registrará la masa del espécimen y molde.

CBR de suelos (MTC E 132) Para este ensayo de CBR se realizó a la dosificación del copolímero acrílico, se registrará el peso del molde que se va a usar, se armará el equipo en una superficie segura y firme, se realizará el proceso de compactación en cinco capas con intervalos de golpes (12.25 y 55 respectivamente), del sobrante se extraerá una muestra para hallar la humedad. Se retirará el disco espaciador y se pesará el conjunto del molde más suelo compactado. Posterior a ello se sumergirá algunos elementos y otros no. A las 96 horas se extraerán con cuidado los especímenes y se dejará escurrir por 15 minutos y se procederá a cuantificar el peso de la muestra más el molde. Se llevará el conjunto de especímenes a la máquina de compresión con una velocidad de penetración de 1.27mm/min., llevando la penetración hasta una profundidad de 0.5" haciendo los registros correspondientes el formato. Compresión no confinada en muestras de suelo (MTC E 121) se determinará el contenido de humedad óptimo mediante el ensayo de próctor modificado, y se utilizará para remodelar las muestras para los curados posteriores. El número de golpes por capa y el número de capas por volumen para el molde metálico se calculará multiplicando el número de golpes por capa por número de capas por peso del martillo por la altura del martillo entre el volumen del molde.

3.6. Método de análisis de datos:

En la presente investigación se utilizarán los formatos de recolección de datos basados en la normativa vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, de acuerdo a las variables y objetivos planteados, el cual permitirá el registro de los acontecimientos de cada ensayo para las conclusiones y recomendaciones posteriores. El trabajo de gabinete se realizará registrando los ensayos en tablas de Excel 2016

3.7. Aspectos éticos:

Toda la información registrada en el presente estudio será fidedigna y con la conformidad correspondiente de los profesionales involucrados, asimismo el planteamiento de los objetivos ha sido basado en los trabajos previos nacionales e internacionales citados como referencia, las cuales permitieron dirigir la investigación bajo los parámetros de la responsabilidad ética, profesional, social

y ambiental en aras del desarrollo de nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de vida de las personas con el menor impacto ambiental y que a su vez permita cumplir con la vida útil de la infraestructura vial para el cual fue diseñado.

IV. RESULTADOS

4.1. Clasificación de suelos, método SUCS y ASHTO

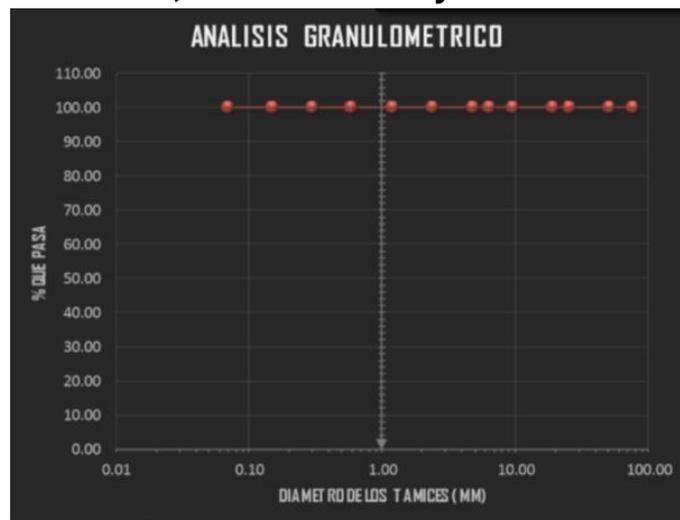


Figura 1. Análisis granulométrico (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGENIO S.A.C.)

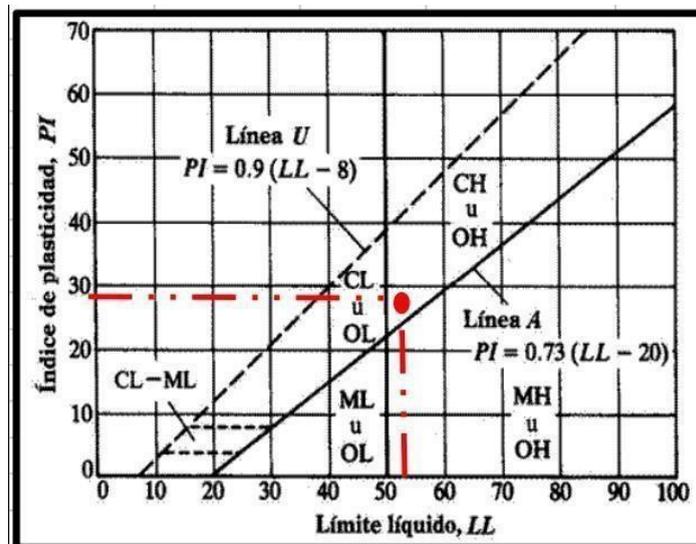


Figura 2. Carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D-2487-93)

En el análisis granulométrico del suelo así como en los límites de consistencia, el laboratorio señala que toda la muestra pasa por el tamiz número 200, determinándose como un suelo fino, y, al hacer uso de la carta de Casagrande,

basados en los límites de consistencia, ubica a la muestra en la zona CH (clasificándose como una arcilla de alta plasticidad) para una clasificación SUCS. Respecto a la clasificación AASHTO, se clasifica también utilizando los límites de consistencia, ubicando a la muestra como A-7 (suelo arcilloso), cumpliendo lo siguiente $IP \geq 11$ y $LL \geq 41\%$.

4.2. Resultados para el límite líquido y límite plástico

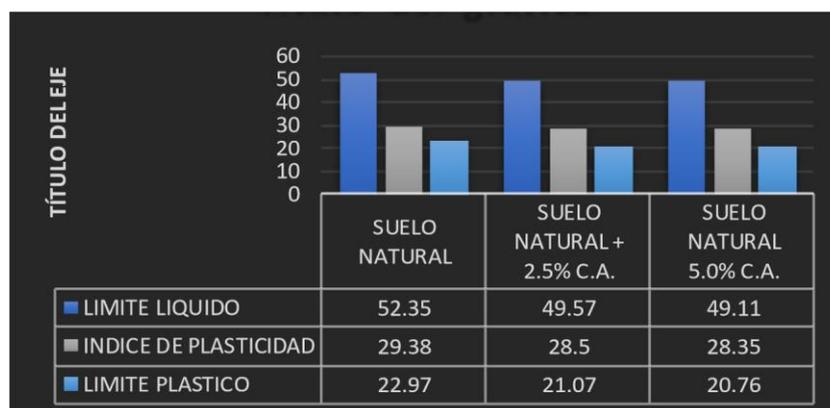


Figura 3. Valores de límite líquido, índice de plasticidad y límite plástico (Fuente:

Resultado de laboratorio WRC INGENIERIA S.A.C.)

En los ensayos realizados basados en la norma MTC E110 y MTC e111 de límite líquido y límite plástico respectivamente y, utilizando la carta de plasticidad SUCS, se ubicó la muestra natural dentro de la zona CH (arcilla inorgánica de alta plasticidad); sin embargo cuando se añade a la muestra natural la dosificación de 2.5 % y 5.0% de copolímero acrílico se ubican en la zona CL (arcillas inorgánica de plasticidad media) , demostrando la evolución de la muestra respecto a su plasticidad en la reducción del límite líquido en un 3.24%, límite plástico en 2.21% y por consiguiente la plasticidad en 1.03%.

4.3. Resultados de ensayo de Proctor Modificado

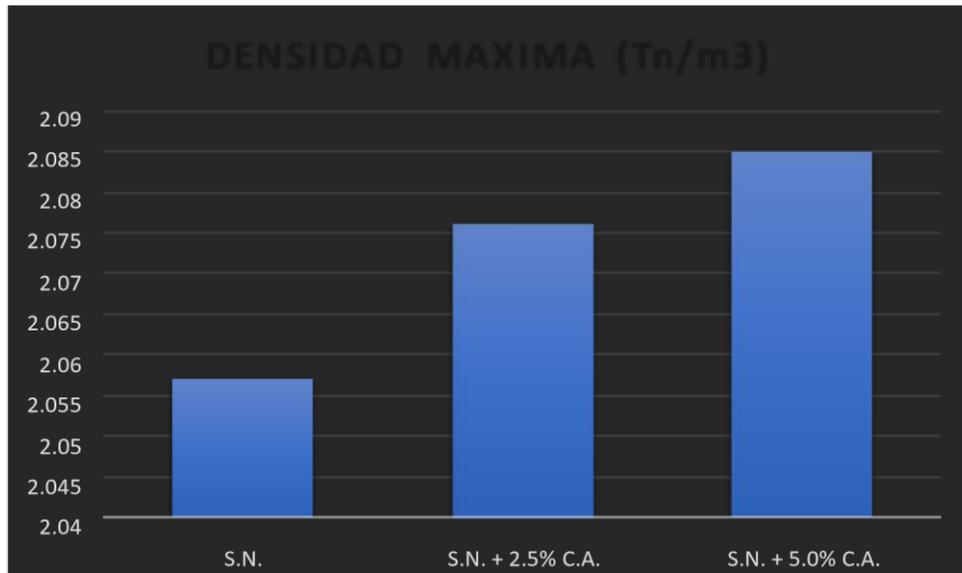


Fig.

DENSIDAD MAXIMA (Tn/m³)

Figura 4. Contenido de máximas densidades secas (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGEO S.A.C.)

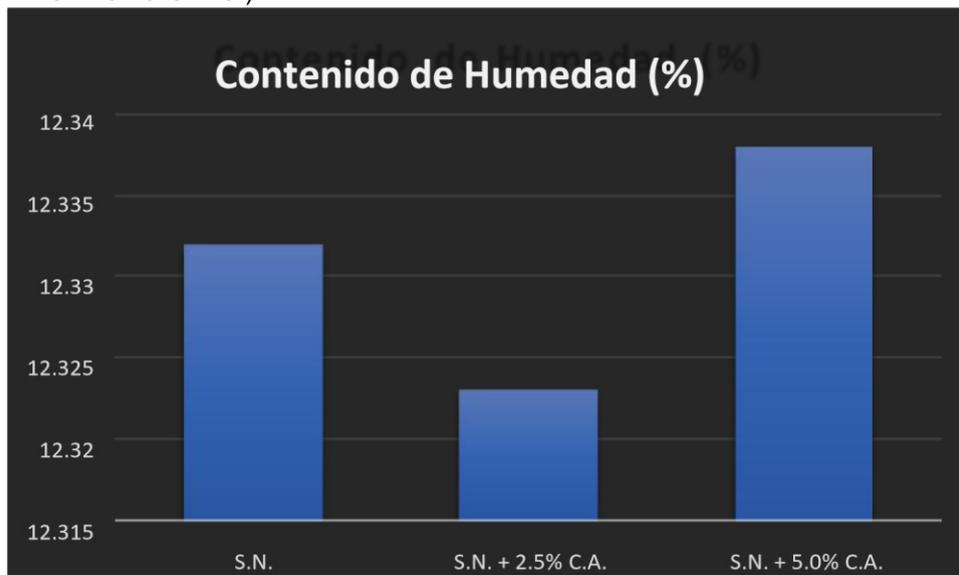


Figura 5. Contenido de humedad óptima (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGEO S.A.C.)

Se obtuvieron los resultados de Proctor modificado, donde muestra la evolución de las máximas densidades secas y del contenido óptimo de humedad. Demostrando que la variación de la máxima densidad seco se eleva al agregar el copolímero acrílico; sin embargo, el contenido de humedad es inapreciable, lo cual permitió determinar que la máxima densidad seca es directamente proporcional a la dosificación del copolímero acrílico.

4.4. Resultados de ensayos de CBR

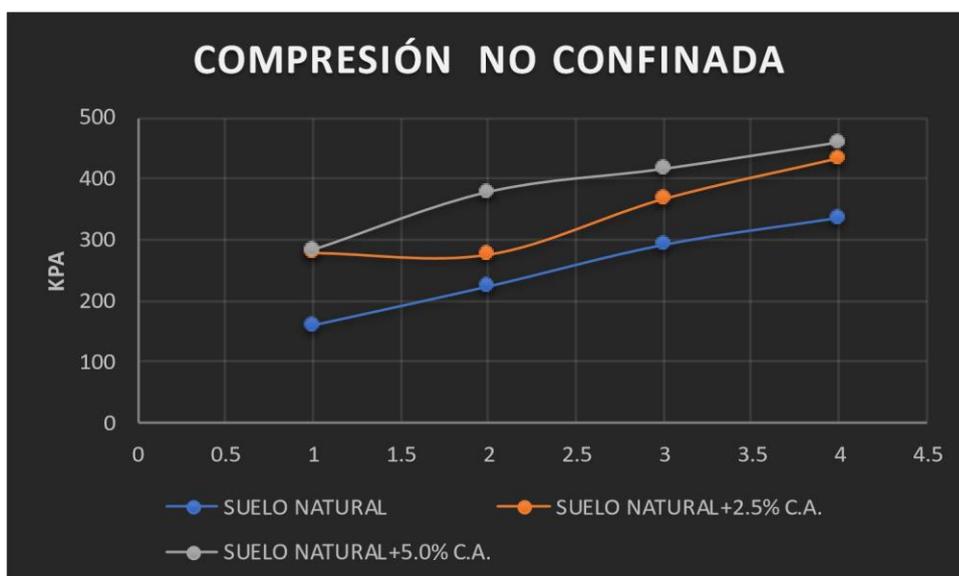
Tabla 2. Resultados de CBR

| DESCRIPCION | CBR AL 100% | | CBR AL 95% | |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | SIN INMERSION | CON INMERSION | SIN INMERSION | CON INMERSION |
| SUELO NATURAL | 11.15 | 3.2 | 10.59 | 3.04 |
| SUELO NATURAL+2.5% C.A. | 12.69 | 6.83 | 12.06 | 6.49 |
| SUELO NATURAL+5.0% C.A. | 16.63 | 7.25 | 15.8 | 6.88 |

*C.A. = COPOLIMERO ACRILICO

Fuente: elaboración propia.

El ensayo realizado al espécimen de suelo natural no saturado presenta un CBR de 11.15% y en condición saturada de 3.20%. Al adicionarle el copolímero acrílico a la muestra en un porcentaje de 5.0%, el CBR en condición no saturada presenta un registro de 16.63% y en estado no saturado un CBR de 7.5%. Se verificó que cumplió con los requerimientos establecidos en el “Manual para el diseño de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que considera material apto para la conformación de un afirmado a los suelos con CBR igual o mayor a 6%.



Figura

6. Resultados de compresión no confinada (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGENIO S.A.C.)

Los ensayos realizados de compresión no confinada estuvieron basados en la norma MTC E 121. Siendo observados por el periodo de curado de 0, 1, 3 y 7 días respectivamente, determinando que a medida que se aumentaba la dosificación del copolímero acrílico en la muestra de suelo natural, se elevaba el valor de la resistencia a la compresión de la muestra influido también por el tiempo de curado propuesto.

Las resistencias registradas fueron comparadas con los valores establecidos en el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones detallado a continuación

Tabla 3: Tabla de contenido del manual del MTC

| Consistencia de suelo | Kg/cm ² | Kpa |
|-----------------------|--------------------|-----------|
| Muy blanda | <0.25 | (<0.25) |
| Blanda | 0.25-0.50 | (25-50) |
| Mediana | 0.50-1.00 | (50-100) |
| Firme | 1.00-2.00 | (100-200) |

| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| Muy firme | 2.00-4.00 | (200-400) |
| Dura | >4.00 | >400 |

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, 2016

V. DISCUSIÓN:

La presente investigación se desarrolla en la Av. El Porvenir del Distrito de Puente Piedra, cuyo objetivo es comprobar el desempeño del copolímero acrílico como estabilizante de suelo arcilloso a nivel de afirmado, siendo una alternativa relativamente novedosa en la estabilización de suelos expansivos. Considerando que, cuando se realizan estructuras viales se recomienda hacer el mayor uso posible del suelo presente en la misma vía, sin embargo, en varias ocasiones no se encuentra material competente, por lo que demanda reemplazar el material por otro que si cumpla con los requerimientos deseados. Esto genera la elevación de los costos y posibles daños al medio ambiente. El Ministerio de Transportes y comunicaciones mediante el Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos señala que si el suelo nativo presenta mala calidad en su estructura siendo su $CBR \leq 6\%$, también denominados de mala calidad, existe la opción de que se sustente la implementación de una solución que contemple la mejora en sus características (estabilidad volumétrica, resistencia optima, permeabilidad, compresividad y durabilidad), seleccionando una solución óptima que justifique su ejecución. De lo contrario, se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización (2013,p.18). Es por ello que inicialmente se buscó estabilizar el suelo natural alterando sus propiedades naturales añadiendo el copolímero acrílico en dosificaciones de 2.5 y 5% con la finalidad de obtener la mejora de sus propiedades físicas, mecánicas y cohesivas y que cumpla los requerimientos de un afirmado establecidos en el Manual de Ensayo de Materiales - 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p. 24) en el artículo científico que se titula "Propiedades geotécnicas y microestructura de suelos de grano fino modificados con polímeros líquidos" utilizan el copolímero acrílico como estabilizante de Suelo I, tipo ML y Suelo II, tipo CH,

determinando sus características naturales mediante la clasificación de suelos y comparándolas posteriormente con el suelo mezclado con el copolímero en dosificaciones de 2, 3, 4 y 5% respectivamente, asimismo se realizaron ensayos de laboratorio como: Límites de Atterberg, compactación, prueba de resistencia a la compresión no confinada y la prueba de California Bearing Ratio (CBR). Obteniendo resultados muy variados respecto a los tipos de suelos ya que se evidenció en los resultados que el valor de la prueba de compresión no confinada en la muestra de ML preparadas en su óptimo contenido de humedad aumenta hasta un 75% en ambiente libre y hasta 14% en ambiente confinado; sin embargo, las muestras de suelo CH preparadas en su óptimo contenido de humedad mostraron grietas durante su curado en ambiente libre y no muestra cambios significativos de fuerza en ambiente confinado. Define un marginal aumento en las pruebas de CBR, en el suelo CH registró un aumento significativo de un 14% de su valor inicial.

Macedo y Moscoso (2017) en la tesis Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil titulada: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de suelo procedente de la cantera de Anahuarque -Saylla utilizado a nivel de sub base en la región del Cusco, estabilizado con co-polímero en 0, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%." A su vez coincide también con la determinación de los ensayos realizados para analizar las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mezclada con el copolímero desarrollando los ensayos de límite líquido, límite plástico, Proctor modificado y ensayo de compresión simple en laboratorio.

Se coincide con Kolay, Prabir and Dhakal, B. y con Macedo y Moscoso en la determinación de ensayos para determinar si las hipótesis planteadas en, que la aplicación del copolímero acrílico mejorará las propiedades físicas, mecánicas y cohesivas del suelo arcilloso a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir del Distrito de Puente Piedra. Basados en los antecedentes mencionados se realizaron los ensayos correspondientes determinando inicialmente la clasificación de suelo y posteriormente añadiéndole el copolímero acrílico en dosificaciones de 2.5% y 5%.

Los ensayos realizados en laboratorio al suelo natural indicaron que se trabajó con una muestra de suelo conformado por arcilla de alta plasticidad, con un CBR de 3.2% considerándose un suelo de mala calidad para una vía a nivel de afirmado. Sin embargo, al adicionarle finalmente el copolímero acrílico en una dosificación de 5% se verificó que cumplió con los requerimientos establecidos en el “Manual para el diseño de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que considera material apto para la conformación de un afirmado a los suelos con CBR igual o mayor a 6%.

De acuerdo a los resultados de los ensayos de Proctor modificado, se verifica las evoluciones de las máximas densidades secas y la evolución del contenido óptimo de humedad donde se evidencia que la máxima densidad seca aumenta con la adición del copolímero acrílico; sin embargo, el contenido óptimo de humedad se mantiene ligeramente constante. De esto se puede afirmar que la máxima densidad seca es directamente proporcional al contenido del copolímero acrílico. El ensayo de compresión inconfiada muestra que la arcilla estabilizada con el copolímero acrílico para 0, 1, 3 y 7 días de curado, aumenta la resistencia a la compresión en proporción directa al tiempo de curado. la muestra en estado natural se ubica dentro de un suelo firme pasando a un suelo duro para siete días de curado y para un 5% del copolímero acrílico a diferencia de Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p. 2483) en el artículo que se titula “Propiedades geotécnicas y microestructura de suelos de grano fino modificados con polímeros líquidos” que realizaron el curado de las muestras durante 7,14 y 28 días para conseguir los objetivos planteados a diferencia de la presente investigación determinando que en el tipo de suelo de la muestra (arcilla inorgánica de alta plasticidad) el copolímero mejoró sus propiedades físicas y mecánicas en un corto periodo de tiempo establecido y monitoreado por el laboratorio.

En los resultados obtenidos del ensayo de límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad se puede ver la evolución del material desde un suelo CH u OH (arcillas inorgánicas de alta plasticidad) en estado natural hasta un suelo CL u OL (arcillas inorgánicas de plasticidad media) esto para porcentajes de entre 2.5% a 5%, como puede verse esta evolución es de un

suelo arcilloso de alta plasticidad a un suelo arcilloso de plasticidad media, de manera que no se evidencia mayor trascendencia en la propiedad cohesiva de la muestra sin embargo si se altera positivamente según los resultados entregados por el laboratorio. Finalmente, Se puede afirmar la hipótesis general planteada que indica que la aplicación de copolímero acrílico influye en la estabilización de suelo arcilloso mejorando las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra. Garnica, Pérez y Gómez (2017, p.27) definen el mejoramiento de suelo como el cumplimiento de varios requerimientos respecto del suelo, tales como la resistencia al esfuerzo cortante, tenacidad, la estabilidad de volumen, humedad, entre otros, y menciona que existe una variedad de técnicas para mejorar el suelo que permiten densificarlo artificialmente, mejorando sus propiedades y con ello sus ventajas, como el incremento en su capacidad portante y su resistencia al corte, reduce los asentamientos, reduce la permeabilidad, reduce los índices de humedad, disminuye la susceptibilidad a las heladas e incrementa su resistencia a la erosión. Por lo que, considerando la definición mencionada se puede afirmar que se obtuvo un mejoramiento del suelo natural inicial determinada como un suelo de mala calidad para un afirmado que no cumplía con las características tal como lo sinteriza Ríos (2017, p.19), que lo define como la capa de material granular, natural o procesada con gradación determinada, que se encuentra compactada y que soporta directamente las cargas y los esfuerzos del tránsito y que cumple la función de superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas. Así pues, se puede afirmar que el copolímero acrílico cumplió con la función de agente estabilizador en un suelo arcilloso mejorando sus propiedades físicas, mecánicas y cohesivas que permiten cumplir con los requerimientos de la normativa vigente para un afirmado y evitando la demanda de material de préstamo.

VI. CONCLUSIONES

1. Al analizar la estabilización de suelos arcillosos ubicados en la en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra, con el copolímero acrílico se determinó que mejoraron las propiedades físicas, mecánicas y cohesivas de los mismos, para uso como afirmado. Con los resultados obtenidos del laboratorio se demuestra el uso del copolímero acrílico logra mejorar las propiedades físicas y mecánicas respecto a una muestra natural. Estas mejoras se muestran en los ensayos de CBR y compresión inconfiada, parámetros exigidos por el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Ensayo de Materiales, 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
2. Se determinó la incidencia de la adición del copolímero acrílico sobre suelos arcillosos de manera positiva al incrementarse la capacidad de soporte (CBR). Teniendo como referente los resultados del ensayo de CBR realizados en laboratorio, verificándose que alcanzo un CBR de 7.25% con adición de 5% de copolímero. Concluyendo que al mejorar sus propiedades físicas dicho suelo estabilizado es apto para la conformación del afirmado, el cual se encuentra dentro de los requerimientos exigidos por el "Manual para el diseño de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en donde considera como material apto para la conformación de un afirmado a suelos con un CBR igual o mayor de 6%.
3. La adición del copolímero acrílico sobre suelos arcillosos contribuye al aumento de la resistencia a la compresión no confinada, mejorando sus propiedades mecánicas, basados en los resultados obtenidos en laboratorio al estabilizar el suelo arcilloso con el copolímero acrílico. Donde se concluye que se aumenta la resistencia a la compresión no confinada. Mediante el ensayo de compresión no confinada que determinó la evolución de este valor, que además este aumento se ve afectado por el tiempo de curado. Los resultados de las resistencias se encuentran dentro de la tabla de consistencia del suelo del Manual de Ensayo de Materiales, 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, valores que tienen una consistencia que van desde suelo firmes a suelo duros,

esto evidentemente influenciados por el porcentaje del copolímero acrílico añadido, así como por el tiempo de curado.

4. Que la adición del copolímero acrílico sobre suelos arcillosos reduce la plasticidad de dicho material, mejorando sus propiedades cohesivas, concluyendo que se reduce la plasticidad de dicho suelo. Haciendo uso de la carta de plasticidad la muestra natural se ubica dentro de la zona CH u OH (arcillas inorgánicas de alta plasticidad), sin embargo, las muestra de 2.5% y 5% de copolímero acrílico pasan a la zona de CL u OL (arcillas inorgánicas de plasticidad media), lo que demuestra la reducción de la plasticidad del suelo estudiado.

VII. RECOMENDACIONES:

- Se sugiere la aplicación de los resultados obtenidos en la presente tesis en infraestructuras viales que presenten suelos arcillosos, en virtud a que se los resultados de laboratorio fueron satisfactorios respecto al logro de los objetivos. Además, se recomienda que para reducir costos en la estabilización
- A futuros investigadores, realizar el análisis de la estabilización de otros suelos problemáticos como arcillas y limos de alta o baja plasticidad (SUCS) además de ampliar el estudio de otras propiedades del suelo estabilizado, mediante los ensayos de módulo resiliente de suelos (MTC E 128), determinación del valor de resistencia y de la presión de expansión de suelos compactados (MTC E 136)
- Considerar desarrollar el estudio de copolímero acrílico en la estabilización de suelo para cimentación y la interacción suelo estructura, y la evaluación tanto para fundaciones superficiales como para fundaciones profundas evaluando los efectos.
- Para el uso de copolímero acrílico como estabilizante de suelos arcillosos en afirmado, no es necesario el uso de mano de obra calificada, solo se tiene que seguir las proporciones de mezcla indicadas en la presente tesis

REFERENCIAS

Abdollahi, Masood and Vahedifard, Farshid. Prediction of Lateral Swelling Pressure in Expansive Soils. Geotechnical Special Publication. [on line] Volume 2020-February, Issue GSP 319, 2020, Pages 367-376 [Date of consultation: May 3, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0>

85081957230&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=9f34b16ec7a2c0f212f614baac2dd238&sot=a&sdt=a&sl=44&s=TITLE-ABS

KEY+%28attributes+of+expansive+soil%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=

ISSN: 08950563

Aguilar, C. y Borda, Y. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DEL USO DE POLÍMEROS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS. [en línea]. Tesis para obtener el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Santo Tomas, Colombia, 2015.102 pp. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3923/Bordayeraldin2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Analysis of the influence of waste polymer on soil subgrade [en línea].India: International Research Journal of engineering and technology IRJET, 2016 [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2020].Disponible en: <https://irjet.net/archives/V3/i3/IRJET-V3I3379.pdf> ISSN: 2395-0072

Baghini, M, Ismail, A and Naserlavi, S. Performance evaluation of road base stabilized with styrene–butadiene copolymer latex and Portland cement Performance evaluation of road base. International Journal of Pavement Research and Technology. [on line]. Volume 9, Issue 4, 1 July 2016, Pages 321-336.[Date of consultation: March 08, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.084995505479&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=5>

4f26

[e322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+with+polymers&recordRank=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.0322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+with+polymers&recordRank=) ISSN: 19966814

Baghini, M., Ismail, A, Asghar, M. and Fendereski, G. Measuring the effects of styrene butadiene copolymer latex-Portland cement additives on properties of stabilized soil-aggregate base. International Journal of Pavement Research and Technology. [on line]. Volume 11, Issue 5,

September 2018, Pages 458-469.[Date of consultation: March 21, 2020].

Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85044945629&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=af2825bae8c712c8bca6c7181d27b929&sot=a&sdt=sisr&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222021%22%2ct%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=10&s=Copolymers&ref=%28cbr%29&relpos=8&citeCnt=1&searchTerm=>

ISSN: 19966814

Bai, Y, Liu, J and Song, Z. Unconfined compressive properties of composite sand stabilized with organic polymers and natural fibers. Polymers.[on line]. Volume 11, Issue 10, 1 October 2019, Article number 1576.[Date of consultation: March 31, 2020]. Retrieved from:

[https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073393615&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26)

[85073393615&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073393615&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26)
[e322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073393615&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26)

%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22
%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%
2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c
%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+
with+polymers&recordRank=

ISSN: 20734360

BELTRAN, Maribel y Marcilla, Antonio. Tecnología de polímeros. 2da. Ed.
España. Publicaciones Universidad Alicante 2012,276pp
ISBN: 9788497172325

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7ma. ed.
Mexico DF. Cengage Learning Editores SA, 2012. 500pp
ISBN: 9876074818239

CASTILLO Parra, Byron. Estabilización de suelos arcillosos de Macas con
valores de CBR menores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para
utilizarlos como subrasantes en carreteras. Tesis (Magister en Ingeniería
En Vialidad y Transportes). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2017.
Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917>

Calle, S. Y Arce, M. Estabilización con polímero acrílico de la subrasante
de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y
comparación frente a un Pavimento Convencional. [en línea]. Tesis para
obtener el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Nacional de
San Agustín de Arequipa, Perú, 2018. Recuperado de:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6118>

Chang, I., Lee, M. and Tran, A. Review on biopolymer-based soil treatment
(BPST) technology in geotechnical engineering practices. Transportation
Geotechnics. [on line]. Volume 24, September 2020, Article number
100385. [Date of consultation: June 9, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0.85086645448&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54898230e89a3ffda84dfcf6eb5eed75&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2b%2cscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2b%2cscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=57&s=liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 22143912

CURITOMAY Najarro, Carlos. Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma - Yanayacu, distrito de Socos. Tesis. (Ingeniero Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de Huamanga, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3569>

Darvishi, A., Vosoughifar, H., Saeidijam and S., Torabi, M., Rahmani, A. An experimental and prediction study on the compaction and swell–expansion behavior of bentonite clay containing various percentages of two different synthetic fibers. Innovative Infrastructure Solutions. [on line]. Volume 5, Issue 1, 1 April 2020, Article number 31. [Date of consultation: May 12, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85080990125&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e3f7542b752382356f8073c98180125a&sot=a&sdt=sisr&cluster=scopubyr%2c%222021%22%2ct%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2b%2cscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2b%2cscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=18&s=copolymer+additive&ref=%28Standard+test+methods+for+liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils.+ASTM+International%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=> ISSN: 23644176

Estabragh, A., Afsari, E., Javadi and Babalar, M. Effect of two organic chemical fluids on the mechanical properties of an expansive clay soil. *Journal of Testing and Evaluation*. [on line]. Volume 48, Issue 5, 1 September 2020. [Date of consultation: June 16, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85065118442&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54898230e89a3ffda84dfcf6eb5eed75&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2b%2cscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2b%2cscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=57&s=liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils&relpos=1&citeCnt=2&searchTerm=>

ISSN: 00903973

Georgees, R., Hassan, R. and Evans, R. Effect of the use of a polymeric stabilizing additive on unconfined compressive strength of soils. *Transportation Research Record*. [on line]. Volume 2473, 2015, Pages 200-208. [Date of consultation: March 11, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84983401756&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c8a194748c2afd8c89544b1f1cae0694&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2c%22aip%22%2ct%2b%2cscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2b%2cscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2b%2cscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=24&s=California+Bearing+Ratio&recordRank=>

ISSN: 03611981

Ghasemzadeh, H, Mehrpajouh, A and Pishvaei, M. *Journal of Materials in Civil Engineering*. [on line]. Volume 32, Issue 8, 1 August 2020, Article

number 04020212. [Date of consultation: June 24, 2020]. Retrieved from:
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

[85085620829&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26e322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+with+polymers&relpos=100&citeCnt=1&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085620829&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26e322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+with+polymers&relpos=100&citeCnt=1&searchTerm=)

ISSN: 08991561

Ghasemzadeh, H., Mehrpajouh, A., Pishvaei and M., Mirzababaei, M. Effects of Curing Method and Glass Transition Temperature on the Unconfined Compressive Strength of Acrylic Liquid Polymer-Stabilized

Kaolinite. Journal of Materials in Civil Engineering. [on line] Volume 32, Issue 8, 1 August 2020, Article number 04020212. [Date of consultation: March 17, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0.85085620829&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-85084187698&refeid=2s2.00004316835&src=s&imp=t&sid=e8e8a27731f1f2ffe212900f9a55979d&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=14&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 08991561

GÓMEZ, L., GUILLIN, W., y GALLARDO, R. Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante. Revista Tecnura, 20 [en línea] 23-agosto-2016 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en:

<file:///C:/Users/Diana/Downloads/DialnetVariacionDeLasPropiedadesMecanicasDeSuelosArcillos-6371465.pdf> ISSN: 0123-921X

HIGERA, Carlos, GOMEZ, Jenny y PARDO, Oscar. Characterization of a clay soil treated with Calcium Hydroxid. Revista Facultad de Ingeniería .UPTC [en línea] Enero-Junio de 2012 [Fecha de consulta: 19 de abril de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/Diana/Downloads/DialnetCaracterizacionDeUnSueloArcillosoTratadoConHidroxi-4222676%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Diana/Downloads/DialnetCaracterizacionDeUnSueloArcillosoTratadoConHidroxi-4222676%20(1).pdf) ISSN: 0121-1129

Kang, X., Kang, G. and Chang, K. Chemically stabilized soft clays for roadbase construction. Journal of Materials in Civil Engineering [on line]. Volume 27, Issue 7, 1 July 2015, Article number 04014199.[Date of consultation: February,26, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84931027168&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=1dbfe48f9e2bb30a55f7bf354b58fa5d&sot=a&sdt=a&sl=46&s=stabilization+effectiveness+of+expansive+clays&relpos=449&citeCnt=38&searchTerm=>

ISSN: 08991561

Khadka, S.D., Jayawickrama, P., Senadheera, S. and Segvic, B. Stabilization of highly expansive soils containing sulfate using metakaolin and fly ash based geopolymer modified with lime and gypsum. Transportation Geotechnics. [on line] Volume 23, June 2020, Article number 100327. [Date of consultation: March 17, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85079035909&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=8fe602fd05ddacb489509199e2901a63&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2b%2c%22ar%22%2ct%2b%2c%22subjabbr%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22sl=18&s=Soil+stabilization&ref=%28CLAY+SOIL+RESISTANCE%29&relpos=43&citeCnt=0&searchTerm=> ISSN: 22143912

Kolay, P, Kolay, P. Geotechnical Properties and Microstructure of Liquid Polymer Amended Fine-Grained Soils. Geotechnical and Geological Engineering.[on line]. Volume 38, Issue 3, 1 June 2020, Pages 24792491.[Date of consultation: June 11, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077053858&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c8a194748c2afd8c89544b1f1cae0694&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2c%22aip%22%2c%2bscoopenaccess%2c%221%22%2c%2c%220%22%2c%2bscopubyr%2c%222020%22%2c%2c%222019%22%2c%2c%222018%22%2c%2c%222017%22%2c%2c%222016%22%2c%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2c&sl=24&s=California+ Bearing+Ratio&relpos=28&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09603182

Kolay, Prabir and Dhakal, B. Geotechnical Properties and Microstructure of Liquid Polymer Amended Fine-Grained Soils. Geotechnical and Geological Engineering [on line]. Volume 38, Issue 3, 1 June 2020, Pages 2479-2491. [Date of consultation: June 9, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077053858&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=7a9a05464934f5b90c50cbd6e20f5a11&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2c%2c%220%22%2c%2bscopubyr%2c%222020%22%2c%2c%222019%22%2c%2c%222018%22%2c%2c%222017%22%2c%2c%2bscosubtype%2c%22ar%22%2c%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2c&sl=24&s=California+ Bearing+Ratio&relpos=23&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09603182

Kumar, A., Sharma, A., Singh, S. Composite nano materials for soil stabilization. Test Engineering and Management. [on line]. Volume 83, 26 April 2020, Pages 15751-15757.[Date of consultation: April 24, 2020].

Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085084220635&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=7a9a05464934f5b90c50cbd6e20f5a11&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2b%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2b%2c%22ar%22%2ct%2b%2c%22ENGI%22%2ct&sl=24&s=California+Bearing+Ratio&relpos=40&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 01934120

López, T., Bosco, J., Horta, J., Coronado, A., Castaño, V. (mayo, 2010). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. Revista Iberoamericana de Polímeros, México, 168 pp. Recuperado de: <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/MAY10/lopez.pdf>

MACEDO, Mariela, Moscoso, Tiffani. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de suelo procedente de la cantera de Anahuarque Saylla utilizado a nivel de sub base en la región del Cusco, estabilizado con copolímero en 0, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%. Tesis. (Ingeniero Civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017.

Disponibile en: <https://es.scribd.com/document/394722671/tesis-02>

Onyejekwe, S. and Ghataora, G. Soil stabilization using proprietary liquid chemical stabilizers: sulphonated oil and a polymer. Bulletin of Engineering Geology and the Environment.[on line]. Volume 74, Issue 2, 1 May 2015, Pages 651-665.[Date of consultation: April,12, 2020].

Retrieved from:
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.084957963900&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=d4cbd8d9286f37e78168187dadf975ef&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2b%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2b%2c%22ar%22%2ct%2b%2c%22ubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=31&s=Polymer+Stabilisation+of+Clayey&recordRank=>

ISSN: 14359529

Najarro, C y Jan, C. Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma - Yanayacu, distrito de Socos. [en línea]. Tesis para obtener el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamantanga, Perú, 2018.

Reza, Mohammad and Uygur, Eris. Volume change and compressive strength of an alluvial soil stabilized with butyl acrylate and styrene. Construction and Building Materials. [on line] Volume 255, 20 September 2020, Article number 119352. [Date of consultation: June 8, 2020].

Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084187698&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-85084187698&refeid=2s2.00004316835&src=s&imp=t&sid=e8e8a27731f1f2ffe212900f9a55979d&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=5&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09500618

RÍOS Pérez, Karen. Diseño de la carpeta de rodadura con el uso del aditivo emulsión de copolímeros, en la carretera Saposoa – Intiyacu.

Tesis. (Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10338?show=full>
31.SEYMOUR, Raymond, CARRAHER, Charles, GUERRA, Area.
Introducción a la química de los polímeros. 1ª ed., 16ª imp.
Madrid: Reverté, 2009.742pp.

ISBN: 9788429179262

Sohaib, N., Sarfraz, M. y Sana, G. (november, 2018). Use of acrylic polimer for stabilization of clayey soil. International Journal of Scientific & Engineering Reserch, Volume 9, Issue 11. Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/329558519_Use_of_Acrylic_polymer_for_stabilization_of_clayey_soil

ISSN 2229-5518

Song, Liu, J., Bai, Y and Kanungo, D. Laboratory and field experiments on the effect of vinyl acetate polymer-reinforced soil. Applied Sciences. [on line] Volume 9, Issue 1, 8 January 2019, Article number 208 [Date of consultation: March 23, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085059704557&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=22fcff147cf6c2784c24bd23a2fcfc20&sot=a&sdt=cl&cluster=scopusbyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=18&s=Soil+stabilization&ref=%28%28CLAY+SOIL+RESISTANCE%29%29+AND+%28Different+Types+Soil+Stabilization+Techniques%29&relpos=38&citeCnt=5&searchTerm=>

ISSN: 20763417

Tao, X., Li, A. and Yang, H. Immobilization of metals in contaminated soils using natural polymer-based stabilizers. Environmental Pollution. [on line]. Volume 222, 2017, Pages 348-355.[Date of consultation: April,28, 2020].

Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85008185880&origin=reflist&sort=plff&src=s&sid=1dbfe48f9e2bb30a55f7bf354b58fa5d&sot=a&sdt=a&sl=46&s=stabilization+effectiveness+of+expansive+clays&recordRank=>

ISSN: 02697491

TERREROS, Carmen, ZAMBRANO, Alejandra, CASANOVA, Manuel.

Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC). Tesis. (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/567>

Relationship, Strength and Compacted Properties of Polymer Treated Expansive CH Clay Soil Using Vipulanandan Models. Geotechnical and Geological Engineering. [on line]. 21 May 2020. Article number 1576. [Date of consultation: May 16, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085509695&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=d4cbd8d9286f37e78168187dadf975ef&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%22%2c%22%2c%22%2c%22%2c%2b%2c%22scopusbyr%2c%222020%22%2c%2c%222019%22%2c%2c%222018%22%2c%2c%222017%22%2c%2c%222016%22%2c%2b%2c%22ar%22%2c%2b%2c%22subabbr%2c%22ENGI%22%2c&sl=31&s=Polymer+Stabilisation+of+Clayey&relpos=45&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09603182

Yuping, Z, Zilong, W. and Yifeng, Z. Research and Application of Soil Solidifying Agent. E3S Web of Conference. [on line]. Volume 165, 1 May 2020, Article number 03026. [Date of consultation: April, 12, 2020].

Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85085258038&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=1dbfe48f9e2bb30a55f7bf354b58fa5d&sot=a&sdt=a&sl=46&s=stabilization+effectiveness+of+expansive+clays&relpos=19&citeCnt=0&searchTerm=

ISSN: 25550403

Chen, F., Wondergem, J., Peterson, M., Kalies, J. and Santos, W. (November, 2016). The Effect of Polymers for Soil Stabilization and Soil Nutrient Retention. International Journal of Applied Science - Research and Review. 3:5. Retrieved from :
<https://www.imedpub.com/articles/theeffect-of-polymers-for-soilstabilization-and-soil-nutrientretention.php?aid=17452>

Guo, Liuhui, "Investigation of soil stabilization using biopolymers" (2014). Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University Capstone 13909. <https://lib.dr.iastate.edu/etd/13909>

Kushwaha, P., Swami, S. & Lal, B. (April, 2019) Investigating the effects of nanochemical-based ionic stabilizer and co-polymer on soil properties for pavement construction. International Journal of Geotechnical Engineering. Retrieved from:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19386362.2019.1635817?scroll=top&needAccess=true&journalCode=yjge20>

ANEXOS

Tabla 3: Matriz de consistencia

| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variable | Dimensiones | Indicadores | INSTUMENTOS | Metodología | |
|---|--|--|---|--|---|---|---|---|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | Variable Independiente (X) Copolímero acrílico | Adición de copolímero acrílico al 2.5% | Limites de Atterberg | Formato de recolección de datos MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM | Método de investigación: Tipo de Investigación: La presente investigación es de tipo aplicada , ya que tiene como finalidad especificar la influencia del uso de copolímero acrílico para la estabilización de suelos arcillosos, realizando el análisis de sus variables y sus definiciones mediante teorías ya existentes. Valderrama (2015 p. 39), menciona que la investigación aplicada es la que utiliza teorías existentes a procedimientos tecnológicos. | |
| ¿Cómo influirá en la estabilización del suelo arcilloso la aplicación de copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra? | Analizar la estabilización del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado | La aplicación de copolímero acrílico influye en la estabilización de suelo arcilloso mejorando las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra. | | | CBR | Formato de recolección de datos ASTM D 1883 - MTC E 132 | | |
| | | | | | Comprensión confinada | Formato de recolección de datos MTC E 121, NTP 339.167 | | |
| | | | | | Proctor Modificado | Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141 | | |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPÓTESIS ESPECIFICAS | | Adición de copolímero acrílico al 5.0% | Limites de Atterberg | Formato de recolección de datos ASTM D 4318-84 | | Enfoque: El presente estudio es de carácter cuantitativo , puesto que se orienta a la definición de las propiedades de suelos estabilizados con el copolímero acrílico, que son medibles, con secuencia y se pueden probar mediante los ensayos establecidos según el estándar del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Valderrama (2015, p. 117) indica que la investigación de enfoque cuantitativo es aquella que recopila los datos, los procesa y los analiza, siendo estos datos numéricos para la apreciación de los resultados. |
| ¿Cómo incide el uso del copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo arcilloso del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra? | •Determinar la incidencia en las propiedades físicas del suelo al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra | •La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus propiedades físicas | | | CBR | Formato de recolección de datos ASTM D 1883 - MTC E 132 | | |
| | | | | | Comprensión confinada | Formato de recolección de datos MTC E 121, NTP 339.167 | | |
| | | | | | Proctor Modificado | Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141 | | |
| ¿De qué manera incide el uso de copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso? | •Establecer la incidencia en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra. | •La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejora sus propiedades mecánicas | Variable Dependiente (Y) Estabilización de suelos arcillosos | Propiedades físicas | Granulometría | Formato de clasificación de suelos SUCS Y ASHTO | Diseño de la investigación El diseño metodológico aplicado en la presente investigación es experimental en la modalidad pre experimental ya que se someterá a estímulos a los objetos de estudio para posteriormente definir el nivel en el que influye la variable independiente, copolímero acrílico. Valderrama (2015, p.79) Señala que la investigación experimental es la manipulación intencionada de la variable que independiente, con el fin de monitorear el comportamiento de la variable de medición, o variable dependiente, creadas y simuladas mediante ensayos controlados. Asimismo Borja, M. (2012, p27) detalla que la modalidad de investigación experimental, en la modalidad pre experimental, es usada en investigaciones técnicas para realizar la medición de su influencia en los resultados. | |
| | | | | | Limites de consistencia | Formato de recolección de datos ASTM D 4318-84 | | |
| | | | | | Humedad | Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141 | | |
| | | | | Propiedades mecánicas | CBR | Formato de recolección de datos ASTM D 1883 - MTC E 132 | | |
| | | | | | Comprensión confinada | Formato de recolección de datos MTC E 121, NTP 339.167 | | |
| | | | | | Proctor Modificado | Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141 | | |
| ¿El uso de copolímero acrílico mejorará las características cohesivas en suelo arcilloso del afirmado? | •Definir las mejoras en las características cohesivas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra. | •La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejora sus características cohesivas | Características cohesivas | Limite Líquido | Formato de recolección de datos MTC E110 - NTP 339.129 -ASTM D4318 | | | |
| | | | | Limite plástico (LP) | Formato de recolección de datos MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318 | | | |
| | | | | Indice de Plasticidad (IP) | Formato de recolección de datos ASTM D 4318-84 | | | |

Instrumentos de recolección de datos

CLASIFICACION DE SUELOS

| CLASIFICACION DE SUELOS | | | | | | | |
|-------------------------|---------------|---|--------------|---------------|-------------|---------------------|-------|
| MÉTODO SUCS y AASHTO | | | | | | | |
| PROYECTO: | | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puenta Piedra - 2020" | | | | | |
| Elaborado por: | | Lecarnaqué Ortiz, Diana Isabel | | | | TÉCNICO: | |
| UBICACIÓN: | | Avenida El Porvenir, Distrito Puenta Piedra | | | | | |
| FECHA: | | 2020 | | | | | |
| Muestra N°: | | PROFUNDIDAD: | | CONTENIDO: | | ADITIVO: | |
| APERTURA DEL TAMIZ | PESO RETENIDO | PESO CORREGIDO | RETENIDO (%) | ACUMULADO (%) | PASANTE (%) | | |
| TAMIZ | mm | | | | | | |
| 3" | | | | | | CLASIFICACIÓN SUCS | |
| 2" | | | | | | | |
| 1" | | | | | | | |
| 3/4" | | | | | | | |
| 3/8" | | | | | | | |
| 1/4" | | | | | | CLASIFICACION ASHTO | |
| #4 | | | | | | | |
| #8 | | | | | | | |
| #16 | | | | | | | |
| #30 | | | | | | | |
| #50 | | | | | | | |
| #100 | | | | | | | |
| #200 | | | | | | | |
| CAZUELA | | | | | | | |
| D60 | D30 | D10 | Cu | Cc | GRAVA | ARENA | FINOS |
| | | | | | | | |

LÍMITE LÍQUIDO (%)

LÍMITE PLÁSTICO (%)

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS (mm)

[Signature]
Ing. Elvis Ortiz Quispe.
CIP 238759

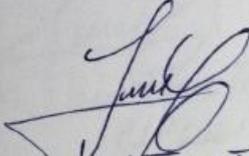
[Signature]
JUAN TAFUR TACILLA
CIP 66613

[Signature]
Segundo Tafur Tacilla
CIP 169529

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

| LÍMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|----------|--------------------|--|---------------------|--|--------------------------|--|
| NORMAS TECNICAS: MTC E110 - NTP 339.129 - ASTM D4318 | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Ponenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: | Lecarnaquí Ortiz, Diana Isabel | TÉCNICO: | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | Avenida El Ponenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | | | |
| FECHA | 2020 | | | | | | | | | | | |
| Muestra N°: | PROFUNDIDAD: | 1 | 2 | 3 | 4 | ADITIVO: | | | | | | |
| Muestras | | | | | | | | | | | | |
| Capsula N° | | | | | | | | | | | | |
| PESO CÁPSULA+MUJESTRA HUMEDA(gr) | | | | | | | | | | | | |
| PESO CÁPSULA+MUJESTRA SECA (gr) | | | | | | | | | | | | |
| PESO CÁPSULA (gr) | | | | | | | | | | | | |
| PESO DEL AGUA Ww(gr) | | | | | | | | | | | | |
| PESO DE SÓLIDOS Ws(gr) | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DEL AGUA W(%) | | | | | | | | | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <tr> <td>LÍMITE LIQUIDO (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD(%)</td> <td></td> </tr> </table> | | | | | LÍMITE LIQUIDO (%) | | LÍMITE PLÁSTICO (%) | | ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD(%) | |
| LÍMITE LIQUIDO (%) | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | | | | | | | | | | | | |
| ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD(%) | | | | | | | | | | | | |

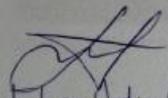

 Ing. Elvis Ortiz Quispe
 CIP 238759

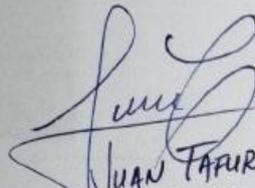

 JUAN TAFUR TACILLA
 CIP 66613

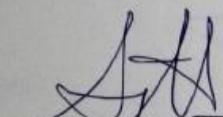

 Segundo Tafur Tacilla
 CIP 169529

ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

| LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS | | | | |
|--|---|------------|----------|--------------------|
| NORMAS TÉCNICAS: MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318 | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | |
| Elaborado por: | Lecarnaqué Ortiz, Diana Isabel | | TÉCNICO: | |
| UBICACIÓN | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | |
| FECHA | 2020 | | | |
| Muestra N°: | PROFUNDIDAD: | CONTENIDO: | ADITIVO: | |
| Muestras | 1 | 2 | | |
| Capsula N° | | | | |
| PESO CÁPSULA+MUESTRA HÚMEDA(g) | | | | LÍMITE PLÁSTICO(%) |
| PESO CÁPSULA+MUESTRA SECA (gr) | | | | |
| PESO CÁPSULA (gr) | | | | |
| PESO DEL AGUA Ww(gr) | | | | |
| PESO DE SÓLIDOS Ws(gr) | | | | |
| CONTENIDO DEL AGUA W(%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | | | | |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD(%) | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | |


 Ing. Elvis Ortiz Quispe
 CIP 238759


 Juan Tafur Tacilla
 CIP 66613


 Segundo Tafur Tacilla
 CIP 169529

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

| ENSAYO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115). | | | | | | |
|---|---|----------|------------|---|----------|--|
| NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolimero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | |
| ELABORADO POR: | Lecamequé Ortiz, Diana Isabel | TECNICO: | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | |
| FECHA: | 2020 | | | | | |
| MUESTRA N°: | PROFUNDIDAD: | | CONTENIDO: | | ADITIVO: | |
| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | |
| PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr) | | | | | | |
| PESO LATA + SUELO SECO (gr) | | | | | | |
| PESO DEL AGUA (gr) | | | | | | |
| PESO DE LATA (gr) | | | | | | |
| PESO DE SUELO SECO (gr) | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | | | | | |
| MOLDE N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | |
| PESO MOLDE + SUELO COMPACTADO (gr) | | | | | | |
| PESO DE MOLDE (gr) | | | | | | |
| PESO DE SUELO COMPACTADO (gr) | | | | | | |
| VOL. SUELO COMPACTADO (cm ³) | | | | | | |
| DENSIDAD SUELO HUMEDO (KN/m ³) | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (gr) | | | | | | |
| DENSIDAD SUELO SECO (KN/m ³) | | | | | | |

DENSIDAD MÁXIMA (KN/m³)

HUMEDAD ÓPTIMA (%)

OBSERVACIONES:

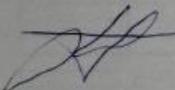
[Signature]
 Ing. Elvis Ortiz Quispe.
 CIP 238759

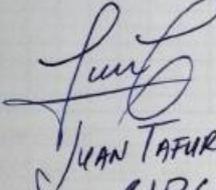
[Signature]
 JUAN TAFUR TACILLA
 CIP 66613

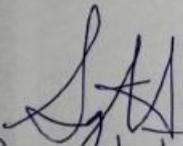
[Signature]
 Segundo Tafur Tacilla
 CIP 169529

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

| ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA (MTC E 121) | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---|-------------------------------|------------------|--------------------------------------|--|-----|--|--|
| NORMAS TÉCNICAS: MTC E 121, NTP 339.167 | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | |
| ELABORADO: | | Lecarnagué Ortiz, Diana Isabel | | TECNICO: | | | | | |
| UBICACIÓN: | | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | |
| FECHA: | | 2020 | | | | | | | |
| MUESTRA N°: | | PROFUNDIDAD: | | CONTENIDO: | | | | ADITIVO: | |
| DEFORMIMET RC AH 0.001 (µg) | DEFORMAC IÓN ΔH% | 1.0 - DEF. UNIT. (1.0 - ε) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KG | AREA CORREL. A cm ² | ESFUERZO DESVIADOR | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | |
| | | | | | | σ ₁ - σ ₃ = σ _c | | | |
| | | | | | | Kg/cm ² | Kpa | Diam. Prom. Base Do (cm): | |
| | | | | | | | | Altura promedio, Ho (cm): | |
| | | | | | | | | Relación Altura/Diámetro: | |
| | | | | | | | | Área sección trans. A _o (cm ²): | |
| | | | | | | | | Volumen, Vo (cm ³): | |
| DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Suelo húmedo + cazuela (gr): | |
| | | | | | | | | Suelo seco + cazuela (gr): | |
| | | | | | | | | Peso de la cazuela (gr): | |
| | | | | | | | | Peso del suelo seco (gr): | |
| | | | | | | | | Peso del agua (gr): | |
| | | | | | | | | % de humedad: | |
| PESOS UNITARIOS | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Peso unit. Húmedo, Y (g/cm ³): | |
| | | | | | | | | Peso unit. seco, Y _s (g/cm ³): | |
| CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Factor K (Kg) | |
| RESIST. COMP. NO CONFINADA, | | | | | | | | | |
| MAX. (σ ₁ -σ ₃) / | | | | | | | | | |
| ε a la falla: | | | | | | | | | |
| MÓDULO DE YOUNG | | | | | | | | | |


 Ing. Elvis Ortiz Quispe
 CIP. 238759


 Juan Tafur Tacilla
 CIP 66613.


 Segundo Tafur Tacilla.
 CIP 169529

ENSAYO DE CBR

| ENSAYO DE CBR (MTC E 132) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------|------------|---------------|----------|----------|------------|---------------|--|----------|--|----|--|----|--|
| NORMAS TECNICAS: ASTM D 1583, MTC E 132 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando opolimero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | Lucmanué Ortiz, Diana Isabel | | | | | TECNICO: | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: | | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: | | 2020 | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA N°: | | PROFUNDIDAD: | | | CONTENIDO: | | | | ADITIVO: | | | | | | | |
| | | UND | | | SIN INMERSION | | | | CON INMERSION | | | | | | | |
| N° DE GOLPES | | | | | 42 | | 25 | | 55 | | 12 | | 25 | | 55 | |
| N° DE CAPAS | | | | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | |
| ENERGIA DE COMPACTACION | | kgm. cm ³ | Modificada | Intermedia | | Standard | | Modificada | Intermedia | | Standard | | | | | |
| ALTURA DEL MOLDE | | cm | | | | | | | | | | | | | | |
| VOLUMEN DEL MOLDE | | cm ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO SUELO HUMEDO + PESO MOLDE | | (gr) | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO MOLDE | | (gr) | | | | | | | | | | | | | | |
| PESO SUELO HUMEDO + PESO MOLDE | | (gr) | | | | | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD SUELO HUMEDO | | (gr/cm ³) | | | | | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD SUELO SECO | | (gr/cm ³) | | | | | | | | | | | | | | |





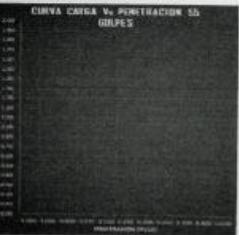
| DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------|-------|--|---------------|--|-------|-------|--|-------|--|
| ESTADO | | UND | | | CON INMERSION | | | | | | |
| | | T1-12 | T2-25 | | T3-55 | | T1-12 | T2-25 | | T3-55 | |
| N° DE RECIPIENTE | | | | | | | | | | | |
| PESO SUELO HUMEDO + PESO TARA | | (gr) | | | | | | | | | |
| PESO SUELO SECO + PESO TARA | | (gr) | | | | | | | | | |
| PESO DEL AGUA | | (gr) | | | | | | | | | |
| PESO DE TARA | | (gr) | | | | | | | | | |
| PESO SUELO SECO | | (gr) | | | | | | | | | |
| HUMEDAD(W%) | | (%) | | | | | | | | | |

| DETERMINACIÓN DE LA PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|----|---------------------|-------|---------------|----|-------|---------------------|----|---------------|-----|----|---------------------|---------------|----|-------|-----|
| ESTADO | | | MOLDE 1 - 12 GOLPES | | | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | | | MOLDE 3 - 55 GOLPES | | | | |
| | | | SIN INMERSION | | CON INMERSION | | | SIN INMERSION | | CON INMERSION | | | SIN INMERSION | CON INMERSION | | | |
| PEN (µg) | PRECISION PATRON | mm | KN | Lib F | PSI | KN | Lib F | PSI | KN | Lib F | PSI | KN | Lib F | PSI | KN | Lib F | PSI |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

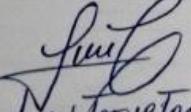
| ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D 1583 MUESTRA NATURAL | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|---------|--|---------------|--|---------|---------------|--|---------|--|
| ESTADO | | UND | | | SIN INMERSION | | | CON INMERSION | | | |
| | | Molde 1 | Molde 2 | | Molde 3 | | Molde 1 | Molde 2 | | Molde 3 | |
| MAXIMA DENSIDAD SECA: | | (gr/cm ³) | | | | | | | | | |
| CONT. OPT. HUMEDAD: | | (%) | | | | | | | | | |
| C.B.R. AL 100% DE LA MDS: | | (%) | | | | | | | | | |
| C.B.R. AL 95% DE LA MDS: | | (%) | | | | | | | | | |

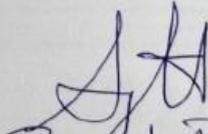
| | |
|-------------------------------------|-------|
| PROCTOR - DENSIDAD NATURAL - O.C.N. | |
| MDS | gr/cc |
| PS% DE LA MDS | gr/cc |
| OPT. DE HUMEDAD | gr/cc |






 Ing. Elvis Ortiz Quispe
 CIP 238759


 JUAN TAFUR TACILLA
 CIP 66613


 Segundo Tafur Tacilla
 CIP 169529

INFORME DE ORIGINALIDAD - TURNITIN

ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&lang=es&BDS=1&o=1465799636&s=1&u=1075693448

Aplicaciones Universidad Virtual... plataforma.project... Plataforma Educativ... Portal de Habilitaci... TRILCE - PLATAFOR...

feedback studio DIANA ISABEL LECARNAQUE ORTIZ Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Pue...



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME DE INVESTIGACION

Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020

AUTOR:
Lecarnaqué Ortiz, Diana Isabel
(ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8245-3991>)

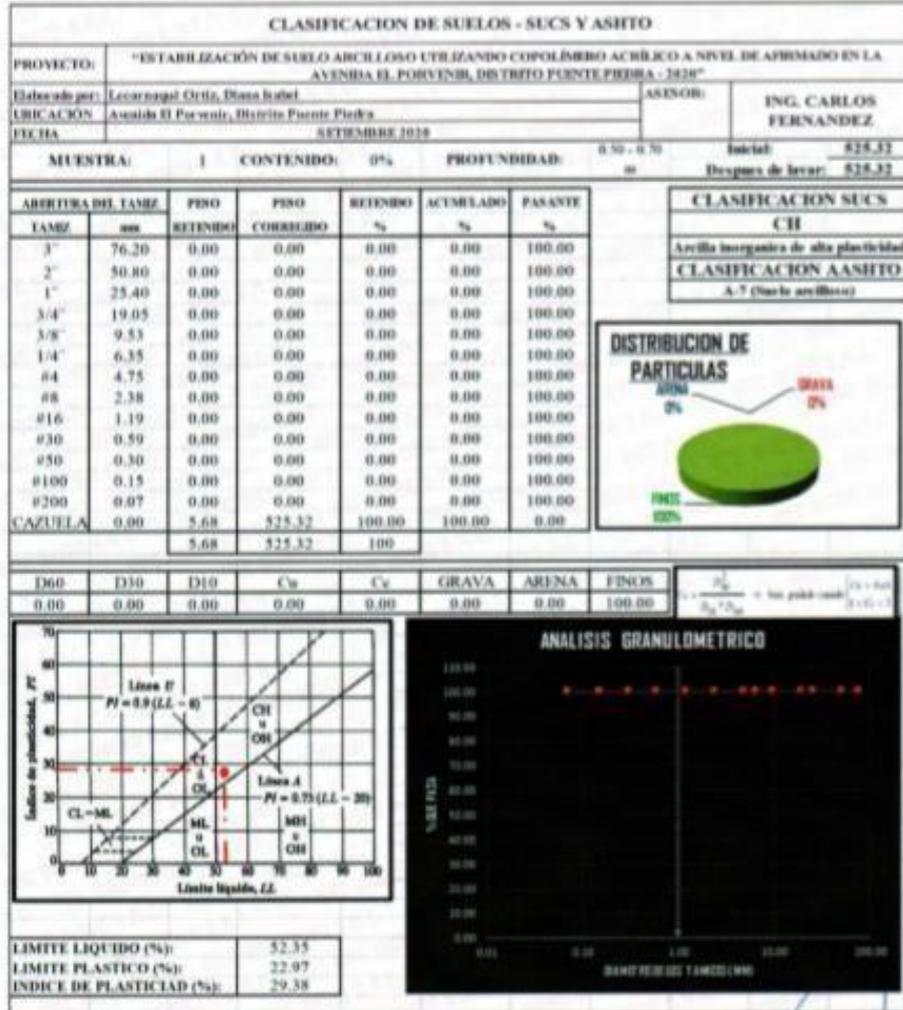
Resumen de coincidencias X

15 %

| | | |
|---|----------------------------|-----|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe | 3 % |
| 2 | repositorio.uancv.edu.pe | 1 % |
| 3 | www.scribd.com | 1 % |
| 4 | portal.mtc.gob.pe | 1 % |
| 5 | hdl.handle.net | 1 % |
| 6 | repositorio.uandina.edu... | 1 % |
| 7 | repositorio.uandina.edu... | 1 % |

Página: 1 de 34 Número de palabras: 8417 Text-only Report Turnitin Classic High Resolution Activado

04:38 p.m.
06/12/2020



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 65425



| LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|-------|---------------|-----------------------|--------------------|-------|---------------------|-------|---------------------------|-------|
| NORMAS TÉCNICAS: MTC E110 - NTP 339.139 - ASTM D4318 | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando opólmoro acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: | Lecandrique Ortiz, Diana Isabel | | | ASESOR | ING. CARLOS FERNANDEZ | | | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | | | |
| Muestra N°: | 1 | PROFUNDIDAD: 0.50 - 0.70 | | CONTENIDO: 0% | ADITIVO: C.A. | | | | | | |
| MUESTRA | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | |
| CAPSLA No | | | | | | | | | | | |
| PISO CAPSLA + MUESTRA HÚMEDA (gr) | 31.71 | 30.95 | 30.65 | 31.19 | | | | | | | |
| PISO CAPSLA + MUESTRA SECA (gr) | 27.52 | 26.84 | 26.57 | 27.03 | LÍMITE LÍQUIDO (%) | | | | | | |
| PISO CAPSLA (gr) | 19.60 | 18.84 | 18.54 | 19.08 | 52.35 | | | | | | |
| PISO DEL AGUA Ww (gr) | 4.2 | 4.1 | 4.1 | 4.2 | | | | | | | |
| PISO DESHUECO Ws (gr) | 7.92 | 8.00 | 8.03 | 7.95 | | | | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA W (%) | 52.00 | 51.38 | 50.81 | 52.33 | | | | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | 23.00 | 29.00 | 26.00 | 24.00 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO (%)</td> <td>52.35</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td>22.97</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>29.38</td> </tr> </table> | | | | | | LÍMITE LÍQUIDO (%) | 52.35 | LÍMITE PLÁSTICO (%) | 22.97 | ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | 29.38 |
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | 52.35 | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | 22.97 | | | | | | | | | | |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | 29.38 | | | | | | | | | | |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CP 65423



| LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS | | | | | | |
|--|--|--------------------------|-----------------|-------------|-----------------------|--------------------|
| NORMAS TECNICAS: MTC E110 - NTP 339.129 - ASTM D4318 | | | | | | |
| PROYECTO: | Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico e miel de abeja en la Avenida El Ponerle, Distrito Puente Piedra - 2020 | | | | | |
| Elaborado por: | Locamagué Ortiz Diana Isabel | | | ASESOR | ING. CARLOS FERNANDEZ | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Ponerle, Distrito Puente Piedra | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | |
| Muestra N°: | 1 | PROFUNDIDAD: 0.50 - 0.70 | CONTENIDO: 2.5% | ACTIVO: ICA | | |
| MUESTRA | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| CÁPSULA No. | | | | | | |
| PESO CÁPSULA + MUESTRA HUMEDA (gr) | | 26.93 | 25.22 | 28.06 | 25.46 | |
| PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr) | | 23.26 | 22.12 | 23.96 | 22.30 | |
| PESO CÁPSULA (gr) | | 15.96 | 15.77 | 15.73 | 15.92 | |
| PESO DEL AGUA W (gr) | | 3.7 | 3.1 | 4.1 | 3.2 | |
| PESO DE SÓLIDOS W _s (gr) | | 7.30 | 6.35 | 8.23 | 6.38 | |
| CONTENIDO DE AGUA W (%) | | 50.27 | 48.82 | 49.82 | 49.55 | |
| NÚMERO DE GOLPES | | 23.00 | 29.00 | 26.00 | 24.00 | |
| | | | | | | LIMITE LIQUIDO (%) |
| | | | | | | 49.57 |

| LIMITE LIQUIDO | |
|---------------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO (%) | 49.57 |
| LIMITE PLASTICO (%) | 21.07 |
| INDICE DE PLASTICIDAD (%) | 28.50 |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68425



| LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|-------|---------------|---|--------------------|-------|---------------------|-------|---------------------------|-------|
| NORMAS TECNICAS: MTC E110 - NTP 339.129 -ASTM D4318 | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: | Leocamequé Ortiz, Diana Isabel | | | ASESOR | ING. CARLOS FERNANDEZ | | | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | | | |
| Muestra N°: | 1 | PROFUNDIDAD: 0.50 - 0.70 | | CONTENIDO: 5% | ADITIVO: C.A. | | | | | | |
| MUESTRA | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | |
| CAPSLA No. | | | | | | | | | | | |
| PESO CAPSULA + MUESTRA HUMEDA (gr) | 24.80 | 25.47 | 25.44 | 24.54 | | | | | | | |
| PESO CAPSULA + MUESTRA SECA (gr) | 21.89 | 22.29 | 22.27 | 21.75 | LIMITE LIQUIDO (%) 49.11 | | | | | | |
| PESO CAPSULA (gr) | 16.12 | 15.83 | 15.79 | 15.83 | | | | | | | |
| PESO DEL AGUA Ww (gr) | 2.9 | 3.2 | 3.2 | 2.8 | | | | | | | |
| PESO DE SÓLIDOS Ws (gr) | 5.77 | 6.46 | 6.48 | 5.92 | | | | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA W (%) | 50.43 | 49.23 | 48.92 | 47.13 | | | | | | | |
| NÚMERO DE GOLPES | 23.00 | 24.00 | 27.00 | 28.00 | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO (%)</td> <td>49.11</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO (%)</td> <td>20.76</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>28.35</td> </tr> </table> | | | | | | LIMITE LIQUIDO (%) | 49.11 | LIMITE PLASTICO (%) | 20.76 | INDICE DE PLASTICIDAD (%) | 28.35 |
| LIMITE LIQUIDO (%) | 49.11 | | | | | | | | | | |
| LIMITE PLASTICO (%) | 20.76 | | | | | | | | | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD (%) | 28.35 | | | | | | | | | | |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIG 65423



| LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS | | | | | | |
|--|---|--------------|-------------|--|-----------------------|---------------|
| NORMAS TECNICAS: MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318 | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | |
| Elaborado por: | Lecornaqueó Ortiz, Diana Isabel | | | ASESOR: | ING. CARLOS FERNANDEZ | |
| UBICACIÓN | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | |
| FECHA | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | |
| Muestra N°: | 1 | PROFUNDIDAD: | 0.50 - 0.75 | CONTENIDO: | 0% | ADITIVO: C.A. |
| MUESTRA | | 1 | 2 | | | |
| CÁPSULA No. | | | | | | |
| PESO CÁPSULA + MUESTRA HUMEDA (gr) | 25.80 | 26.00 | | | | |
| PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr) | 24.60 | 24.35 | | LIMITE PLASTICO (%) 22.97 | | |
| PESO CÁPSULA (gr) | 18.72 | 17.89 | | | | |
| PESO DEL AGUA W ₁ (gr) | 1.20 | 1.65 | | | | |
| PESO DE SÓLIDOS W _s (gr) | 5.88 | 6.46 | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA W (%) | 20.41 | 25.54 | | | | |
| LIMITE LIQUIDO (%) | 52.35 | | | | | |
| LIMITE PLASTICO (%) | 22.97 | | | | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD (%) | 29.38 | | | | | |



WRC INGENIO Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 65423



| LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS | | | | | | |
|--|---|--------------|-------------|------------|---------|-----------------------|
| NORMAS TÉCNICAS: MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318 | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afanado en la Avenida El Ponénir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | |
| Elaborado por: | Lecemarqué Ortiz, Diana Isabel | | | | ASESOR: | ING. CARLOS FERNANDEZ |
| UBICACIÓN: | Avenida El Ponénir, Distrito Puente Piedra | | | | | |
| FECHA: | SETIEMBRE 2020 | | | | | |
| Muestra N°: | 1 | PROFUNDIDAD: | 0.30 - 0.70 | CONTENIDO: | 2.5% | ADITIVO: I.C.A. |
| MUESTRA | | 1 | 2 | | | |
| CÁPSULA No. | | | | | | |
| PESO CÁPSULA + MUESTRA HÚMEDA (gr) | 17.36 | 17.06 | | | | |
| PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr) | 17.13 | 16.76 | | | | |
| PESO CÁPSULA (gr) | 15.82 | 15.54 | | | | |
| PESO DEL AGUA W _w (gr) | 0.23 | 0.30 | | | | |
| PESO DE SÓLIDOS W _s (gr) | 1.31 | 1.22 | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA W (%) | 17.56 | 24.59 | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | | 49.57 | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO (%) | | 21.07 | | | | |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | | 28.50 | | | | |



WRC INGENIO Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 61423



| LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS | | | | | |
|--|---|--------------|--|------------|-----------------------|
| NORMAS TÉCNICAS: MTC E111 - NTP 338.129 - ASTM D4318 | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | |
| Elaborado por: | Lecanmaquí Ortiz Diana Isabel | | | ASESOR: | ING. CARLOS FERNANDEZ |
| UBICACIÓN | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | |
| FECHA | SEPTIEMBRE 2020 | | | | |
| Muestra N°: | 1 | PROFUNDIDAD: | 0.50 - 0.70 | CONTENIDO: | 5% ADITIVO: C.A. |
| MUESTRA | | 1 | 2 | | |
| CÁPSULA N°: | | | | | |
| PISO CÁPSULA + MUESTRA HÚMEDA (gr) | 17.53 | 19.18 | | | |
| PISO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr) | 17.28 | 18.75 | | | |
| PISO CÁPSULA (gr) | 15.98 | 16.82 | LÍMITE PLÁSTICO (%) 20.76 | | |
| PISO DEL AGUA W _p (gr) | 0.25 | 0.43 | | | |
| PISO DE SÓLIDOS W _s (gr) | 1.30 | 1.93 | | | |
| CONTENIDO DE AGUA W (%) | 19.23 | 22.28 | | | |
| | LÍMITE LÍQUIDO (%) | 49.11 | | | |
| | LÍMITE PLÁSTICO (%) | 20.76 | | | |
| | ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | 28.35 | | | |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA ESTILLO
ING. CIVIL - CIP 65423



| ENSAYO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115) | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|---------|-----------|------------|--------|---------|----------------------|--------|--------|
| NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 335.141 | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando espóritoma arcilloso a nivel de afirmado en la Avenida El Ponerir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Lecaramé Q'ys. Diana Isabel | | | | | | ASESOR: | ING. CALOS FERNANDEZ | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Ponerir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | | |
| MUESTRA N°: | 1 | PROFUNDIDAD: | | 0.50-0.70 | CONTENIDO: | | 0% | ADITIVO: C.A. | | |
| MUESTRA N° | | | | | | | | | | |
| LATA DE HUMEDAD N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr) | 28.87 | 31.34 | 32.15 | 27.83 | 29.40 | 31.12 | 32.67 | 31.90 | 37.47 | 27.38 |
| PESO LATA + SUELO SECO (gr) | 27.66 | 30.29 | 30.50 | 25.98 | 27.80 | 29.72 | 30.42 | 30.10 | 34.60 | 25.83 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 1.21 | 1.05 | 1.65 | 1.85 | 1.60 | 1.40 | 2.25 | 1.80 | 2.87 | 1.55 |
| PESO DE LA LATA (gr) | 15.72 | 17.80 | 15.85 | 11.25 | 15.71 | 17.48 | 16.01 | 16.12 | 16.02 | 15.74 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 11.94 | 12.49 | 14.65 | 14.73 | 12.09 | 12.24 | 14.41 | 13.98 | 18.58 | 10.09 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10.134 | 8.407 | 11.263 | 11.202 | 13.234 | 11.438 | 15.614 | 12.876 | 15.447 | 15.362 |
| MOLDE N° | | | | | | | | | | |
| PESO MOLDE + SUELO COMPACTADO (gr) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| | 3890.95 | 3896.10 | 3900.70 | 3897.95 | 3892.70 | | | | | |
| PESO DE MOLDE (gr) | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | | | | | |
| PESO SUELO COMPACTADO (gr) | 1935.95 | 1941.10 | 1945.70 | 1942.95 | 1937.70 | | | | | |
| VOL. SUELO COMPACTADO (m ³) | 944.00 | 944.00 | 944.00 | 944.00 | 944.00 | | | | | |
| DENSIDAD SUELO HUMEDO (gr/cm ³) | 2.051 | 2.056 | 2.061 | 2.058 | 2.053 | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (gr/gr) | 0.093 | 0.112 | 0.123 | 0.142 | 0.154 | | | | | |
| DENSIDAD SUELO SECO (gr/cm ³) | 2.049 | 2.054 | 2.059 | 2.055 | 2.049 | | | | | |

| CURVA DE COMPACTACION | |
|-------------------------------------|--------|
| DENSIDAD MAXIMA (T _{max}) | 2.057 |
| HUMEDAD OPTIMA (%) | 12.533 |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA GONZALEZ
ING. CIVIL - CIP 05423



| ENSAJO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115) | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|---------|-----------|------------|--------|----------------------|--------------|--------|
| NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolimero acrílico a nivel de armado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020 | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Lacamaqué Ortiz, Diana Isabel | | | | ABESOR: | | ING. CALOS FERNANDEZ | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | |
| MUESTRA N°: | 1 | PROFUNDIDAD: | | 0.50-0.70 | CONTENIDO: | | 2.5% | AGITVO. C.A. | |
| MUESTRA N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| LATA DE HUMEDAD N° | | | | | | | | | |
| PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr) | 25.02 | 24.88 | 29.51 | 34.32 | 27.79 | 30.97 | 32.68 | 28.13 | 35.45 |
| PESO LATA + SUELO SECO (gr) | 24.10 | 24.08 | 28.08 | 32.40 | 26.44 | 29.40 | 30.75 | 26.61 | 32.74 |
| PESO DE AGUA (gr) | 0.92 | 0.80 | 1.43 | 1.92 | 1.35 | 1.57 | 1.93 | 1.52 | 2.71 |
| PESO DE LA LATA (gr) | 15.87 | 16.00 | 15.71 | 15.80 | 16.05 | 15.95 | 15.83 | 15.74 | 15.81 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 8.23 | 8.08 | 12.37 | 16.60 | 10.39 | 13.45 | 14.92 | 10.87 | 16.93 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.179 | 9.901 | 11.560 | 11.566 | 12.993 | 11.673 | 12.936 | 13.983 | 16.007 |
| MOLDE N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| PESO MOLDE + SUELO COMPACTADO (gr) | 3907.50 | 3912.30 | 3916.80 | 3913.45 | 3909.60 | | | | |
| PESO DE MOLDE (gr) | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | | | | |
| PESO SUELO COMPACTADO (gr) | 1952.50 | 1957.30 | 1961.80 | 1958.45 | 1954.60 | | | | |
| VOL. SUELO COMPACTADO (cm ³) | 944.00 | 944.00 | 944.00 | 944.00 | 944.00 | | | | |
| DENSIDAD SUELO HUMEDO (t/m ³) | 2.068 | 2.073 | 2.078 | 2.075 | 2.071 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (gr/gr) | 0.105 | 0.116 | 0.123 | 0.135 | 0.136 | | | | |
| DENSIDAD SUELO SECO (t/m ³) | 2.066 | 2.071 | 2.076 | 2.072 | 2.067 | | | | |

| CURVA DE COMPACTACION | |
|-------------------------------------|--------|
| DENSIDAD MAXIMA (t/m ³) | 2.076 |
| HUMEDAD OPTIMA (%) | 12.323 |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 65428



| ENSAYO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115) | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|---------|-----------|------------|--------|--------|---------------|----------------------|--------|
| NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | Exhibición de suelo arcilloso utilizando otoplomo acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Poneru, Distrito Puente Piedra - 2020 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Lecanmaqui Ortiz, Diana Isabel | | | | | | | ASESOR: | ING. CALOS FERNANDEZ | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Poneru, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | | |
| MUESTRA N° | 1 | PROFUNDIDAD: | | 0.50-0.70 | CONTENIDO: | | 5.0% | ADITIVO: C.A. | | |
| MUESTRA N° | | | | | | | | | | |
| LATA DE HUMEDAD N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr) | 26.53 | 26.55 | 27.89 | 30.72 | 29.57 | 31.37 | 28.04 | 29.55 | 37.52 | 35.55 |
| PESO LATA + SUELO SECO (gr) | 25.58 | 25.65 | 26.71 | 29.17 | 28.07 | 29.74 | 26.54 | 27.97 | 34.86 | 32.87 |
| PESO BUE. MO. A (gr) | 0.95 | 0.90 | 1.18 | 1.55 | 1.50 | 1.63 | 1.50 | 1.58 | 2.66 | 2.68 |
| PESO DE LA LATA (gr) | 16.10 | 16.00 | 15.70 | 15.70 | 16.20 | 16.20 | 15.70 | 16.10 | 16.15 | 15.90 |
| PESO BUE. SUELO SECO (gr) | 9.48 | 9.65 | 11.01 | 13.47 | 11.87 | 13.54 | 10.84 | 11.87 | 18.71 | 16.97 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10.021 | 9.326 | 10.718 | 11.507 | 12.617 | 12.018 | 13.838 | 13.111 | 14.217 | 15.701 |
| MOLDE N° | | | | | | | | | | |
| PESO MOLDE + SUELO COMPACTADO (gr) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| | 3912.40 | 3917.95 | 3925.60 | 3920.44 | 3914.51 | | | | | |
| PESO DE MOLDE (gr) | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | 1955.00 | | | | | |
| PESO SUELO COMPACTADO (gr) | 1957.40 | 1962.95 | 1970.60 | 1965.44 | 1959.51 | | | | | |
| VOL. SUELO COMPACTADO (mch) | 944.00 | 944.00 | 944.00 | 944.00 | 944.00 | | | | | |
| DENSIDAD SUELO HUMEDO (mch) | 2.074 | 2.079 | 2.088 | 2.082 | 2.076 | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (gr/gr) | 0.097 | 0.111 | 0.123 | 0.136 | 0.150 | | | | | |
| DENSIDAD SUELO SECO (mch) | 2.072 | 2.077 | 2.085 | 2.079 | 2.073 | | | | | |

| CURVA DE COMPACTACION | |
|-------------------------------------|--------|
| DENSIDAD MAXIMA (t/m ³) | 2.085 |
| HUMEDAD OPTIMA (%) | 12.138 |

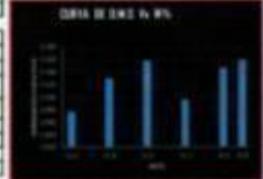
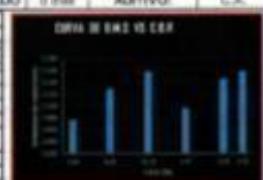


WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA VESTILLO
ING. CIVIL - CIP 61223



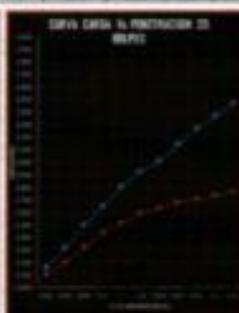
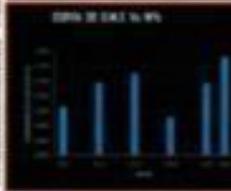
| CBR DE SUELOS | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------|-------|----|-------------------------------|--------|----------|--|------|--|
| NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 1583 - MTC E 132 | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | Estratificación de suelo arcilloso utilizando espálmicos asfáltico a nivel de alfilado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020 | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Lazcanoquá CHU, Diana Isabel | | | | | ASESOR: ING. CARLOS FERNANDEZ | | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | | | |
| MUESTRA N°: | 2 | PROP: | 0.50-0.70 | CONT: | 0% | CURADO: | 0 días | ADITIVO: | | C.A. | |
| DETERMINACIÓN DE LA COMPACTACIÓN DE CBR | | | | | | | | | | | |
| ESTADO: L/S | | | | | | | | | | | |
| N° DE REPETICIONES: 3 | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN (mm): 2.5, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 | | | | | | | | | | | |
| CURVA SABA % PENETRACION 25 GOLPES | | | | | | | | | | | |
| CURVA SABA % PENETRACION 50 GOLPES | | | | | | | | | | | |
| CURVA SABA % PENETRACION 100 GOLPES | | | | | | | | | | | |



JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL



| CBR DE SUELOS | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------|---------|---------------|--------|--------|-------------------------------|------|--|--|--|--|
| NORMAS TECNICAS: ASTM D 1585 - MTC E 133 | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | Estabilización de suelo arcilloso utilizando geopolímeros aplicados a nivel de alfonzo en la Avenida El Pumaqui, Distrito Pucallpa, Tumbes - 2022 | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Ingeniero Civil, Diana Isbell | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Pumaqui, Distrito Pucallpa | | | | | | ASESOR: ING. CARLOS FERNANDEZ | | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2022 | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA N°: | 2 | PROP. | 0.5% CL | CONT. 1.5% CL | CURADO | 7 días | ACTIVO | C.A. | | | | |
| DETALLE DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CBR | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 1 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 2 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 3 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 4 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 5 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 6 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 7 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 8 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 9 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 10 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 11 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 12 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 13 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 14 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 15 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 16 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 17 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 18 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 19 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 20 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 21 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 22 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 23 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 24 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 25 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 26 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 27 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 28 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 29 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 30 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 31 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 32 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 33 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 34 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 35 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 36 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 37 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 38 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 39 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 40 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 41 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 42 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 43 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 44 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 45 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 46 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 47 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 48 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 49 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 50 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 51 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 52 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 53 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 54 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 55 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 56 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 57 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 58 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 59 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 60 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 61 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 62 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 63 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 64 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 65 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 66 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 67 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 68 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 69 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 70 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 71 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 72 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 73 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 74 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 75 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 76 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 77 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 78 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 79 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 80 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 81 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 82 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 83 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 84 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 85 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 86 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 87 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 88 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 89 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 90 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 91 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 92 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 93 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 94 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 95 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 96 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 97 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 98 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 99 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO 100 | | | | | | | | | | | | |



JORGE ZAPATA CALLO
ING. CIVIL - CP 6263



CBR DE SUELOS
NORMAS TECNICAS/ ASTM D 1583 - MTC E 132

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------------|-----------|--------------|--------------------------------------|----------------|-------|-----------------|------|
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolimer asfáltico a modo de afirmado en la Avenida El Panero, Distrito Puerto Pardo - 2020" | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Locatiguel Otto, Diana Isabel | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Panero, Distrito Puerto Pardo | | | | ASesor: ING. CARLOS FERNANDEZ | | | | |
| FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | |
| MUESTRA N°: | 2 | PROP: | 0.50-0.70 | CONT: | 0.2% | CURADO: | 0-24h | ADITIVO: | C.A. |

| DETERMINACIÓN DE LA UNIFORMIDAD DEL CBR | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ESTADO | LÍMITE | SUELOS GRANULOS | | | | SUELOS FINOS | | | |
| | | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₄ | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₄ |
| U ₁ <= 5% | 100 | 20 | 30 | 40 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| U ₂ <= 10% | 100 | 15 | 20 | 25 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

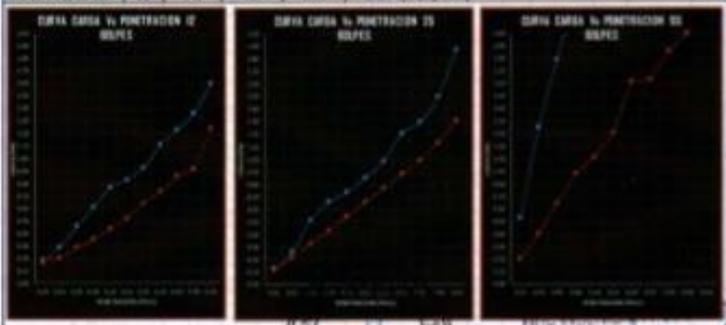
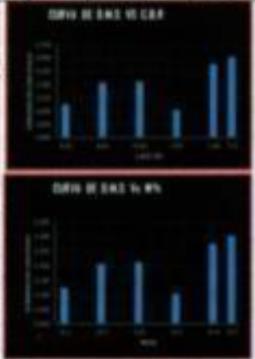
| DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN | | | | | | | | | |
|--|--------|---|--|---|--|---|--|---|-----------------------|
| ESTADO | LÍMITE | SUELOS GRANULOS | | | | SUELOS FINOS | | | |
| | | C _v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th></th></th> | C _v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th></th> | C _v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th> | C _v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th> | C _v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th> | C _v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th> | C _v <= 20% <th>C_v <= 25% </th> | C _v <= 25% |
| C _v <= 10% | 100 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| C _v <= 15% | 100 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

| ESTADO | LÍMITE | SUELOS GRANULOS | | | | SUELOS FINOS | | | |
|-----------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₄ | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₄ |
| U ₁ <= 5% | 100 | 20 | 30 | 40 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| U ₂ <= 10% | 100 | 15 | 20 | 25 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

| ESTADO | LÍMITE | SUELOS GRANULOS | | | | SUELOS FINOS | | | |
|-----------------------|--------|---|--|---|--|---|--|---|-----------------------|
| | | C _v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th></th></th> | C _v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th></th> | C _v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th> | C _v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th> | C _v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th> | C _v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th> | C _v <= 20% <th>C_v <= 25% </th> | C _v <= 25% |
| C _v <= 10% | 100 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| C _v <= 15% | 100 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

| ESTADO | LÍMITE | SUELOS GRANULOS | | | | SUELOS FINOS | | | |
|-----------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₄ | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₄ |
| U ₁ <= 5% | 100 | 20 | 30 | 40 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| U ₂ <= 10% | 100 | 15 | 20 | 25 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

| ESTADO | LÍMITE | SUELOS GRANULOS | | | | SUELOS FINOS | | | |
|-----------------------|--------|---|--|---|--|---|--|---|-----------------------|
| | | C _v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th></th></th> | C _v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th></th> | C _v <= 20% <th>C_v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th></th> | C _v <= 25% <th>C_v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th></th> | C _v <= 10% <th>C_v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th></th> | C _v <= 15% <th>C_v <= 20% <th>C_v <= 25% </th></th> | C _v <= 20% <th>C_v <= 25% </th> | C _v <= 25% |
| C _v <= 10% | 100 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| C _v <= 15% | 100 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |



JORGE ZAPATA RIVERA
 ING. CIVIL - C.P. 1225



| ENSAYO DE COMPRESION CONVENCIONAL (MTC 121) | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|-----------------|---------|-----------------|--------------------------------|--------------------|--|--|--------|
| NORMAS TECNICAS NTC 8.121, NTP 808.027 | | | | | | | | | | |
| PROYECTO | Estabilización de suelo arcilloso utilizando capulines acrílicos a nivel de alfirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2007 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Santiago Oro, Inga Inga | | | | AMBIÓN | | INGENIERO FERNANDO | | | |
| REVISADO POR | Santiago El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | | |
| FECHA | SEPTIEMBRE 2007 | | | | | | | | | |
| MUESTRA | 2 | PROP. | 0.55-0.70 | CURADO | 0 días | CONT. | 0% | ACTIVA | C.A. | |
| DEFORMACION | DEFORMACION | ES-DEFORMACION | ANILLO DE CARGA | CARGA P | AREA CORRAL | ESFUERZO DERIVADO | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PRUETA YA TALLADA) | | |
| 0.001 mm | ACCION E | UNIT. (0.01) | DE CARGA | KG | cm ² | $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ | kg/cm ² | MPa | Diam. Prom. base, D ₀ | 5.80 |
| (0.001) | (0.001) | | 0.0001" | | | | | | cm | |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | | Altera (promedio, Ho) | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 51.00 | 8.3283 | 26.5388 | 0.3138 | 30.7749 | | Relacion | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 75.00 | 12.2475 | 26.5973 | 0.4605 | 45.1577 | | Altera/Diametro | |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 95.00 | 15.5135 | 26.6560 | 0.5820 | 57.0736 | | Area seccion base, A ₀ | 26.42 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 110.00 | 17.9630 | 26.7150 | 0.6724 | 65.9393 | | Volumen, V ₀ (cm ³) | 306.50 |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 133.00 | 21.7189 | 26.7743 | 0.8112 | 79.5501 | | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 156.00 | 25.4748 | 26.8338 | 0.9494 | 93.0998 | | Peso humedad + | 29.87 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 181.00 | 29.5573 | 26.8936 | 1.0990 | 107.7795 | | caneta (g) | 28.33 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 202.00 | 32.9866 | 26.9537 | 1.2238 | 120.0162 | | Peso seco + caneta | 15.84 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 222.00 | 36.2526 | 27.0141 | 1.3420 | 131.6044 | | (g) | |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 238.00 | 38.8654 | 27.0747 | 1.4355 | 140.7735 | | Peso de la caneta (g) | |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 254.00 | 41.4782 | 27.1355 | 1.5286 | 149.9002 | | Peso del suelo seco | 12.49 |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 266.00 | 43.4378 | 27.1967 | 1.5972 | 156.6291 | | (g) | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 272.00 | 44.4176 | 27.2581 | 1.6295 | 159.8011 | | Peso del agua (g) | 1.54 |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 272.00 | 44.4176 | 27.3199 | 1.6258 | 159.4401 | | % de humedad | 12.33 |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 270.00 | 44.0910 | 27.3818 | 1.6102 | 157.9094 | | PESOS UNITARIOS | |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 260.00 | 42.4580 | 27.4441 | 1.5471 | 151.7159 | | Peso unit. humedad, Y | 0.0458 |
| | | | | | | | | | (g/cm ³) | |
| | | | | | | | | | Peso unit. seco, Y _d | 0.0408 |
| | | | | | | | | | (g/cm ³) | |
| | | | | | | | | | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| | | | | | | | | | Factor K (Kg) | 0.1633 |
| | | | | | | | | | RESIST. COMP. NO CONSOLIDADA MAX (en MPa) | |
| | | | | | | | | | Q _u = 1.63 Kg/cm ² = 159.58 kg | |
| | | | | | | | | | RESISTENCIA AL CORTE DEL | |
| | | | | | | | | | WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. | |
| | | | | | | | | | JORGE SANCHEZ SANCHEZ | |
| | | | | | | | | | ING. CIVIL - 02755425 | |





| ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA (MTC E 121) NORMAS TÉCNICAS MTC E 121, MTC 338.167 | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|----------|---|--------|
| PROYECTO: | Estabilización de suelo profiles utilizando coque como agregado a nivel de subrasado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Padre - 2020 | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Leopoldo Ortiz Díaz López | | | AMBIÓN: | NO EMPLEO FOMENTO | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Padre | | | FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | |
| MUESTRA: | 2 | PROF: | 0.30-0.70 | CURADO: | 1 día | CONT: | 0% | ADITIVO: | C.A. |
| DEFORMIMETO AH 0.001 pulg | DEF. UNIT. E (ΔH/H _o) | I.O - DEF UNIT. (1.0 - e) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KO | AREA CORREG. A cm | ESFUERZO DESVIADOR | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | |
| | | | | | | $\sigma_1 - \sigma_3 = q$ | | Diam. Prom. base, D _o (cm) | 5.80 |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | Altura promedio, H _o (cm) | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 9.00 | 1.4697 | 26.5388 | 0.0554 | 5.4309 | Relación Altura Diámetro | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 22.00 | 3.5926 | 26.5973 | 0.1351 | 13.2463 | Área sección trasv. A _o (cm ²) | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 42.00 | 6.8586 | 26.6560 | 0.2573 | 25.2326 | Volumen, V _o (cm ³) | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 79.00 | 12.9007 | 26.7150 | 0.4829 | 47.3564 | DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 94.00 | 15.3502 | 26.7743 | 0.5733 | 56.2234 | Suelo húmedo + canchales (gr) | 31.81 |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 112.00 | 18.2896 | 26.8338 | 0.6816 | 66.8409 | Suelo seco + canchales (gr) | 30.12 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 120.00 | 19.5960 | 26.8936 | 0.7286 | 71.4560 | Peso de la canchales (gr) | 16.14 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 148.00 | 24.1684 | 26.9537 | 0.8967 | 87.9327 | Peso del suelo seco (gr) | 13.98 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 190.00 | 31.0270 | 27.0141 | 1.1486 | 112.6344 | Peso del agua (gr) | 1.69 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 225.00 | 36.7425 | 27.0747 | 1.3571 | 133.0842 | % de humedad | 12.09 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 256.00 | 41.8048 | 27.1355 | 1.5406 | 151.0805 | PESOS UNITARIOS | |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 284.00 | 46.3772 | 27.1967 | 1.7053 | 167.2280 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³) | 0.05 |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 320.00 | 52.2560 | 27.2581 | 1.9171 | 188.0013 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³) | 0.05 |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 346.00 | 56.5018 | 27.3199 | 2.0682 | 202.8172 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 364.00 | 59.4412 | 27.3818 | 2.1708 | 212.8853 | Factor K (000) | 0.1633 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 379.00 | 61.8907 | 27.4441 | 2.2552 | 221.1551 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (σ ₁ -σ ₃)/f | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 385.00 | 62.8705 | 27.5067 | 2.2856 | 224.1453 | Qu=2.29Kg/cm ² =224.15Kpa | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 385.00 | 62.8705 | 27.5695 | 2.2804 | 223.6344 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T/ | |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 385.00 | 62.8705 | 27.6327 | 2.2752 | 223.1234 | Cu-Su=1.14Kg/cm ² =112.07Kpa | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 380.00 | 62.0540 | 27.6961 | 2.2405 | 219.7214 | DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 378.00 | 61.7274 | 27.7598 | 2.2236 | 218.0633 | | |



JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 05428



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------|
| | | | | | | | | | | | MODULO DE YOUNG |
| | | | | | | | | | | | E=5,738.92Kpa |

Curva esfuerzo - deformación, muestra natural, un día de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 66425



| ANILLO DE COMPRESION NOMINADA (NTE E 101) | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------------|------------|--------------------|---|---------------|--|------|--|--------|
| NORMAS TÉCNICAS MTC E 101, NTP 200.002 | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de almeado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2007 | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Luis Carlos Oro, Oscar Soto | | | | AREAS: | | NO CALIFICADO | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | FECHA: | | 22/08/2010 | | | | |
| PROVA: | NTE E 101 | | | | | | | | | | |
| MUESTRA: | 2 | PSOC: | 0.20-0.75 | CUHADO: | 3 días | COND: | 3% | ADITIVO: | C.A. | | |
| DEFORMIMIENTO AH 0.001 psi | DEF. UNIT. E (mm) | 1.0 - DEF. UNIT. (1.0 - e) | ANILLO DE CARGA 0.0001* | CARGA P KG | AREA CORREL. A. cm | MUESTRA DESVIADA $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$ | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TANCAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | | | |
| | | | | | | kg/cm ² | MPa | Diám. Prom. base, De (cm) | 5.80 | | |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | Alteza promedio, Va (cm) | | | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 25.00 | 4.0825 | 26.5388 | 0.1538 | 15.0857 | Relación Altura/Diámetro | | | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 52.00 | 8.4916 | 26.5973 | 0.3193 | 31.3093 | Alteza sección traza, Av (cm) | | | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 63.00 | 10.2878 | 26.6560 | 0.3860 | 37.8488 | Volumen, Vv (cm ³) | | | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 105.00 | 17.1465 | 26.7150 | 0.6418 | 62.9420 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | | | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 125.00 | 20.4125 | 26.7743 | 0.7624 | 74.7651 | | | | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 148.00 | 24.1684 | 26.8338 | 0.9007 | 88.3255 | Suelo húmedo + canchales (gr) | | | 31.14 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 165.00 | 26.9445 | 26.8936 | 1.0019 | 98.2520 | Suelo seco + canchales (gr) | | | 29.87 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 188.00 | 30.7004 | 26.9537 | 1.1390 | 111.6982 | Peso de la canchales (gr) | | | 17.40 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 206.00 | 33.6398 | 27.0141 | 1.2453 | 122.1194 | Peso del suelo seco (gr) | | | 12.27 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 222.00 | 36.2526 | 27.0747 | 1.3390 | 131.3098 | Peso del agua (gr) | | | 1.47 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 242.00 | 39.5186 | 27.1355 | 1.4563 | 142.8183 | % de humedad | | | 11.98 |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 266.00 | 43.4378 | 27.1967 | 1.5972 | 156.6291 | PESOS UNITARIOS | | | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 292.00 | 47.6836 | 27.2581 | 1.7493 | 171.5512 | | | | |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 315.00 | 51.4395 | 27.3199 | 1.8829 | 184.6457 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³) | | | 0.04 |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 305.00 | 49.8065 | 27.3818 | 1.8190 | 178.3792 | Peso unit. seco, Y _s (gr/cm ³) | | | 0.04 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 356.00 | 58.1348 | 27.4441 | 2.1183 | 207.7341 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | | | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 376.00 | 61.4908 | 27.5067 | 2.2322 | 218.9055 | Factor K (kg) | | | 0.3533 |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 396.00 | 64.6668 | 27.5695 | 2.3456 | 230.0239 | RESIST. COMP. NO CONSOLIDADA, MAX (σ ₁ -σ ₃) / γ | | | |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 418.00 | 68.2594 | 27.6327 | 2.4702 | 242.2483 | Qu=2.99kg/cm ² =299Kpa | | | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 453.00 | 73.9749 | 27.6961 | 2.6710 | 261.9310 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _v | | | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 462.00 | 75.4446 | 27.7598 | 2.7178 | 266.5218 | Cu=Sur=1.49kg/cm ² =146.5Kpa | | | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 466.00 | 76.0978 | 27.8238 | 2.7350 | 268.2110 | DEFORMACION PROMEDIADA A LA FALLA | | | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 485.00 | 79.2005 | 27.8881 | 2.8399 | 278.5029 | C.A. LA FALLA / | | | 0.0780 |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 498.00 | 81.3234 | 27.9527 | 2.9093 | 285.3071 | WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. MODELO DE PROVA | | | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 502.00 | 81.9766 | 28.0176 | 2.9259 | 286.9325 | ING. CIVIL | | | |
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 510.00 | 83.2830 | 28.0828 | 2.9656 | 290.8283 | | | | |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 515.00 | 84.0995 | 28.1483 | 2.9877 | 292.9963 | | | | |
| 290.00 | 0.06350 | 0.9365 | 515.00 | 84.0995 | 28.2141 | 2.9808 | 292.3128 | | | | |
| 300.00 | 0.06569 | 0.9343 | 510.00 | 83.2830 | 28.2803 | 2.9610 | 288.7978 | | | | |
| 310.00 | 0.06788 | 0.9321 | 508.00 | 82.9564 | 28.3474 | 2.9399 | 286.9911 | | | | |
| 320.00 | 0.07007 | 0.9299 | 507.00 | 82.7931 | 28.4154 | 2.9189 | 285.3333 | | | | |



Curva esfuerzo – deformación, muestra natural, tres días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CRISTILLO
ING. CIVIL - CIP 68425



| ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA (MTC E 121) | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|----------------------------|---------------|---------------------|--------------------------------|----------|---|--------|
| NORMAS TECNICAS MTC E 121, MTC 338.167 | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando espálmico acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Luis Torres (D) / Oscar Inel | | | | | | ASESOR: | ING. CARLOS HERNANDEZ | |
| UBICACION: | Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | |
| FECHA: | 31 DE SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | |
| MUESTRA: | 2 | PROCP: | 0.55-0.70 | CURADO: | 7 días | CONV: | 0% | ADITIVO: | C.A. |
| DEFORMIMIENTO ΔH 0.001 pulg (ΔH/3%) | DEF. UNIT. % (ΔH/3%) | I.0 - DEF UNIT. (I.0 - Δ) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KG | AREA CORREG A cm | ESFUERZO DESVIADOR | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA VA TALLADA) | |
| | | | | | | $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$ | | Diam. Prom. Base, D _b (cm) | 5.80 |
| | | | | | | kg/cm ² | MPa | Altura promedio, H _o (cm) | 11.60 |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4803 | 0.0000 | 0.0000 | Relacion Altura/Diametro | 2.00 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 30.00 | 4.8990 | 26.5388 | 0.1846 | 18.1029 | Area seccion trans, A _o (cm ²) | 26.42 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 60.00 | 9.7980 | 26.5973 | 0.3684 | 36.1261 | Volumen, V _o (cm ³) | 306.50 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 91.00 | 14.8603 | 26.6560 | 0.5573 | 54.6705 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 115.00 | 18.7795 | 26.7150 | 0.7030 | 68.9365 | Suelo humedo + casaca (gr) | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 150.00 | 24.4950 | 26.7743 | 0.9149 | 89.7181 | Suelo seco + casaca (gr) | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 181.00 | 29.5573 | 26.8338 | 1.1015 | 108.0197 | Peso de la casaca (gr) | |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 224.00 | 36.5792 | 26.8936 | 1.3601 | 133.3845 | Peso del suelo seco (gr) | |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 260.00 | 42.4580 | 26.9537 | 1.5752 | 154.4763 | % de humedad | |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 291.00 | 47.5203 | 27.0141 | 1.7591 | 172.5084 | Peso unit. humedo, Y (gr/cm ³) | |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 315.00 | 51.4395 | 27.0747 | 1.8999 | 186.3179 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³) | |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 342.00 | 55.8486 | 27.1355 | 2.0581 | 201.8341 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 371.00 | 60.5843 | 27.1967 | 2.2276 | 218.4564 | Factor K (KG) | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 393.00 | 64.1769 | 27.2581 | 2.3544 | 230.8891 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (σ ₁ -σ ₃) / | |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 412.00 | 67.2796 | 27.3199 | 2.4627 | 241.5049 | Q _u =3.44Kg/cm ² =337.59Kpa | |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 436.00 | 71.1988 | 27.3818 | 2.6002 | 254.9945 | RESISTENCIA AL CORTE SIN DRENADA, T _y | |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 463.00 | 75.6079 | 27.4441 | 2.7550 | 270.1710 | Cu=Su=1.72Kg/cm ² =168.79Kpa | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 476.00 | 77.7308 | 27.5067 | 2.8259 | 277.1251 | DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 498.00 | 81.3234 | 27.5695 | 2.9498 | 289.2725 | e A LA FALLA | |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 510.00 | 83.2830 | 27.6327 | 3.0139 | 295.5661 | 0.06788 | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 533.00 | 87.0389 | 27.6961 | 3.1426 | 308.1882 | WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 546.00 | 89.1618 | 27.7598 | 3.2119 | 314.9804 | JORGE ZAPATA CASTILLO | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 559.00 | 91.2847 | 27.8238 | 3.2808 | 321.7380 | ING. CIVIL CIP 65425 | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 571.00 | 93.2443 | 27.8881 | 3.3435 | 327.8870 | | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 582.00 | 95.0406 | 27.9527 | 3.4000 | 333.4312 | | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 586.00 | 95.6938 | 28.0176 | 3.4155 | 334.9451 | | |
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 592.00 | 96.6736 | 28.0828 | 3.4424 | 337.5889 | | |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 592.00 | 96.6736 | 28.1483 | 3.4344 | 336.8033 | | |
| 290.00 | 0.06350 | 0.9365 | 592.00 | 96.6736 | 28.2138 | 3.4264 | 336.0176 | | |



JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 65425



| | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|----------|-----------------|
| 300.00 | 0.06566 | 0.9343 | 585.00 | 95.5305 | 28.2803 | 3.3780 | 331.2681 | MODULO DE YOUNG |
| 310.00 | 0.06788 | 0.9321 | 580.00 | 94.7140 | 28.3467 | 3.3413 | 327.6670 | E=5,400.27Kpa |
| | | | | | | | | |

Curva esfuerzo – deformación, muestra natural, siete días de curado.



Fuente: propia.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 65428

21



| ENSAJO DE COMPRESION NORMADA (NTE E 131) NORMAS TECNICAS NTE E 021, NTP 138.02 | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------------|--|----------|---|--------|
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolimeros acrílicos a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2007" | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Luisreygut Oro, Dora Isabe | | | | ANÁLISIS: | NO CARLOS FERNANDEZ | | | |
| LUGAR DE LA MUESTRA: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | FECHA: | SEPTIEMBRE 2007 | | | |
| MUESTRA: | 2 | PROCP: | 0.50-0.70 | CLASIFICADO: | 0 días | CONT: | 2.5% | ADITIVO: | C.A. |
| DEFORMIMIENTO ASI 0.001 milg | DEF. UNIT. II (ΔH/H ₀) | 1.0 - DEF. UNIT. (1.0 - e) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KG | AREA CORREG. A cm | ESFUERZO DESVIADO σ ₁ - σ ₃ = σ | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | |
| | | | | | | kg/cm ² | MPa | Diam. Prom. base, D ₀ (cm) | 5.80 |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | Altura promedio, H ₀ (cm) | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 45.00 | 7.3485 | 26.5388 | 0.2769 | 27.1543 | Relacion Altura/Diámetro | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 78.00 | 12.7374 | 26.5973 | 0.4789 | 46.9640 | Area seccion transversal, A ₀ (cm ²) | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 105.00 | 17.1465 | 26.6560 | 0.6433 | 63.0814 | Volumen, V ₀ (cm ³) | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 131.00 | 21.3923 | 26.7150 | 0.8008 | 78.5277 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 155.00 | 25.3115 | 26.7743 | 0.9454 | 92.7087 | Suelo húmedo + capsula (gr) | 25.15 |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 181.00 | 29.5573 | 26.8338 | 1.1015 | 108.0197 | Suelo seco + capsula (gr) | 24.17 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 205.00 | 33.4765 | 26.8936 | 1.2448 | 122.0707 | Peso de la capsula (gr) | 16.21 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 230.00 | 37.5590 | 26.9537 | 1.3935 | 136.6521 | Peso del suelo seco (gr) | 7.96 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 255.00 | 41.6415 | 27.0141 | 1.5415 | 151.1672 | Peso del agua (gr) | 0.98 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 275.00 | 44.9075 | 27.0747 | 1.6587 | 162.6585 | % de humedad | 12.31 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 298.00 | 48.6634 | 27.1355 | 1.7933 | 175.8672 | PESOS UNITARIOS | |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 320.00 | 52.2560 | 27.1967 | 1.9214 | 188.4260 | Peso unit. húmedo, Y ₁ (gr/cm ³) | 0.03 |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 335.00 | 54.7055 | 27.2581 | 2.0069 | 196.8138 | Peso unit. seco, Y ₂ (gr/cm ³) | 0.03 |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 355.00 | 57.9715 | 27.3199 | 2.1220 | 208.0928 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 370.00 | 60.4210 | 27.3818 | 2.2066 | 216.3944 | Factor K (KG): | 0.1633 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 385.00 | 62.8705 | 27.4441 | 2.2909 | 224.6562 | RESIST. COMP. NO CONFUNDIDA, MAX (σ ₁ -σ ₃) / | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 405.00 | 66.1365 | 27.5067 | 2.4044 | 235.7892 | Qu=2.85Kg/cm ² =279.15Kpa | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 420.00 | 68.5860 | 27.5695 | 2.4877 | 243.9648 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T/ | |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 445.00 | 72.6685 | 27.6327 | 2.6298 | 257.8959 | Cu=Su=1.42Kg/cm ² =139.57Kpa | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 456.00 | 74.4648 | 27.6961 | 2.6886 | 263.6657 | DEFORMACION BRUTA EN LA FALLA | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 470.00 | 76.7510 | 27.7596 | 2.7648 | 271.1369 | JORGE ZAPATA CASTILLO ING. CIVIL / CIP 68428 | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 485.00 | 79.2005 | 27.8238 | 2.8465 | 279.1466 | | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 480.00 | 78.3840 | 27.8881 | 2.8107 | 275.6318 | | |





| ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA (MPC E 121) | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|------------------------|------------|---------------------|--------------------------------|----------|---|---------|
| NORMAS TECNICAS: MTCE E 121, NTP 128.167 | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | "Estabilización de suelos arcillosos utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Padre - 2020" | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Luis Miguel Oros, Diana Rivas | | | | ARENOR: | ING. CARLOS FERNANDEZ | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Padre | | | | FECHA: | DICIEMBRE 2020 | | | |
| MUESTRA: | 2 | PROF. | 0.50-0.75 | CLASIFIC. | 1 día | CONT. | 2.7% | ADITIVO: | C.A. |
| DEFORMACION AL 0.001 mm | DEF. UNIT. E | I.O. DEF. UNIT. (I.A - 4) | ANILLO DE CARGA 0.001" | CARGA P KG | AREA CORREGIDA A mm | ESFUERZO (DEVIACION) | | DIMENSIONES PROPIEDADES DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROMETA YA TALLADA) | |
| | | | | | | $\sigma 1 = \sigma 3 = \sigma$ | | Diam. Prom. base, D _o (mm) | S |
| | | | | | | kg/cm ² | KPa | | |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | | 5.80 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 51.00 | 8.3283 | 26.5388 | 0.3138 | 30.7749 | Altura promedio, H _o (mm) | 11.60 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 78.00 | 12.7374 | 26.5973 | 0.4789 | 46.9640 | Relacion Altura/Clasmetro | 2.00 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 91.00 | 14.8603 | 26.6560 | 0.5575 | 54.6705 | Area seccion base, A _o (cm ²) | 26.42 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 102.00 | 16.6566 | 26.7150 | 0.6235 | 61.1437 | Volúmen, V _o (cm ³) | 306.50 |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 120.00 | 19.5960 | 26.7743 | 0.7319 | 71.7745 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 143.00 | 23.3519 | 26.8338 | 0.8702 | 85.3415 | Suelo húmedo + canela (gr) | 23.13 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 165.00 | 26.9445 | 26.8936 | 1.0019 | 98.2520 | Suelo seco + canela (gr) | 24.17 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 192.00 | 31.3536 | 26.9537 | 1.1632 | 114.0748 | Peso de la canela (gr) | 16.20 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 212.00 | 34.6196 | 27.0141 | 1.2815 | 125.6762 | Peso del suelo seco (gr) | 7.97 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 228.00 | 37.2324 | 27.0747 | 1.3752 | 134.8387 | Peso del agua (gr) | 0.96 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 246.00 | 40.1718 | 27.1355 | 1.4804 | 145.1789 | % de humedad | 12.05 |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 262.00 | 42.7846 | 27.1967 | 1.5732 | 154.2738 | PESOS UNITARIOS | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 277.00 | 45.2341 | 27.2581 | 1.6595 | 162.7386 | | |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 295.00 | 48.1735 | 27.3199 | 1.7633 | 172.9222 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³) | 0.03 |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 315.00 | 51.4395 | 27.3818 | 1.8786 | 184.2277 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³) | 0.03 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 330.00 | 53.8890 | 27.4441 | 1.9636 | 192.5625 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 345.00 | 56.3385 | 27.5067 | 2.0482 | 200.8575 | | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 360.00 | 58.7880 | 27.5695 | 2.1324 | 209.1126 | Factor K (KG) | 0.1633 |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 372.00 | 60.7476 | 27.6327 | 2.1984 | 215.5894 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (σ ₁ -σ ₃) / f | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 375.00 | 61.2375 | 27.6961 | 2.2111 | 216.8303 | | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 399.00 | 65.1567 | 27.7598 | 2.3472 | 230.1780 | Q _u = 2.82 Kg/cm ² = 276.34 Kpa | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 405.00 | 66.1365 | 27.8238 | 2.3770 | 233.1018 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _v | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 411.00 | 67.1163 | 27.8881 | 2.4066 | 236.0097 | | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 426.00 | 69.5658 | 27.9527 | 2.4887 | 244.0579 | C _u -S _u = 1.41 Kg/cm ² = 138.17 Kpa | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 440.00 | 71.8520 | 28.0176 | 2.5645 | 251.4946 | | |
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 455.00 | 74.3015 | 28.0828 | 2.6458 | 259.4645 | DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA | |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 466.00 | 76.0978 | 28.1483 | 2.7035 | 265.1188 | | |
| 290.00 | 0.06350 | 0.9365 | 478.00 | 78.0574 | 28.2141 | 2.7666 | 271.3115 | ε A LA FALLA: | 0.08102 |
| 300.00 | 0.06569 | 0.9343 | 488.00 | 79.6904 | 28.2803 | 2.8179 | 276.3399 | MODELO DE YOUNG | |
| 310.00 | 0.06788 | 0.9321 | 495.00 | 80.8335 | 28.3467 | 2.8516 | 279.6468 | | |
| 320.00 | 0.07007 | 0.9299 | 507.00 | 82.7931 | 28.4134 | 2.9139 | 285.7513 | E = 4,004.76 Kpa | |
| 330.00 | 0.07226 | 0.9277 | 515.00 | 84.0995 | 28.4805 | 2.9588 | 289.8448 | | |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - COP 62423



| | | | | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|----------|--|--|--|--|
| 340.00 | 0.07445 | 0.9256 | 522.00 | 85.3426 | 28.5479 | 2.9860 | 292.8220 | | | | |
| 350.00 | 0.07664 | 0.9234 | 528.00 | 86.2224 | 28.6156 | 3.0131 | 295.4871 | | | | |
| 360.00 | 0.07883 | 0.9212 | 530.00 | 86.5490 | 28.6836 | 3.0174 | 295.9030 | | | | |
| 370.00 | 0.08102 | 0.9190 | 531.00 | 86.7123 | 28.7519 | 3.0159 | 295.7566 | | | | |



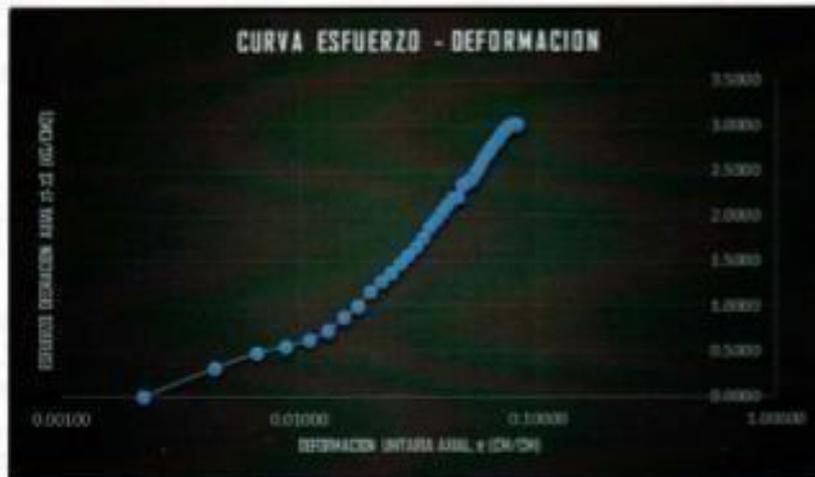
WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

25



Curva esfuerzo - deformación, muestra al 2.5%, un día de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - COP 65425

26



| ENSAYO DE COMPRESION UNIFORMADA (MTC E 121) | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------|-------------------------|------------|------------------|--------------------------------|----------|---|--------|
| NORMAS TECNICAS MTC E 121, NTP 338.187 | | | | | | | | | |
| PROYECTO | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | |
| ELABORADO POR | Leonora Ortiz, Diana Torres | | | | | ANILLO | | ING. CARLOS FERNANDEZ | |
| UBICACIÓN | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | |
| FECHA | SEPTIEMBRE 2020 | | | | | | | | |
| MUESTRA | 2 | PROF. | 0.50-0.70 | CUBADO: | 3 días | CONT. | 2.5% | ADITIVO | C.A. |
| DEFORMIM. TO AH 0.001 pulg | DEF. UNIT. E (ΔH%) | I.O - DEF. UNIT. (I.O - e) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KG | AREA CORREG A cm | ESFUERZO DEVIADOR | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | |
| | | | | | | $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$ | | Diam. Prom. base, D ₀ (cm): | 5.80 |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | Altura promedio, H ₀ (cm): | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 20.00 | 3.2660 | 26.5388 | 0.1231 | 12.0686 | Relacion Altura/Diametro: | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 40.00 | 6.5320 | 26.5973 | 0.2456 | 24.0841 | Area seccion trans. A ₀ (cm ²): | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 67.00 | 10.9411 | 26.6560 | 0.4105 | 40.2519 | Volúmenes, V ₀ (cm ³): | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 95.00 | 15.5135 | 26.7150 | 0.5807 | 56.9476 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 123.00 | 20.0859 | 26.7743 | 0.7502 | 73.5689 | Suelo húmedo + casuela (gr): | 25.60 |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 149.00 | 24.3317 | 26.8338 | 0.9068 | 88.9223 | Suelo seco + casuela (gr): | 24.63 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 175.00 | 28.5775 | 26.8936 | 1.0626 | 104.2067 | Peso de la casuela (gr): | 15.68 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 205.00 | 33.4765 | 26.9537 | 1.2420 | 121.7988 | Peso del suelo seco (gr): | 8.95 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 139.00 | 22.6987 | 27.0141 | 0.8403 | 82.4009 | Peso del agua (gr): | 0.97 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 175.00 | 28.5775 | 27.0747 | 1.0355 | 103.5099 | % de humedad: | 10.84 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 219.00 | 35.7627 | 27.1355 | 1.3179 | 129.2447 | PESOS UNITARIOS | |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 270.00 | 44.0910 | 27.1967 | 1.6212 | 158.9844 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³): | 0.03 |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 330.00 | 53.8890 | 27.2581 | 1.9770 | 193.8763 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³): | 0.03 |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 355.00 | 57.9715 | 27.3199 | 2.1220 | 208.0928 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 395.00 | 64.5035 | 27.3818 | 2.3557 | 231.0157 | | |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 441.00 | 72.0153 | 27.4441 | 2.6241 | 257.3335 | | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 486.00 | 79.3638 | 27.5067 | 2.8853 | 282.9478 | | |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA
ING. CIVIL - CIP 68425



| | | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|----------|--|---------|
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 526.00 | 85.8958 | 27.5695 | 3.1156 | 305.5368 | Factor K (K0) | 0.1633 |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 546.00 | 89.1618 | 27.6327 | 3.2267 | 316.4296 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX ($\sigma_1 - \sigma_3$) / | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 565.00 | 92.2645 | 27.6961 | 3.3313 | 326.6910 | | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 585.00 | 95.5305 | 27.7598 | 3.4413 | 337.4790 | Qu=3.74Kg/cm2=367.24Kpa | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 602.00 | 98.3066 | 27.8238 | 3.5332 | 346.4871 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _f | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 619.00 | 101.0827 | 27.8881 | 3.6246 | 355.4502 | | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 628.00 | 102.5524 | 27.9527 | 3.6688 | 359.7848 | Cu=Su=1.87Kg/cm2=183.62Kpa | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 637.00 | 104.0221 | 28.0176 | 3.7127 | 364.0956 | | |
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 644.00 | 105.1652 | 28.0828 | 3.7448 | 367.2420 | DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA | |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 644.00 | 105.1652 | 28.1483 | 3.7361 | 366.3873 | | |
| 290.00 | 0.06350 | 0.9365 | 644.00 | 105.1652 | 28.2141 | 3.7274 | 365.5327 | ε A LA FALLA: | 0.06569 |
| 300.00 | 0.06569 | 0.9343 | 640.00 | 104.5120 | 28.2803 | 3.6956 | 362.4129 | MODULO DE YOUNG | |
| | | | | | | | | E=6,672.32Kpa | |

Curva - deformación, muestra al 2.5%, tres días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68423

28



| ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA (MTC E 121) NORMAS TÉCNICAS MTC E 121, NTP 139.102 | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--|----------------------------------|------------------|----------------------------|--------------------------------|----------|---|--------|
| PROYECTO | | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Paico - 2020" | | | | | | | |
| ELABORADO POR | | Leonora Ota, Diana Inoue | | | | ASESOR | | NG CASO DE FERNANDEZ | |
| UBICACIÓN | | Avenida J. Porvenir, Distrito Puerto Paico | | | | FECHA | | SEPTIEMBRE 2020 | |
| MUESTRA | | 2 | PROF. 0.50-0.70 | CURADO | 7 días | CONT. | 2.5% | ADITIVO | C.A. |
| DIFERENCIA TO ΔH 0.001 mm | DEF. UNIT. B (mm) | I.D - DEF UNIT. (I.D - d) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KG | ÁREA CORREG. A cm | ESFUERZO DIVIDIDO | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | |
| | | | | | | $\sigma_1 = \sigma_3 = \sigma$ | | Diam. Prom. base, D ₀ (cm) | 5.80 |
| | | | | | | kg/cm ² | kPa | | |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 72.00 | 11.7576 | 26.4805 | 0.4440 | 43.5425 | Altera promedio, H _a (cm) | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 117.00 | 19.1061 | 26.5388 | 0.7199 | 70.6012 | Relacion Altera/Diámetro | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 164.00 | 26.7812 | 26.5973 | 1.0069 | 98.7448 | Área sección trasv. A ₀ (cm ²) | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 204.00 | 33.3132 | 26.6560 | 1.2497 | 122.5581 | Volumen, V ₀ (cm ³) | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 247.00 | 40.3351 | 26.7150 | 1.5098 | 148.0637 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 294.00 | 48.0102 | 26.7743 | 1.7931 | 175.8476 | | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 337.00 | 55.0321 | 26.8338 | 2.0508 | 201.1195 | Suelo húmedo + casaca (gr) | 29.78 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 395.00 | 64.5035 | 26.8936 | 2.3985 | 235.2094 | Suelo seco + casaca (gr) | 28.55 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 449.00 | 73.3217 | 26.9537 | 2.7203 | 266.7687 | Peso de la casaca (gr) | 15.94 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 493.00 | 80.5069 | 27.0141 | 2.9802 | 292.2566 | Peso del suelo seco (gr) | 12.61 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 528.00 | 86.2224 | 27.0747 | 3.1846 | 312.3043 | Peso del agua (gr) | 1.23 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 561.00 | 91.6113 | 27.1355 | 3.3761 | 331.0788 | % de humedad | 9.75 |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 588.00 | 96.0204 | 27.1967 | 3.5306 | 346.2327 | PESOS UNITARIOS | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 620.00 | 101.2460 | 27.2581 | 3.7143 | 364.2525 | | |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 646.00 | 105.4918 | 27.3199 | 3.8614 | 378.6703 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³) | 0.05 |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 667.00 | 108.9211 | 27.3818 | 3.9779 | 390.0948 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³) | 0.04 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 680.00 | 111.0440 | 27.4441 | 4.0462 | 396.7954 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 691.00 | 112.8403 | 27.5067 | 4.1023 | 402.2971 | | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 703.00 | 114.7999 | 27.5695 | 4.1640 | 408.3505 | Factor K (KG) | 0.1633 |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 715.00 | 116.7395 | 27.6327 | 4.2254 | 414.3721 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (σ ₁ -σ ₃) f | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 726.00 | 118.5558 | 27.6961 | 4.2806 | 419.7835 | | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 735.00 | 120.0255 | 27.7598 | 4.3237 | 424.0120 | Q _u =4.42Kg/cm ² =433.83Kpa | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 744.00 | 121.4952 | 27.8238 | 4.3666 | 428.2166 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _v | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 750.00 | 122.4750 | 27.8881 | 4.3917 | 430.6747 | | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 754.00 | 123.1282 | 27.9527 | 4.4049 | 431.9716 | C _u -S _u =2.21Kg/cm ² =216.91Kpa | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 759.00 | 123.9447 | 28.0176 | 4.4238 | 433.8282 | | |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTAÑO
ING. CIVIL - CIP 6628



| | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|----------|---------------------------------|
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 759.00 | 123.9447 | 28.0828 | 4.4135 | 432.8209 | DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 750.00 | 122.4750 | 28.1483 | 4.3511 | 426.6933 | |
| | | | | | | | | ϵ A LA FALLA: 0.06131 |
| | | | | | | | | MODULO DE YOUNG |
| | | | | | | | | E=6,297.36Kpa |

Curva esfuerzo-deformación, muestra al 2.5%, siete días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA ESTILLO
ING. CIVIL - CP 65428

30



| PRUEBA DE COMPRESION CONFINADA (MTC 412) | | | | | | | | | |
|--|---|--|----------------------------------|------------------|---|--|---------------------------------|---|--------|
| NORMAS TECNICAS MTC 610, MTC 309 Y 317 | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | | Estabilización de suelo arcilloso utilizando capotinos arcillos a nivel de alfirmado en la Avenida El Panari, Distrito Puerto Padre - 2027 | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | Luisangel Dña. Dora Ruiz | | | | | | ANEXO: | |
| UBICACIÓN: | | Avenida El Panari, Distrito Puerto Padre | | | | | | ING. CARLOS FERNANDEZ | |
| FECHA: | | SEPTIEMBRE 2022 | | | | | | | |
| MUESTRA: | | PROF.: | 0.30470 | CUBAJOS: | 0.25m | COND.: | SRL | ASISTENTE: | C.A. |
| DEFORMACION ΔH 0.001 mm | DEF. UNIT. B (ΔH/B ₀) | I.O - DEF. UNIT. (1.0 + Δ) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KO | AREA CORREG. A cm ² | IMPULSO DEVIADOR | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAJO DE LA PROBETA YA TALLADA) | |
| | | | | | | σ ₁ - σ ₃ en g/cm ² | σ ₁ / σ ₃ | Diam. Prom. base, D ₀ (cm) | 5.80 |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | Altura promedio, H ₀ (cm) | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 5.00 | 0.8165 | 26.5388 | 0.0308 | 3.0171 | Relacion Altura/Diámetro | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 13.00 | 2.4495 | 26.5973 | 0.0921 | 9.0315 | Area seccion transversal, A ₀ (cm ²) | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 20.00 | 3.2660 | 26.6560 | 0.1225 | 12.0155 | Volumen, V ₀ (cm ³) | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 28.00 | 4.5724 | 26.7150 | 0.1712 | 16.7845 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 38.00 | 6.2054 | 26.7743 | 0.2318 | 22.7286 | | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 48.00 | 7.8384 | 26.8338 | 0.2921 | 28.6461 | Suelo húmedo + canchales (gr) | 27.85 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 65.00 | 10.6145 | 26.8936 | 0.3947 | 38.7053 | Suelo seco + canchales (gr) | 26.61 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 78.00 | 12.7374 | 26.9533 | 0.4726 | 46.3429 | Peso de la canchales (gr) | 15.73 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 91.00 | 14.8603 | 27.0141 | 0.5501 | 53.9459 | Peso del suelo seco (gr) | 10.88 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 120.00 | 18.5960 | 27.0747 | 0.7238 | 70.9782 | Peso del agua (gr) | 1.34 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 148.00 | 24.1684 | 27.1355 | 0.8907 | 87.3434 | % de humedad | 12.32 |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 186.00 | 30.3738 | 27.1967 | 1.1168 | 109.5226 | PESOS UNITARIOS | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 230.00 | 37.5590 | 27.2581 | 1.3779 | 135.1259 | | |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 263.00 | 43.2745 | 27.3199 | 1.5840 | 155.3369 | Peso unit. húmedo, γ _h (g/cm ³) | 0.04 |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 294.00 | 48.0102 | 27.3818 | 1.7534 | 171.9458 | Peso unit. seco, γ _d (g/cm ³) | 0.04 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 325.00 | 53.0725 | 27.4443 | 1.9338 | 189.6449 | CORREANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 350.00 | 57.1550 | 27.5067 | 2.0779 | 203.7684 | | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 375.00 | 61.2375 | 27.5695 | 2.2212 | 217.8257 | Factor K (kg) | 0.1633 |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 395.00 | 64.5035 | 27.6327 | 2.3343 | 228.9188 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX. (σ ₁ -σ ₃) / | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 425.00 | 69.4025 | 27.6963 | 2.5029 | 245.7410 | | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 440.00 | 71.8520 | 27.7598 | 2.5883 | 253.8303 | Q _u = 2.91 Kg/cm ² = 285.1 Kpa | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 456.00 | 74.4648 | 27.8238 | 2.6763 | 262.4554 | RESISTENCIA AL CORTE EN OBLICUA, τ _y | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 476.00 | 77.3308 | 27.8881 | 2.7872 | 273.3549 | | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 490.00 | 80.0170 | 27.9527 | 2.8626 | 280.7238 | Car _{bu} = 1.45 Kg/cm ² = 142.56 Kpa | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 498.00 | 81.3234 | 28.0179 | 2.9026 | 284.6462 | | |



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATE CASTILLO
ING. CIVIL - CP 65428



| | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|----------|---------------------------------|
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 500.00 | 81.6506 | 28.0828 | 2.9075 | 285.1258 | DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 495.00 | 80.8335 | 28.1483 | 2.8717 | 281.6176 | |
| | | | | | | | | e A LA FALLA: 0.06131 |
| | | | | | | | | MODULO DE YOUNG |
| | | | | | | | | E=5,969.37Kpa |

Curva esfuerzo - deformación, muestra al 5.0%, cero días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 68428

32



| ENSAJO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA (MTC 8.12) | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|-----------------|----------|--------------|--------------------------------|--------------------|---|---|--------|--------|
| NORMAS TÉCNICAS MTC 8.12, NTP 200.017 | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO | Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de alfarado en la Avenida El Planero, Distrito Puerto Padre - 2007 | | | | | | | | | | |
| LABORANTE | Luisangel Dña. Dora Isabel | | | | ASISTENTE | RODRIGO FERNANDEZ | | | | | |
| UBICACIÓN | Avenida El Planero, Distrito Puerto Padre | | | | FECHA | SEPTIEMBRE 2010 | | | | | |
| MUESTRA | 2 | PROP. | 0.50-0.70 | CURADO | 1 día | CONT. | 3.0% | ADITIVO | C.A. | | |
| DEFORMIM. TO AH | DEF. | 1.0 - DEF. UNIT. (1.0 - ϵ) | ANILLO DE CARGA | CARGA P | AREA CORREG. | ESFUERZO DEVIADOR | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | | | |
| 0.001 mm/g | UNIT. E (mm/g) | | 0.0001" | KG | A - cm | $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$ | kg/cm ² | kPa | Diam. Prom. Base, D _o (cm) | 5.80 | |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | Altura promedio, H _o (cm) | 11.60 | |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 11.00 | 1.7963 | 26.5388 | 0.0677 | 6.6377 | | Relación Altura/Diámetro | 2.00 | |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 18.00 | 2.9394 | 26.5973 | 0.1105 | 10.8378 | | Área sección transversal, A _o (cm ²) | 26.42 | |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 25.00 | 4.0825 | 26.6560 | 0.1532 | 15.0194 | | Volumen, V _o (cm ³) | 306.50 | |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 33.00 | 5.3889 | 26.7150 | 0.2017 | 19.7818 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | | | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 42.00 | 6.8586 | 26.7743 | 0.2562 | 25.1211 | | | | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 57.00 | 9.3081 | 26.8338 | 0.3469 | 34.0172 | Suelo húmedo + cáscara (gr) | | | 24.79 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 76.00 | 12.4108 | 26.8936 | 0.4615 | 45.2555 | Suelo seco + cáscara (gr) | | | 23.88 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 99.00 | 16.1667 | 26.9537 | 0.5998 | 58.8198 | Peso de la cáscara (gr) | | | 15.70 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 125.00 | 20.4125 | 27.0141 | 0.7556 | 74.1016 | Peso del suelo seco (gr) | | | 8.18 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 161.00 | 26.2913 | 27.0747 | 0.9711 | 95.2291 | Peso del agua (gr) | | | 0.91 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 204.00 | 33.3132 | 27.1355 | 1.2277 | 120.3923 | % de humedad | | | 11.12 |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 300.00 | 48.9900 | 27.1967 | 1.8013 | 176.6493 | PESOS UNITARIOS | | | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 320.00 | 52.2560 | 27.2581 | 1.9171 | 188.0013 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³) | | | 0.03 |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 347.00 | 56.6651 | 27.3198 | 2.0741 | 203.4634 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³) | | | 0.03 |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 365.00 | 59.6045 | 27.3818 | 2.1768 | 213.4703 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | | | |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 391.00 | 63.8503 | 27.4441 | 2.3266 | 228.1574 | Factor R (KG) | | | 0.1633 |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 420.00 | 68.5860 | 27.5067 | 2.4934 | 244.5221 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (t/cm ²) / | | | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 461.00 | 75.2813 | 27.5695 | 2.7306 | 267.7804 | Q _u = 3.87 Kg/cm ² = 379.4 Kpa | | | |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 503.00 | 82.1399 | 27.6327 | 2.9726 | 291.5093 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, C _t | | | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 542.00 | 88.5086 | 27.6961 | 3.1957 | 313.3921 | C _u - S _u = 1.93 Kg/cm ² = 189.7 Kpa | | | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 579.00 | 94.5507 | 27.7598 | 3.4060 | 334.0176 | DEFORMACION PROMEDIADA EN LA CARGA | | | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 610.00 | 99.6130 | 27.8238 | 3.5801 | 351.0916 | CARGA DE FALLA | | | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 625.00 | 102.0625 | 27.8881 | 3.6597 | 358.8956 | CARGA DE FALLA (Kg/cm ²) | | | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 630.00 | 102.8790 | 27.9527 | 3.6805 | 360.9306 | CARGA DE FALLA (Kg/cm ²) | | | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 650.00 | 106.1450 | 28.0176 | 3.7885 | 371.5261 | CARGA DE FALLA (Kg/cm ²) | | | |
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 655.00 | 106.9615 | 28.0827 | 3.8805 | 373.5148 | CARGA DE FALLA (Kg/cm ²) | | | |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 662.00 | 108.1046 | 28.1481 | 3.9563 | 380.6280 | CARGA DE FALLA (Kg/cm ²) | | | |
| 290.00 | 0.06350 | 0.9365 | 668.00 | 109.0844 | 28.2141 | 3.9963 | 389.5550 | CARGA DE FALLA (Kg/cm ²) | | | |





| | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|----------|----------------------------------|
| 300.00 | 0.06569 | 0.9343 | 670.00 | 109.4110 | 28.2803 | 3.8688 | 379.4010 | MODULO DE YOUNG E=7,411.57Kpa |
| 310.00 | 0.06788 | 0.9321 | 671.00 | 109.5743 | 28.3467 | 3.8655 | 379.0768 | |
| 320.00 | 0.07007 | 0.9299 | 663.00 | 108.5945 | 28.4134 | 3.8219 | 374.8046 | |



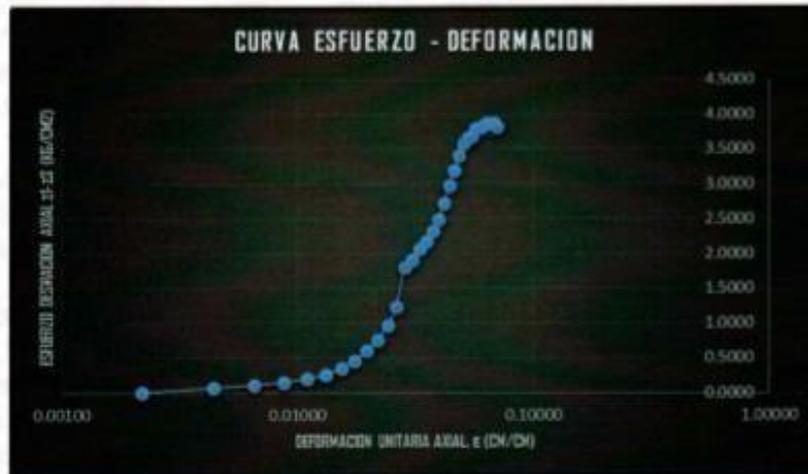
WRC INGENIO Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 68428

34



Curva esfuerzo – deformación, muestra al 5.0%, un día de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S A C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 68428



| ENSAJO DE COMPRESION INCONFINADA (MTC E 131) NORMAS TECNICAS MTC E 131, MIP 208.187 | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|----------------------------|----------------|----------------------|---------------------------|----------|--|--------|
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando opórtimo arcilloso a nivel de alfirmado en la Av. Arista El Puente, Distrito Puente Piedra - 2027" | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Leonora Cruz, Dora Rivas | | | | | | ARENAS: | NO CARLOS RIVERA | |
| UBICACIÓN: | Naranjal El Puente, Distrito Puente Piedra | | | | | | | | |
| FECHA: | 01/11/2016 | | | | | | | | |
| MUESTRA: | 3 | PROF. | 0.90-0.70 | CUBADO: | 3 días | CONT. | 3.0% | ADITIVO: | C.A. |
| DEFORMIMIENTO ΔH 0.001 (μg) | DEF. UNIT. E (%) | I.O - DEF. UNIT. (I.O - 0) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P. KG | AREA CORREG. A cm | ESFUERZO DEVIADOR | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMANO DE LA PRUEBA YA TALLADA) | |
| | | | | | | $\sigma 1 - \sigma 3 = q$ | | Diám. Prom. base, D ₀ (cm) | C.A. |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | Altura promedio, H ₀ (cm) | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 10.00 | 1.6330 | 26.5388 | 0.0613 | 6.0543 | Relación Altura/Diámetro | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 18.00 | 2.9394 | 26.5973 | 0.1105 | 10.8378 | Área sección transversal, A ₀ (cm ²) | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 26.00 | 4.2458 | 26.6560 | 0.1593 | 15.6202 | Volumen, V ₀ (cm ³) | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 33.00 | 5.3889 | 26.7150 | 0.2017 | 19.7818 | DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 49.00 | 8.0017 | 26.7743 | 0.2989 | 29.3079 | | |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 50.00 | 8.1650 | 26.8338 | 0.3043 | 29.8397 | Suelo húmedo + casaca (gr) | 35.88 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 62.00 | 10.1246 | 26.8936 | 0.3765 | 36.9189 | Suelo seco + casaca (gr) | 33.93 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 77.00 | 12.5741 | 26.9537 | 0.4665 | 45.7487 | Peso de la casaca (gr) | 16.05 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 107.00 | 17.4731 | 27.0141 | 0.6468 | 63.4309 | Peso del suelo seco (gr) | 17.88 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 135.00 | 22.0455 | 27.0747 | 0.8142 | 79.8505 | Peso del agua (gr) | 1.95 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 166.00 | 27.1078 | 27.1355 | 0.9990 | 97.9663 | % de humedad | 10.91 |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 193.00 | 31.5169 | 27.1967 | 1.1588 | 113.6444 | PESOS UNITARIOS | |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 223.00 | 36.4159 | 27.2581 | 1.3360 | 131.0134 | | |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 264.00 | 43.1112 | 27.3199 | 1.5780 | 154.7507 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³) | 0.06 |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 308.00 | 50.2964 | 27.3818 | 1.8369 | 180.1337 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³) | 0.06 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 361.00 | 58.9513 | 27.4441 | 2.1480 | 210.6517 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 420.00 | 68.5860 | 27.5067 | 2.4934 | 244.5221 | | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 470.00 | 76.7510 | 27.5695 | 2.7839 | 273.0082 | Factor K (KG) | |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 496.00 | 80.9968 | 27.6327 | 2.9312 | 287.4525 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (σ ₁ -σ ₃) / f | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 535.00 | 87.3655 | 27.6961 | 3.1544 | 309.3446 | Q _u =4.25Kg/cm ² =416.77Kpa | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 588.00 | 96.0204 | 27.7598 | 3.4590 | 339.2096 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _v | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 642.00 | 104.8386 | 27.8238 | 3.7679 | 369.5095 | | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 665.00 | 108.5945 | 27.8881 | 3.8939 | 381.8649 | C _u -S _e =2.12Kg/cm ² =208.39Kpa | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 678.00 | 110.7174 | 27.9527 | 3.9609 | 388.4301 | | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 694.00 | 113.3302 | 28.0176 | 4.0450 | 396.6756 | DEFORMACION PROYECTADA A LA FALLA | |
| 270.00 | 0.05912 | 0.9409 | 703.00 | 114.7999 | 28.0828 | 4.0879 | 400.8868 | | |
| 280.00 | 0.06131 | 0.9387 | 715.00 | 116.7595 | 28.1483 | 4.1480 | 406.7810 | E A LA FALLA: 0.0266 | |
| 290.00 | 0.06350 | 0.9365 | 726.00 | 118.5558 | 28.2143 | 4.2020 | 412.0757 | WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C | |
| 300.00 | 0.06569 | 0.9343 | 736.00 | 120.1888 | 28.2807 | 4.2500 | 416.7749 | MÓDULO DE YOUNG | |

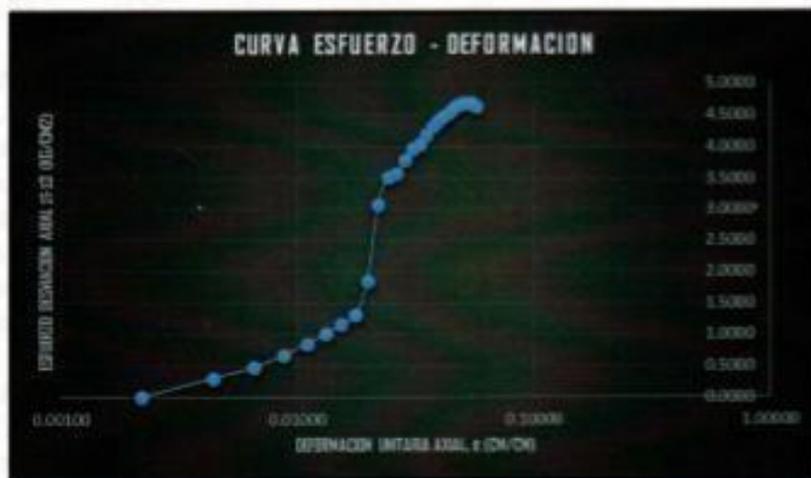


JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 66428



| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------|---------|
| | | | | | | | | | | ε A LA FALLA: | 0.05693 |
| | | | | | | | | | | MÓDULO DE YOUNG | |
| | | | | | | | | | | E=9,224,70Kpa | |

Curva esfuerzo - deformación, muestra al 5.0%, siete días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - C° 66428



| ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA (MTC E 121) NORMAS TÉCNICAS MTC E 121, NTP 200.182 | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------------|---|-----------------------|---|------|--|--------|
| PROYECTO: | "Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020" | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | Luzmaría Ota, Diana Isabel | | | | | ASESOR: | ING. CARLOS FERNANDEZ | | | | |
| UBICACIÓN: | Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra | | | | | FECHA: | SEPTIEMBRE 2020 | | | | |
| MUESTRA: | 2 | PROF: | 0.50-0.70 | CURADO: | 7 días | CONT: | 5.0% | ADITIVO: | C.A. | | |
| DEFORMIMETRO AH 0.001 pulg | DEF. UNIT. E (ΔH/L) | I.D - DEF. UNIT. (1.0 - i) | ANILLO DE CARGA 0.0001" | CARGA P KG | AREA CORREG - A - cm | ESFUERZO DESVIADO $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$ | | DIMENSIONES PROMEDIADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA) | | | |
| | | | | | | kg/cm ² | kPa | Diam. Prom. base, D ₀ (cm) | 5.80 | | |
| 10.00 | 0.00219 | 0.9978 | 0.00 | 0.0000 | 26.4805 | 0.0000 | 0.0000 | Altura promedio, H ₀ (cm) | | | 11.60 |
| 20.00 | 0.00438 | 0.9956 | 50.00 | 8.1650 | 26.5388 | 0.3077 | 30.1715 | Relación Altura/Diámetro: | | | 2.00 |
| 30.00 | 0.00657 | 0.9934 | 78.00 | 12.7374 | 26.5973 | 0.4789 | 46.9640 | Área sección transm. A ₀ (cm ²): | | | 26.42 |
| 40.00 | 0.00876 | 0.9912 | 110.00 | 17.9630 | 26.6560 | 0.6739 | 66.0853 | Volumen, V ₀ (cm ³): | | | 306.50 |
| 50.00 | 0.01095 | 0.9891 | 140.00 | 22.8620 | 26.7150 | 0.8558 | 83.9227 | DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA | | | |
| 60.00 | 0.01314 | 0.9869 | 165.00 | 26.9445 | 26.7743 | 1.0064 | 98.6900 | Suelo húmedo + cáscara (gr): | | | 33.95 |
| 70.00 | 0.01533 | 0.9847 | 192.00 | 31.3536 | 26.8338 | 1.1684 | 114.5844 | Suelo seco + cáscara (gr): | | | 32.30 |
| 80.00 | 0.01752 | 0.9825 | 215.00 | 35.1095 | 26.8936 | 1.3055 | 128.0253 | Peso de la cáscara (gr): | | | 15.78 |
| 90.00 | 0.01971 | 0.9803 | 304.00 | 49.6432 | 26.9537 | 1.8418 | 180.6184 | Peso del suelo seco (gr): | | | 16.52 |
| 100.00 | 0.02190 | 0.9781 | 508.00 | 82.9564 | 27.0141 | 3.0709 | 301.1487 | Peso del agua (gr): | | | 1.65 |
| 110.00 | 0.02409 | 0.9759 | 584.00 | 95.3672 | 27.0747 | 3.5224 | 345.4275 | % de humedad: | | | 9.99 |
| 120.00 | 0.02628 | 0.9737 | 594.00 | 97.0002 | 27.1355 | 3.5747 | 350.5540 | PESOS UNITARIOS | | | |
| 130.00 | 0.02847 | 0.9715 | 630.00 | 102.8790 | 27.1967 | 3.7828 | 370.9636 | Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³): | | | 0.06 |
| 140.00 | 0.03066 | 0.9693 | 660.00 | 107.7780 | 27.2581 | 3.9540 | 387.7527 | Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³): | | | 0.05 |
| 150.00 | 0.03284 | 0.9672 | 675.00 | 110.2275 | 27.3199 | 4.0347 | 395.6694 | CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA | | | |
| 160.00 | 0.03503 | 0.9650 | 702.00 | 114.6366 | 27.3818 | 4.1866 | 410.5646 | Factor K (KG): | | | 0.1633 |
| 170.00 | 0.03722 | 0.9628 | 725.00 | 118.3925 | 27.4441 | 4.3139 | 423.0539 | RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (n1-n3) f | | | |
| 180.00 | 0.03941 | 0.9606 | 741.00 | 121.0053 | 27.5067 | 4.3991 | 431.4069 | Qu=4.69Kg/cm ² =459.96Kpa | | | |
| 190.00 | 0.04160 | 0.9584 | 755.00 | 123.2915 | 27.5695 | 4.4720 | 438.5557 | RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _f | | | |
| 200.00 | 0.04379 | 0.9562 | 769.00 | 125.5777 | 27.6327 | 4.5445 | 445.6673 | Cu=Su=2.35Kg/cm ² =229.98Kpa | | | |
| 210.00 | 0.04598 | 0.9540 | 781.00 | 127.5373 | 27.6961 | 4.6049 | 451.5853 | DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA | | | |
| 220.00 | 0.04817 | 0.9518 | 791.00 | 129.1703 | 27.7598 | 4.6531 | 456.3177 | WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S A C | | | |
| 230.00 | 0.05036 | 0.9496 | 799.00 | 130.4767 | 27.8238 | 4.6894 | 459.8724 | JORGE ZAPATA CASTILLO | | | |
| 240.00 | 0.05255 | 0.9474 | 801.00 | 130.8033 | 27.8881 | 4.6903 | 459.9605 | ING. CIVIL - 6568428 | | | |
| 250.00 | 0.05474 | 0.9453 | 801.00 | 130.8033 | 27.9527 | 4.6795 | 458.8975 | | | | |
| 260.00 | 0.05693 | 0.9431 | 795.00 | 129.8235 | 28.0176 | 4.6336 | 454.4050 | | | | |





| | | | | | | | | |
|--------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|----------|---------------|
| 310.00 | 0.06788 | 0.9321 | 748.00 | 122.1484 | 28.3467 | 4.3091 | 422.5774 | |
| 320.00 | 0.07007 | 0.9299 | 755.00 | 123.2915 | 28.4134 | 4.3392 | 425.5301 | E=8,121.60Kpa |
| 330.00 | 0.07226 | 0.92774 | 761.00 | 124.271 | 28.4805 | 4.36338 | 427.9018 | |
| 340.00 | 0.07445 | 0.9256 | 762.00 | 124.4346 | 28.5479 | 4.3588 | 427.4528 | |
| 350.00 | 0.07664 | 0.9234 | 756.00 | 123.4548 | 28.6158 | 4.3143 | 423.0838 | |

Curva esfuerzo - deformación, muestra al 5.0%, tres días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 68428