



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento de subrasante arcilloso estabilizado con cemento portland para diseñar pavimento rígido en calle Ciro Alegría, San Sebastián –Cusco, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Jara Mesicano, Santos (ORCID: 0000-0002-4017-5652)

ASESOR:

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta presente tesis está dedicado A mi abuela Julia Estrada que me inspiró y me dio la fuerza y constancia para perseverar en este propósito y por haberme dado uno de los privilegios más grandes que es la educación, a mi princesa hija Renata por ser el motor de superación en cada momento desde el comienzo hasta el final de mi carrera.

Jara Mesicano, Santos

Agradecimiento

A Dios por darme la sabiduría y acompañarme a lo largo de mi formación profesional, por ser mi fortaleza en los momentos más arduos.

A mis padres Marcelino y Dolores, mi pareja Dayana y mi princesa hija Renata por ser mi motor para seguir adelante, por brindarme amor y apoyarme siempre en cada momento.

Al programa de taller de elaboración de tesis de la Universidad Cesar Vallejo, por brindarme la oportunidad de cumplir uno de mis más grandes anhelos de ser un gran profesional de ingeniero civil.

Jara Mesicano, Santos

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y Diseño de investigación	8
3.2. Variable y operacionalización	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	9
3.4. Técnica e instrumentos de Recolección de datos	10
3.5. Procedimientos.....	10
3.6. Método de Análisis de datos	10
3.7. Aspectos Éticos.....	10
IV. RESULTADOS	11
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS.....	49

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Análisis granulométrico por tamizado</i>	12
Tabla 2. <i>Clasificación del suelo</i>	12
Tabla 3. <i>Contenido de humedad de los suelos</i>	13
Tabla 4. <i>Límite líquido</i>	14
Tabla 5. <i>Límite plástico</i>	14
Tabla 6. <i>Ensayo de Proctor</i>	15
Tabla 7. <i>Resultados de la densidad máxima y la humedad optima</i>	15
Tabla 8. <i>Compactación</i>	16
Tabla 9. <i>Expansión</i>	16
Tabla 10. <i>Penetración</i>	16
Tabla 11. <i>Resultados de CBR</i>	16
Tabla 12. <i>Proctor modificado</i>	17
Tabla 13. <i>Humedad</i>	18
Tabla 14. <i>Resultados de la densidad máxima y la humedad optima</i>	18
Tabla 15. <i>Compactación</i>	19
Tabla 16. <i>Expansión</i>	19
Tabla 17. <i>Penetración</i>	19
Tabla 18. <i>Resultados del CBR</i>	20
Tabla 19. <i>Proctor modificado</i>	20
Tabla 20. <i>Humedad</i>	20
Tabla 21. <i>Resultados de la densidad máxima y la humedad optima</i>	22
Tabla 22. <i>Compactación</i>	22
Tabla 23. <i>Expansión</i>	23
Tabla 24. <i>Penetración</i>	23

Tabla 25. <i>Resultados del CBR</i>	24
Tabla 26. <i>Proctor modificado</i>	25
Tabla 27. <i>Humedad</i>	25
Tabla 28. <i>Resultados de densidad maxima y humedad optima</i>	25
Tabla 29. <i>Compactación</i>	26
Tabla 30. <i>Expansión</i>	26
Tabla 31. <i>Penetración</i>	26
Tabla 32. <i>Resultados del CBR</i>	27
Tabla 33. <i>Proctor modificado</i>	28
Tabla 34. <i>Humedad</i>	28
Tabla 35. <i>Densidad maxima y humedad optima</i>	29
Tabla 36. <i>Compactación</i>	29
Tabla 37. <i>Expansión</i>	30
Tabla 38. <i>Penetración</i>	30
Tabla 39. <i>Resultados del CBR</i>	31
Tabla 40. <i>Serviciabilidad</i>	32
Tabla 41. <i>Calidad de drenaje</i>	33
Tabla 42. <i>Porcentaje de tiempo</i>	33
Tabla 43. <i>Tipo de pavimento</i>	34
Tabla 44. <i>PSI</i>	34
Tabla 45. <i>Clasificación de Niveles de Confiabilidad</i>	36
Tabla 46. <i>Desviación estándar</i>	36
Tabla 47. <i>Error estándar Combinado</i>	37
Tabla 48. <i>Espesores</i>	38

Índice de figuras

Figura 1. Realidad actual de la vía calle Ciro Alegría.....	2
Figura 2. Perfil estratigráfico.....	11
Figura 3. Gráfico del análisis granulométrico.....	13
Figura 4. Gráfico de límites atterberg.....	14
Figura 5. Gráfico del Ensayo de Proctor.....	15
Figura 6. Gráfico del ensayo de CBR.....	17
Figura 7. Gráfica de carga vs Penetración.....	17
Figura 8. Gráfica de densidad máxima vs humedad óptima.....	18
Figura 9. Densidad seca vs CBR	20
Figura 10. Gráfica de carga vs Penetración.....	21
Figura 11. Densidad máxima vs Humedad óptima.....	22
Figura 12. Densidad seca vs CBR.....	23
Figura 13. Gráfica de carga vs Penetración	24
Figura 14. Densidad máxima vs Humedad óptima.....	25
Figura 15. Densidad seca vs CBR.....	27
Figura 16. Gráfica de carga vs Penetración.....	28
Figura 17. Densidad máxima vs Humedad óptima.....	29
Figura 18. Densidad seca vs CBR.....	30
Figura 19. Gráfica de carga vs Penetración.....	31

Resumen

La presente investigación contempla el mejoramiento de subrasante arcilloso estabilizado con cemento portland para diseñar pavimento rígido en calle Ciro Alegría, San Sebastián en Cusco. La importancia que tienen las vías para el desarrollo de la población, y las dificultades que ostentan en su proceso constructivo. Pudimos observar sobre la elaboración de este tipo de infraestructura es más problemática, y una de las causas principales es la presencia de suelos arcillosos que tienen baja capacidad de soportar las cargas de los vehículos. Sufriendo con mayor intensidad en el periodo de lluvias a causa de la saturación de los suelos y consecuente debilitamiento. Por ello se indagó una alternativa para poder solucionar o disminuir este problema, y así obtener un adecuado nivel de transitabilidad, mejorando los valores de soporte y/o en la capacidad de carga del suelo, mediante el uso de cemento portland IP tipo I en el diseño de pavimento rígido, Constituyendo esta investigación una contribución en la técnica de construcción y de la productividad en la construcción de la infraestructura vial.

Con respecto a la investigación la metodología que se llegó a emplear para su elaboración contempla con lo siguiente: una investigación aplicada, su diseño es cuasiexperimental, el nivel de investigación es descriptivo, su enfoque de investigación es cuantitativo.

Los objetivos de la investigación respondes a: Mejorar subrasante arcillosa con cemento portland en la Calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco, 2021. Determinar el valor de CBR de subrasante arcilloso en la Calle Ciro Alegría. Incrementar el valor de CBR adicionando un porcentaje óptimo de cemento portland IP tipo I. Diseñar la estructura de pavimento sobre subrasante arcilloso estabilizada.

Palabras clave: Mejoramiento, subrasante, cemento portland, pavimento rígido, diseñar, estabilizar.

Abstract

The present investigation contemplates the improvement of clay subgrade stabilized with Portland cement to design rigid pavement in Ciro Alegría street, San Sebastián in Cusco. The importance of the roads for the development of the population, and the difficulties they present in their construction process. We were able to observe that the development of this type of infrastructure is more problematic, and one of the main causes is the presence of clay soils that have a low capacity to support vehicle loads. Suffering more intensely in the rainy season due to saturation of the soils and consequent weakening. For this reason, an alternative was investigated to be able to solve or reduce this problem, and thus obtain an adequate level of trafficability, improving the support values and / or the load-bearing capacity of the soil, through the use of IP type I Portland cement in the rigid pavement design, constituting this research a contribution in the construction technique and productivity in the construction of road infrastructure.

Regarding the research, the methodology that was used for its elaboration contemplates the following: an applied research, its design is quasi-experimental, the research level is descriptive, its research approach is quantitative.

The objectives of the research respond to: Improve clayey subgrade with portland cement in Calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco, 2021. Determine the CBR value of clay subgrade in Calle Ciro Alegría. Increase the CBR value by adding an optimal percentage of IP portland cement type I. Design the pavement structure on stabilized clayey subgrade.

Keywords: Improvement, subgrade, portland cement, rigid pavement, design, stabilize.

I. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta lo importante que son las carreteras para el desarrollo de la ciudadanía y los obstáculos que se verán durante el proceso de construcción. Pudimos ver como el desarrollo del tipo de fundamento es más problemático, y una de las tantas razones son los suelos arcillosos en la zona, los cuales su capacidad para soportar las cargas vehiculares es baja. Sufre más severamente durante la temporada de lluvias debido a la saturación del suelo y su posterior debilitamiento. Por consiguiente, se buscó una opción para encontrar una solución o reducir dicho problema y de este modo obtener un nivel conveniente de permeabilidad, mejorando los valores de referencia y/o la capacidad portante, por medio del uso de cemento portland IP tipo I. pavimento rígido, lo que hace de este estudio un aporte a los equipos de construcción y al desempeño en la elaboración del cimiento vial. El sitio de estudio es la calle Ciro Alegría ubicada en la zona de San Sebastián de la provincia de Cusco. En este tramo se presentan los problemas tanto del tráfico rodado como de peatones debido al tipo de suelo que se verá, que está constituido principalmente por suelos arcillosos. Acompañada de un clima muy variable, la ciudad explorada se encuentra actualmente en un estancamiento de desarrollo, al que se le suma por la falta de mejoras en su acceso básico.

La presente tesis de investigación titulado “Mejoramiento de subrasante arcillosa estabilizada con cemento portland para diseñar pavimento rígido en la calle Ciro Alegría, San Sebastián –Cusco,2021”, cuyo propósito es optimizar las propiedades mecánicas de estructura y subrasante para el diseño de un pavimento rígido, a fin de cumplir con los requisitos de las normas constituidas.

El uso de cemento Portland IP Tipo I para la estabilización de suelos se considera como una contribución importante puesto que tiene muchos usos en la construcción, principalmente para estabilizar la subrasante en carreteras y autopistas; requiriendo una elección de material y una cantidad relativamente pequeña de cemento para su correcto funcionamiento, creando de este modo, un nuevo material, a menudo conocido como "Piso de cemento"; lo que

representa una gran variabilidad. Para estabilizar la subrasante el valor de CBR, si está por debajo del 6% habrá que mejorarlo.

La calle Ciro Alegría aún no tiene pavimento, por lo que la superficie debe ser estabilizada antes de esta obra para cumplir con las normas rígidas de diseño de pavimentos.

Figura 1. Realidad actual de la vía calle Ciro Alegría.



Problema general: ¿Cómo podemos mejorar la subrasante arcilloso con cemento portland para diseñar pavimento rígido en la calle Ciro Alegría, Distrito San Sebastián-Cusco? Asimismo, los Problemas específicos: ¿Cómo determinar el CBR de la subrasante arcilloso para decidir el tipo de estabilización? Además ¿Cómo podemos incrementar el valor de CBR adicionando cemento portland con fines de estabilización? Y finalmente ¿Cómo podemos diseñar la estructura de pavimento en subrasante arcilloso estabilizada con cemento portland?

Será importante porque se hará una el estudio de mejoramiento del suelo arcilloso con cemento portland IP tipo Permitirá desarrollar una metodología para que otros investigadores puedan estudiar el mejoramiento del suelo de otras propiedades de los suelos durante la construcción de vías terrestres. Encontrar el comportamiento superficial de estabilización en una vía permite planificar de

manera correcta y óptima los procesos de mejoramiento tendientes a obtener el superior comportamiento posible del suelo que se tiene a disposición.

Objetivo general: Mejorar subrasante arcillosa con cemento portland en la Calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco, 2021. Asimismo, los objetivos específicos: determinar el valor de CBR de subrasante arcilloso en la Calle Ciro Alegría. Además, Incrementar el valor de CBR adicionando un porcentaje óptimo de cemento portland IP tipo I. Y finalmente, diseñar la estructura de pavimento sobre subrasante arcilloso estabilizada.

Hipótesis General: Adicionando cemento portland en cantidad optima se estabiliza la subrasante arcillosa. Asimismo, los Hipótesis Específicos: Determinando el valor de CBR se puede decidir el tipo de estabilización química que se puede realizar. Además, Adicionando cemento portland se incrementa el valor de CBR para estabilizar el suelo. Y finalmente, Se podrán diseñar adecuadamente la estructura de pavimento rígido de subrasante arcilloso estabilizada con cemento portland IP tipo I.

II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico comprende las definiciones y conceptos relacionados con la investigación, en este capítulo de la investigación, se desarrolló varios estudios realizados por autores que abordaron temas similares al de nuestra investigación, además de las diversas teorías que fueron plasmadas por cada uno de los autores mencionados en esta parte, Como antecedentes internacionales nacionales se consideró estudios como los de:

Antecedentes Internacionales: Según Jurado (2016) en su tesis “Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las características físicas y mecánicas del subsuelo de la zona de talleres y cocheras de la PLMQ” su objetivo es mejorar las propiedades mecánicas y físicas del suelo excavado para talleres y garajes PLMQ adicionándole cemento MH en varias dosis. El uso de cemento como estabilizador, aplicado como porcentaje del suelo natural. Los suelos que se muestran en el estudio son arcillosos-arenosos-limosos, lo que significa que tiene baja plasticidad, también contiene 3.87% de material orgánico cuando se examina y fue clasificado como bajo en materia orgánica según ASTM D-4427.

Muñoz (2013) con su tesis “Estudios de mezclas de áridos reciclados de hormigón y asfáltico estabilizados con cemento para su aplicación en bases y sub bases de carreteras”, Tesis de Maestría en Ingeniería Civil y Estructural en la Facultad de Ingeniería Civil, España, 2013. El estudio es un enfoque descriptivo, diseño experimental. Su propósito es utilizar una mezcla de agregado de concreto reciclado de baja calidad, como el que se puede encontrar en el límite en el sitio de construcción, y agregado de asfalto reciclado, para su aplicación en subsuelos y subcapas del asfalto. Los resultados se obtuvieron sobre diversas muestras, el dimensionamiento del pavimento se realizó mediante el método AASHTO-1993, y los datos se compararon con los requeridos por la norma para tramos de pavimento que correspondan al espesor mínimo requerido para el tramo analizado. El estudio concluyó que una mala calidad de ARH significa que a medida que sube el porcentaje del Proctor, mejorará la resistencia a la compresión.

ANTECEDENTES NACIONALES: Para Mamani (2018) en su investigación “Análisis de estabilización de suelos con cemento, para diseño equivalente de pavimentos rígidos, segmentados y en vías de bajo volumen de tránsito” el objetivo fue determinar el efecto que tiene el suelo con cemento sobre la base y base granular en una estructura semejante de pavimento rígido y bajas temperaturas. Intensidad del tráfico como conclusión: al estabilizar el suelo con cemento a nivel de la base y base granular aumenta la resistencia, de este modo ayuda a disminuir el espesor estructural del camino.

En este estudio se tendrá en cuenta el cemento Portland: según (NTP334.009) menciona que Cemento hidráulico, constituido principalmente por silicatos cálcicos hidráulicos y usualmente conteniendo sulfato cálcico y, en última instancia, piedra caliza en forma de agregación durante la molienda (2005, p. 5).

Los cementos Portland se producen actualmente en nuestro país:

- Los que no llevan aditivos (ASTM C 150)
- Se obtienen mediante la trituración del clínker.
- Los especificados en ASTM C 150 vienen en cinco tipos distintos, a saber: TIPO I, la cual es de uso general, cuando no es necesario que tenga alguna propiedad especial, a diferencia de los otros cementos.

Además, en nuestro estudio, consideraremos realizar una clasificación de suelos la cual fue desarrollada en 1929 como el Sistema de Clasificación de la Administración de Carreteras. Se tuvo que realizar muchas revisiones, con la versión actual sobre la clasificación de materiales para tipos de subrasante y caminos sin pavimentar (ASTM D-3282).

El sistema de clasificación AASHTO se presenta en la tabla 4.1. Según su sistema, el suelo es clasificado en siete grupos, desde el A-1 hasta el A-7, a saber:

Suelos granulares: Contienen 35% o menos de suelo fino. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 y A-3.

Grupo A-1: Consiste en mezclas bien clasificadas de fragmentos de piedras, grava, arena y aglutinante de baja plasticidad. Este grupo también incluye mezclas bien descompuestas que no contienen aglutinante.

Subgrupo A-1a: Incluye materiales constituidos principalmente por piedra o grava con o sin ligante descompuesto.

Subgrupo A-1b: Esta constituidos principalmente de arena gruesa con buena clasificación, tenga o no ligante.

Grupo A-2: Consiste en una amplia diversidad de suelo granular que sus finos están por debajo del 35%.

Subgrupos A-2-4 y A-2-5: Se refieren a aquellos materiales en los que el contenido de finos es igual o superior al 35% y el material que pasa por el tamiz N° 40 tiene las características similares que el A-4 y A-5.

Subgrupos A-2-6 y 1-2-7: los materiales de ambos son similares a los ya mostrados, sin embargo, el material que pasa por el tamiz No. 40 tiene características similares a los suelos A-6 y A- 7.

Grupo A-3: Incluye arena fina, arena de playa y arena con una pequeña cantidad de limo sin plasticidad. Este grupo también tiene arenas de río con bajo contenido de grava y arena gruesa.

b) Suelos limosos arcillosos finos: con un contenido mayor del 35% de material fino por debajo del tamiz 200. Se encuentran en los grupos A-4, A-5, A-6, A-7.

Grupo A-4: Incluye suelos limosos con bajo contenido de plástico o no plásticos que contienen 75% o inferior de material fino por debajo del tamiz 200. Además, mezclas hasta de 64% de limo con grava y arena.

Grupo A-5: Son similares a los suelos del anterior grupo, pero tienen material micáceo o diatomáceo. Son flexibles y contienen un alto límite de líquido.

Grupo A-6: Su material típico es la arcilla plástica. Al menos el 75% está por debajo del tamiz de 200, más se incluyen las mezclas de arcilla-arena con un porcentaje de arena y grava menor al 64%.

Grupo A-7: Sus suelos son parecidos a los del A-6, no obstante, son elásticos. Su límite de fluidos es alto.

Grupo A-7-5: Se incluyen aquellos materiales cuyos valores de ductilidad no son muy elevados en relación al límite elástico.

Subgrupo A-7-6: Incluye aquellos suelos que presentan valores de plasticidad muy elevados en relación a su límite elástico, además, sufren cambios volumétricos muy importantes.

Además, observamos la relación de rodamiento para California (CBR ASTM 1883); Determine la capacidad de carga de los suelos. La prueba se realiza en suelos preparados en laboratorio en determinadas condiciones de humedad y densidad.

El estudio también aplica esta prueba a suelos mezclados con varios estabilizadores como la mezcla suelo - cemento y la mezcla suelo - emulsión. Además, la Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO) en 1993 desarrolló un método de diseño de pavimento rígido, originalmente conocido como AASHO, que se desarrolló en los Estados Unidos en la década de 1960 sobre la base de las pruebas de carretera de AASHO (1958-1961) una prueba de escala llevada a cabo durante años establecidos en el estado de Illinois para desarrollar gráficos, fórmulas y tablas, que representen la relación entre el desgaste y la tensión en las diversas secciones probadas.

Las pruebas de pavimento se realizaron en seis tramos dobles separados con carretera de doble vía en figura de dos tramos rectos con tramos de retorno curvos. El manual conserva los algoritmos de prueba de carretera de AASTHO para un pequeño grupo de materiales, un tipo de subrasante, tráfico uniforme y el entorno en el sitio de prueba.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Investigación de tipo **aplicada**, porque según Ander-Egg Hernández, (2014) el estudio ya está acreditado y determinado por el investigador, por lo que en su estudio busca brindar respuestas a interrogantes específicas. (Ibáñez, 2017) “La investigación aplicada propone dar soluciones prácticas a problemas concretos, y no busca el desarrollo de teorías o principios”.

Mejoramiento de subrasante con cemento esta investigación es de naturaleza aplicada porque buscó aplicar conocimientos prácticos previos de mejoramiento de subrasantes a base de cemento, basados en proyectos de investigación similares previos, con el fin de decidir la mejor compactación. subrasante con diferentes porcentajes de cemento en base a resultados de laboratorio y criterios CBR, Proctor modificado y reducción de humedad.

Diseño de la investigación

Hernández, (2014) nos menciona que los diseños cuasiexperimentales pueden manipularse deliberadamente la variable independiente, para observar su efecto sobre la variable dependiente, es desigualdad de los experimentos puros en el grado de confiabilidad que puede tener con respecto a la equivalencia al inicio de los grupos. En los diseños cuasiexperimentales, los grupos de experimento ya están conformados es decir son grupos puros (no están al azar, ni se emparejan).

Debido a que se busca el mejoramiento de subrasante con cemento, se considera cuasiexperimental, ya que la cantidad de cemento (2%, 4%, 6% y 8%) en la subrasante se modificará deliberadamente para analizar su efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas. firme; Además, se clasifica como cuasiexperimental porque el tipo de suelo para este estudio fue predeterminado por el investigador como arcilla, con cuatro ensayos correspondientes a una muestra estándar y muestras con cemento al (2%, 4%, 6% y 8%). % del volumen de muestra; las dosis son preseleccionadas en base a varios estudios previos

realizados por diferentes autores (tesis de Castro 10%, 15%, 20%), realizados con estabilizadores en la subrasante.

Nivel de investigación

- Descriptivo.

Enfoque de investigación

- Cuantitativo

3.2 Variables y operacionalización

Variable dependiente: Mejoramiento de subrasante

Variable independiente: Diseño de pavimento rígido

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Toda la superficie de la calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco.

- **Criterios de inclusión:** La muestra proviene de la calle en estudio.
- **Criterios de exclusión:** La muestra no proviene de la calle en estudio.

Muestra: La parte que representa mejor las características de la mayoría de un grupo de estudio, la población. (Salinas, 2012)

La muestra consistió en calicata de 1,5 metros y sus pruebas físicas y mecánicas obtenidas de pruebas CBR, índice de ductilidad, contenido de humedad y diversas combinaciones de cemento aplicado en 4 estructuras.

Muestreo: Esta es una actividad que consiste en identificar los datos de un grupo de población específico con el que trabajamos, nos dice cómo debemos recopilar nuestros datos. (Salinas, 2012)

El tipo de muestra al que se refiere el autor no es probabilístico ya que no se necesita una fórmula estadística, sino que depende del estudiante de tesis, del tipo de camino y de las características del estudio que conducen al desarrollo de la solución. -Fabricado por un explorador.

Para el presente estudio el muestreo es la calicata N° 04 por considerarse la más desfavorable.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos más utilizados con el fin de obtener el conocimiento. Las cuales son las encuestas, observaciones, entrevistas. (Morone, 2012)

Para mejorar la subrasante, la Metodología como técnica de recolección de datos para la indagación fue la prueba de laboratorio y con base en las herramientas, la recolección de datos se realizará mediante el análisis de la mecánica del suelo según sus indicadores (N, 2%, 4%, 6% y 8%).

Confiabilidad: Describe a la medida como una herramienta calibra en realidad a una variable, que pretende evaluar. (Hernández y et al, 2014)

Empleando para ello, por el Laboratorio Geotecnia INGENIERIA ANDES E.I.R.L

Validez: Que citan a Kellstedt y Whitthen que el instrumento de medición es confiable ya que producen resultados. (Hernández y et al, 2014). De acuerdo con las normas ASTM y NTP utilizadas y asignadas para cada tipo de prueba.

3.5 Procedimientos: La excavación se llevó a cabo para tomar muestras de suelo en el sitio, a una profundidad de al menos 1,5 m desde el nivel de la subrasante, que se transportó al laboratorio de suelos para las pruebas de CBR, Proctor Modificado y Contenido de Humedad de acuerdo con ASTM y NTP, para evaluar los mejores resultados posibles, en muestreos de reservorios significativos, como los tomados en laboratorio.

3.6 Método de análisis de datos: Se realiza por medio de la observación directa, lo que nos permitió ver cada prueba ensayos en el laboratorio. Para el muestreo de datos, se realizaron por observación directa desde los pozos, lo que nos permitió visualizar cada prueba de subrasante ensayada en el laboratorio y realizar los registros adecuados necesarios para los resultados que se cotejaron con la hipótesis.

3.7 Aspectos éticos

El estudio respetó las ideas de otros autores, los resultados también resultaron ser correctos, en todos los aspectos políticos, religión, etc. Certifico que toda la información recopilada es verdadera y confiable. Asimismo, el análisis físico y mecánico de la muestra se realizó en un laboratorio acreditado y autorizado. El estudio se adhiere a los principios establecidos por la Universidad del Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

Objetivo General. Mejorar subrasante arcillosa con cemento portland en la calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco, 2021.

Ubicación:

Departamento: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: San Sebastián

Ubicación: calle Ciro Alegría

Localización:

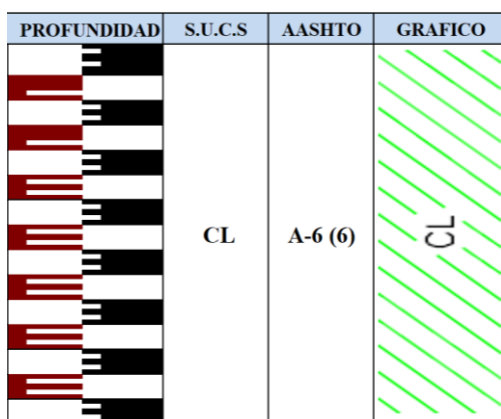
El estudio se realizó en la Urbanización San Miguel en la calle Ciro Alegría, se encuentra dentro de la capital del distrito.

TRABAJO DE LABORATORIO

En el proyecto de investigación se realizó en total 01 calicata en las progresivas KM 00+060, de la calle Ciro Alegría de la provincia del Cusco del distrito de San Sebastián, debido a que el Manual de Carretera en la componente de suelos y pavimentos, nos indica que la calle pertenece a un regular volumen de tránsito, por ello se realiza una calicata por lo que la vía cuenta con una longitud de KM 00+120, por lo que se realizó un (01) ensayos granulométricos para identificar el terreno más desfavorable y así poder realizar los ensayos respectivos para su mejoramiento con los aditivos.

Objetivos específicos 01. Determinar el valor de CBR de subrasante arcilloso en la Calle Ciro Alegría.

Figura 2: Perfil estratigráfico



Tipo de material: Arcilla media plasticidad arenosa

Arcillas inorgánicas de baja y media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres, la muestra tiene 36.67% de grava, 32.34% de arena y 30.99% de finos.

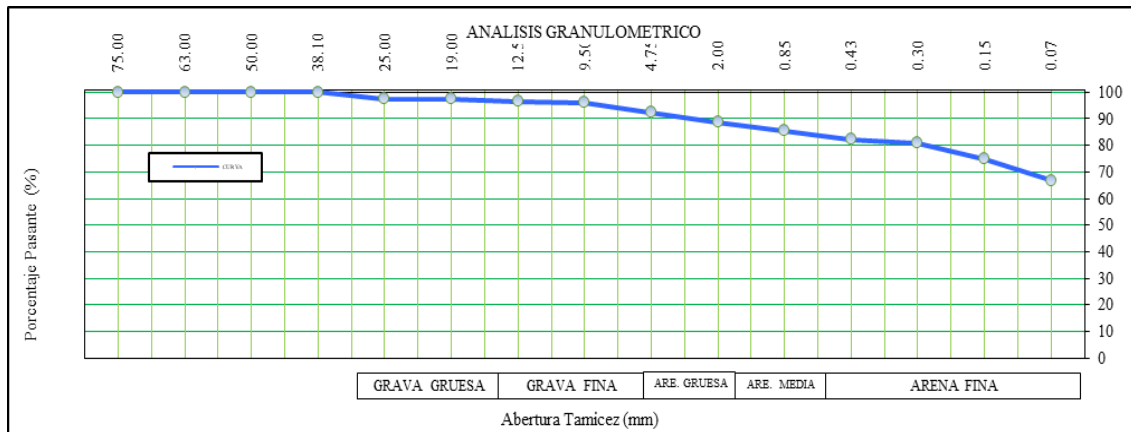
Tabla 1: Análisis granulométrico por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)					
MALLA (Abertura)		PESO	%	%	%
PLG.	mm.	RETENIDO (gr.)	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE
3"	75.00				
2 1/2"	63.00				
2"	50.00				100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	29.70	2.48	2.48	97.52
3/4"	19.00	0.00	0.00	2.48	97.52
1/2"	12.50	12.80	1.07	3.55	96.45
3/8"	9.50	3.70	0.31	3.86	96.14
N° 4	4.75	44.50	3.72	7.58	92.42
N° 10	2.00	48.10	3.72	11.30	88.70
N° 20	0.85	40.30	3.11	14.41	85.59
N° 40	0.43	44.50	3.44	17.85	82.15
N° 50	0.30	16.30	1.26	19.11	80.89
N° 100	0.15	77.50	5.99	25.10	74.90
N° 200	0.07	104.20	8.05	33.15	66.85
< 200	Fondo	865.1	66.8	100.0	0.0

Tabla 2: Clasificación del suelo

CLASIFICACION DEL SUELO	
S.U.C.S. (ASTM D 2487)	CL
Arcilla media plasticidad arenosa	
AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (6)
Suelo arcilloso	
DATOS DE LA MUESTRA	
Peso Total del Suelo	1196.00
Peso de la Fracción	1196.00
D ₆₀	
D ₃₀	
D ₁₀	
Cu	
Cc	
Lim Líquido (ASTM D4318)	36.20
Lim Plástico (ASTM D4318)	24.36
Índice de Plasticidad	11.84
% Humedad (ASTM D2216)	10.78
GRAVA (%)	7.58
ARENA (%)	25.57
FINOS (%)	66.85

Figura 3: Gráfico del análisis granulométrico



INTERPRETACIÓN. - Se demuestra en el gráfico que el material analizado de la calicata número 1, logró pasar el 66.85 % a la malla N° 200 presentando una gran cantidad de finos, un 92.42 % de material logró pasar por la malla N° 04 siendo considerado un material arcilla inorgánica y por último un 07.58 % de grava. Según la muestra extraída de la calicata en el KM 00 + 060 de la calle Ciro Alegría, al ser analizada en el Laboratorio Geotecnia INGENIEROS ANDES E.I.R.L, la muestra según la clasificación SUCS es una ARCILLA MEDIA PLASTICIDAD ARENOSA (CL) y mediante AASHTOO pertenece al grupo A-6(6).

Tabla 3: Contenido de humedad de los suelos (ASTM D2216 / AASHTO T86 / MTC E108)

DESCRIPCION	UND.	MTRA. - 1	MTRA. - 2	MTRA. - 3	MTRA. - 4	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°	1				
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	2045.00				
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	1846.00				
PESO DEL RECIPIENTE	gr.					
PESO DEL AGUA	gr.	199.0				
PESO DEL SUELO SECO	gr.					
% DE HUMEDAD	%	10.78				10.78

Tabla 4: Límite líquido

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)				
RECIPIENTE N°	N°	Y	T	E
N° DE GOLPES	N°	16.00	25.00	34.00
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	G	56.03	55.19	49.72
RECIPIENTE + SUELO SECO	G	52.07	50.86	46.62
PESO DEL RECIPIENTE	G	41.79	39.09	37.55
PESO DE AGUA	G	3.96	4.33	3.10
PESO DEL SUELO SECO	G	10.28	11.77	9.07
% DE HUMEDAD	%	38.52	36.79	34.18

Tabla 5: Límite plástico

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)			
RECIPIENTE N°	N°	A	J
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	G	24.45	23.3
RECIPIENTE + SUELO SECO	G	23.7	22.69
PESO DEL RECIPIENTE	G	20.59	20.21
PESO DE AGUA	G	0.75	0.61
PESO DEL SUELO SECO	G	3.11	2.48
% DE HUMEDAD (Límite Plástico)	%	24.12	24.6

Figura 4: Gráfico de límites atterberg

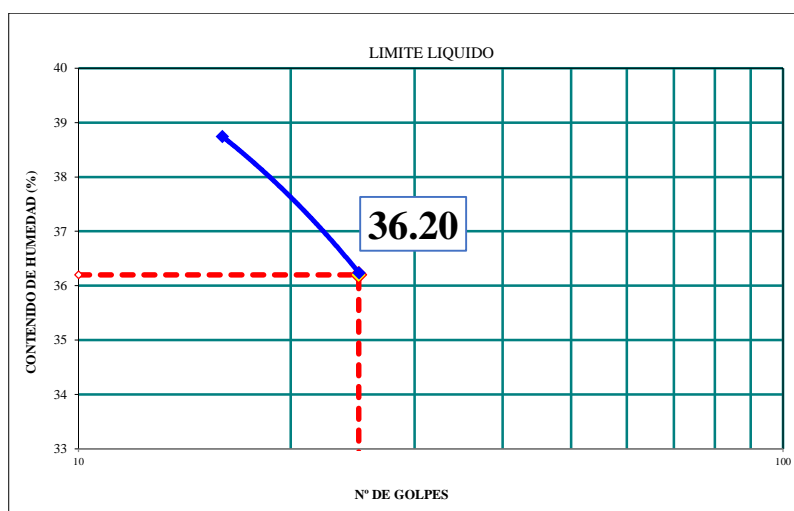


Tabla6: Resultados de los límites de atterberg

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
36.2	24.36	11.84

INTERPRETACIÓN. - Se puede visualizar que la muestra inicial de la calicata N°01 tiene un 10.78 % de contenido de humedad, un Limite Liquido de 36.20 %, Limite Plástico 24.36% y un Índice de plasticidad de 11.84 % esto debido no existe napas freáticas ni la presencia de zonas puquiales y ojos de agua en la zona, razón por el cual el húmedo es mínima. Se puede observar que la muestra es altamente arcillosa por el cual se puede corroborar en el ensayo realizado.

Tabla 7: Ensayo de Proctor

TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS			
		1	2	3	4
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C
PESO SUELO + MOLDE	g	11194	11354	11728	11571
PESO MOLDE	g	6721	6721	6721	6721
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2124	2124	2124	2124
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	g	4473	4633	5007	4850
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	G/CM ³	2.106	2.181	2.357	2.283

Tabla 8: Humedad

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES			
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	G	385.50	426.20	317.50	424.50
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	G	370.00	400.00	291.40	382.90
PESO DEL RECIPIENTE	G	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	G	15.50	26.20	26.10	41.60
PESO DE SUELO SECO	G	370.00	400.00	291.40	382.90
CONTENIDO DE AGUA	%	4.19	6.55	8.96	10.86
PESO VOLUMETRICO SECO	G/CM ³	2.021	2.047	2.164	2.060

Figura 5: Gráfico del Ensayo de Proctor

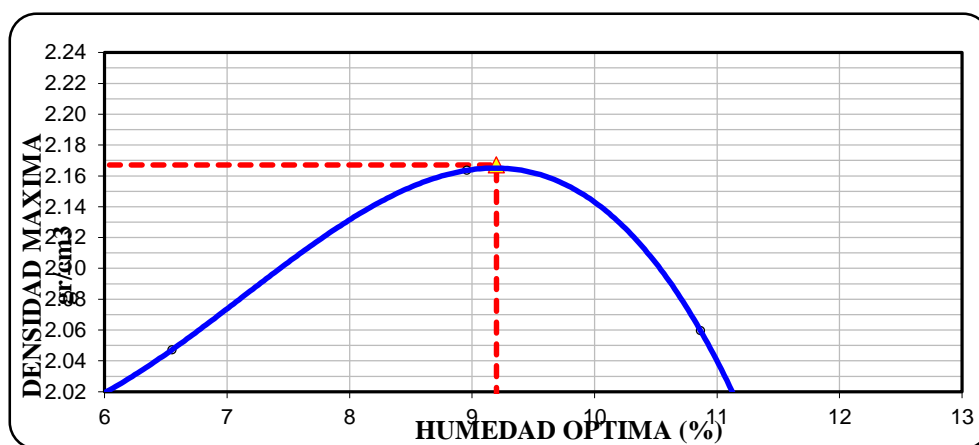


Tabla 9: Resultados de la densidad máxima y la humedad optima

Densidad Máxima	2.17 gr/cm ³	Humedad Optima	9.20%
Densidad Máxima Corregida	gr/cm ³	Humedad Optima Corregida	%

ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA

Tabla 10: Compactación

COMPACTACION						
Molde N°	9		3		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13662.00		12207.00		11980.00	
Peso de molde (g)	8643.00		7496.00		7345.00	
Peso del suelo húmedo (g)	5019.00		4711.00		4635.00	
Volumen del molde (cm ³)	2120.00		2095.00		2176.00	
Densidad húmeda (q/cm ³)	2.367		2.249		2.130	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	454.40		395.50		421.10	
Peso suelo seco + tara (g)	416.00		362.10		385.40	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	38.40		33.40		35.70	
Peso de suelo seco (g)	416.00		362.10		385.40	
Contenido de humedad (%)	9.23		9.22		9.26	
Densidad seca (q/cm ³)	2.167		2.059		1.950	

Tabla 11: Expansión

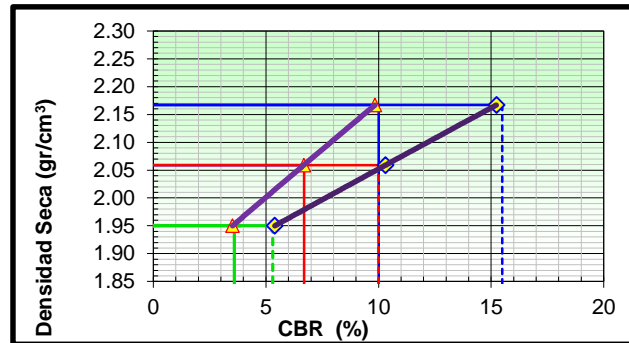
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/09/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
26/09/2021	13:23	24.00	34	0.340	0.3	46	0.460	0.4	55	0.550	0.5
27/09/2021	13:23	48.00	55	0.550	0.5	78	0.780	0.7	102	1.020	0.9
28/09/2021	13:23	72.00	68	0.680	0.6	97	0.970	0.8	145	1.450	1.3
29/09/2021	13:23	96.00	89	0.890	0.8	112	1.120	1.0	199	1.990	1.7

Tabla 12: Penetración

PENETRACION														
PENETRACION mm pulg.		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 9				MOLDE N° 3				MOLDE N° 5			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		35	34.7			16	15.7			12	11.7		
1.270	0.500		67	66.8			35	34.7			23	22.7		

1.905	0.750		92	91.8			54	53.8			41	40.7		
2.540	1.000	70.455	165	165.0	140.0	9.8	80	79.8	95.0	6.7	57	56.8	50.0	3.5
3.810	1.500		212	212.1			160	160.0			76	75.8		
5.080	2.000	105.680	380	380.4	325.0	15.2	200	200.0	220.0	10.3	102	101.9	115.0	5.4
6.350	2.500		438	438.5			309	309.3			165	165.0		
7.620	3.000		512	512.7			383	383.4			189	189.0		
10.160	4.000		621	621.9			412	412.5			214	214.1		

Figura 6: Gráfico del ensayo de CBR



METODO DE COMPACTACION

Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.167

Optimo contenido de humedad (%) : 9.20

95 % Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.059

90% Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.95

Tabla 13: Resultados de CBR

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	10	0.2":	16
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	7	0.2":	10
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	4	0.2":	5

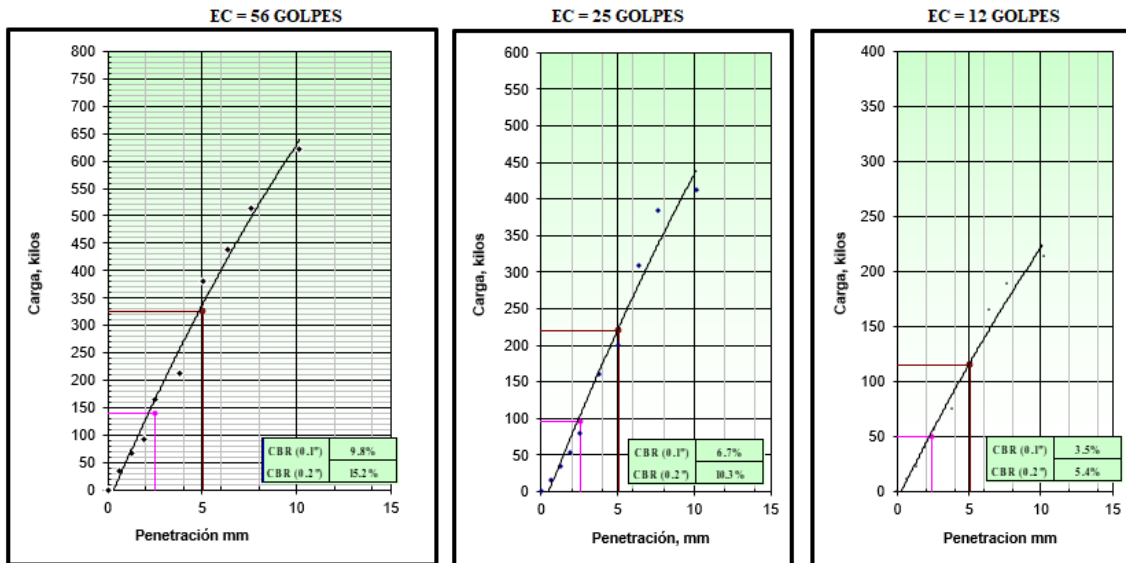
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **10%**

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **7%**

Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = **4%**

Figura 7: Gráfica de carga vs Penetración



Objetivos específicos 02. Incrementar el valor de CBR adicionando un porcentaje óptimo de cemento portland IP tipo I.

ENSAYO DE PROCTOR (ASTM D - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

Ubicación de Muestra: Calle Ciro Alegría san Sebastián más 2% cemento portland IP tipo I.

Tabla 14: Proctor modificado

TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS			
		1	2	3	4
Método de compactación		C	C	C	C
Peso suelo + molde	gr.	11232	11423	11763	11763
Peso molde	gr.	6721	6721	6721	6721
Volumen del molde	cm ³	2124	2124	2124	2124
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4511	4702	5042	5042
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.124	2.214	2.374	2.374

Tabla 15: Humedad

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES			
Recipiente n°	cod.	0	0	0	0
Peso suelo húmedo + recipiente	gr.	401.10	372.20	300.00	382.30
Peso suelo seco + recipiente	gr.	380.00	345.00	274.00	343.00
Peso del recipiente	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr.	21.10	27.20	26.00	39.30
Peso de suelo seco	gr.	380.00	345.00	274.00	343.00
Contenido de agua	%	5.55	7.88	9.49	11.46
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.012	2.052	2.168	2.130

Figura 8: Gráfica de densidad máxima vs humedad óptima

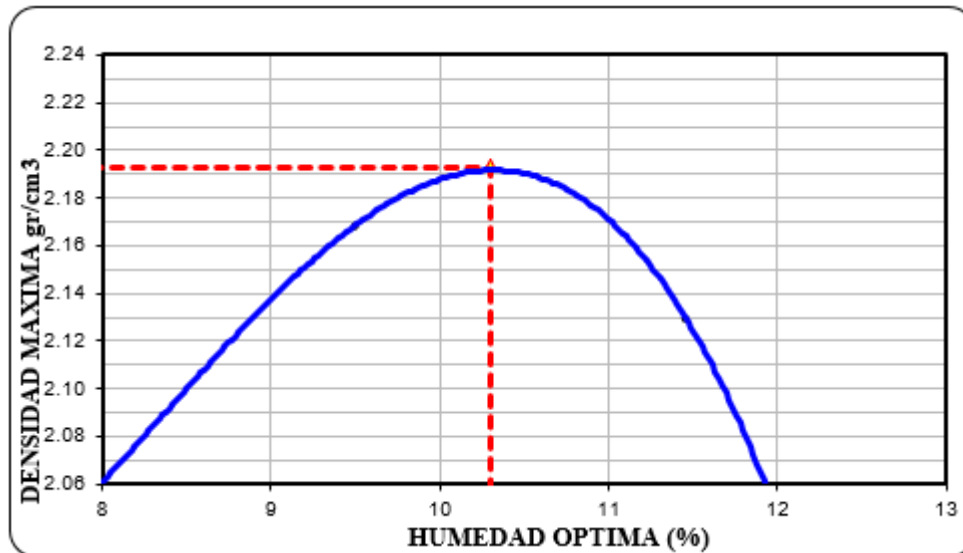


Tabla 16: Resultados de la densidad máxima y la humedad óptima

Densidad Máxima	2.19 gr/cm ³	Humedad Óptima	10.30%
Densidad Máxima Corregida	2.20 gr/cm ³	Humedad Óptima Corregida	%

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D 1883 / AASHTO T-190 /MTC E 132)

Tabla 17: Compactación

COMPACTACION						
Molde N°	3		6		1	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13740.00		12639.00		12794.00	
Peso de molde (g)	8596.00		7643.00		8123.00	
Peso del suelo húmedo (g)	5144.00		4996.00		4671.00	
Volumen del molde (cm ³)	2127.00		2174.00		2144.00	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.418		2.298		2.179	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	433.00		385.40		450.00	
Peso suelo seco + tara (g)	392.60		349.25		407.70	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	40.40		36.15		42.30	
Peso de suelo seco (g)	392.60		349.25		407.70	
Contenido de humedad (%)	10.29		10.35		10.38	
Densidad seca (g/cm ³)	2.193		2.083		1.974	

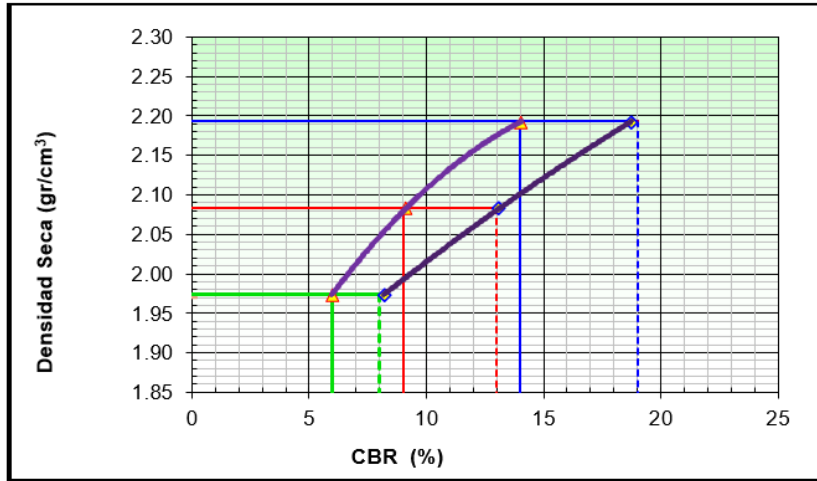
Tabla 18: Expansión

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
4/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
5/10/2021	13:23	24.00	31	0.310	0.3	40	0.400	0.3	50	0.500	0.4
6/10/2021	13:23	48.00	44	0.440	0.4	65	0.650	0.6	93	0.930	0.8
7/10/2021	13:23	72.00	55	0.550	0.5	88	0.880	0.8	123	1.230	1.1
8/10/2021	13:23	96.00	70	0.700	0.6	92	0.920	0.8	178	1.780	1.5

Tabla 19: Penetración

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 3				MOLDE N° 6				MOLDE N° 1			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		47	46.7			23	22.7			21	20.7		
1.270	0.500		78	77.8			43	42.7			32	31.7		
1.905	0.750		132	131.9			99	98.8			67	66.8		
2.540	1.000	70.455	245	245.1	200.0	14.1	145	144.9	130.0	9.1	93	92.8	85.0	6.0
3.810	1.500		300	300.2			210	210.1			136	135.9		
5.080	2.000	105.680	400	400.4	400.0	18.7	302	302.3	280.0	13.1	178	178.0	175.0	8.2
6.350	2.500		460	460.6			365	365.4			221	221.1		
7.620	3.000		590	590.8			416	416.5			278	278.2		
10.160	4.000		680	681.0			510	510.7			311	311.3		

Figura 9: Densidad seca vs CBR



METODO DE COMPACTACION	AASHTO
	: T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.193
Optimo contenido de humedad (%)	: 10.30
95% Máxima densidad seca (g/cm ³)	: 2.083
90% máxima densidad seca (g/cm ³)	: 1.974

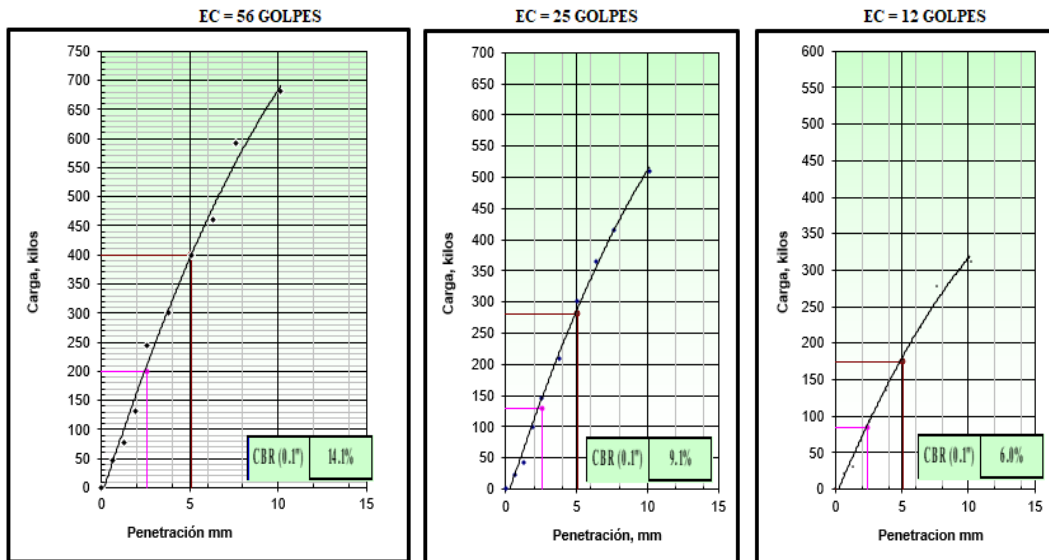
Tabla 20: Resultados del CBR

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	14	0.2":	19
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	9	0.2":	13
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	6	0.2":	8

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	14%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	9%
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	=	6%

Figura 10: Gráfica de carga vs Penetración



ENSAYO DE PROCTOR (ASTM D - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

Ubicación de Muestra: Calle Ciro Alegría san Sebastián más 4% cemento portland IP tipo I.

Figura 11: Proctor modificado

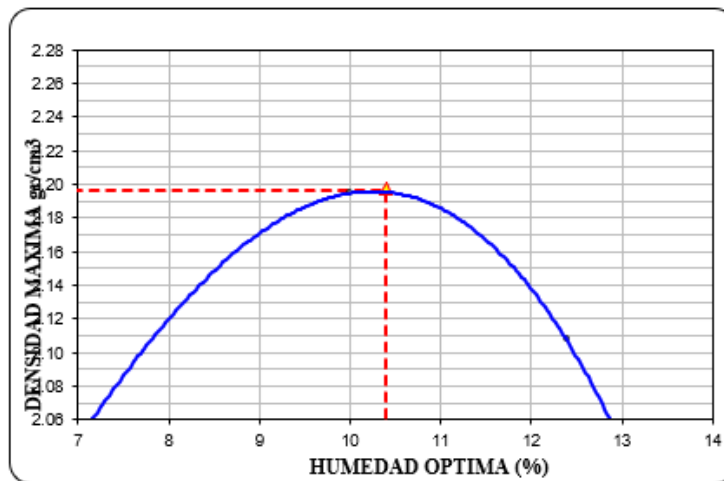


Tabla 21: Resultados de la densidad máxima y la humedad optima

Densidad Máxima	2.20 gr/cm ³	Humedad Optima	10.40%
Densidad Máxima Corregida	gr/cm ³	Humedad Optima Corregida	%

Tabla 22: Compactación

COMPACTACION						
Molde N°	5		8		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13524.00		12786.00		12627.00	
Peso de molde (g)	8432.00		7844.00		8034.00	
Peso del suelo húmedo (g)	5092.00		4942.00		4593.00	
Volumen del molde (cm ³)	2088.00		2145.00		2104.00	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.427		2.304		2.183	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	342.20		318.30		361.10	
Peso suelo seco + tara (g)	309.90		288.30		327.00	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	32.30		30.00		34.10	
Peso de suelo seco (g)	309.90		288.30		327.00	
Contenido de humedad (%)	10.42		10.41		10.43	
Densidad seca (g/cm ³)	2.198		2.087		1.977	

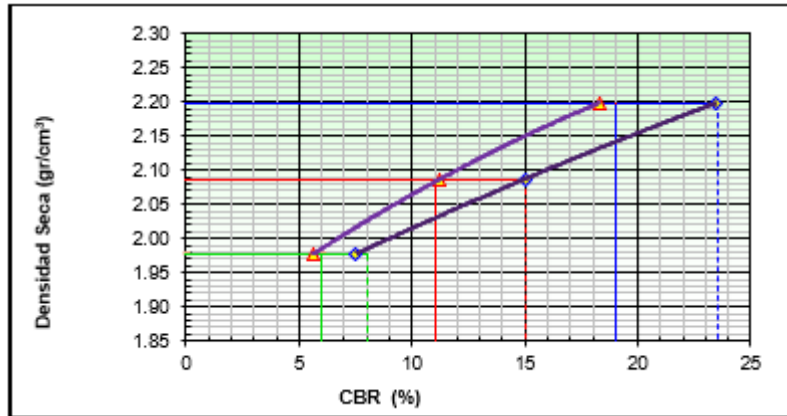
Tabla 23: Expansión

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
4/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
5/10/2021	13:23	24.00	26	0.260	0.2	31	0.310	0.3	45	0.450	0.4
6/10/2021	13:23	48.00	35	0.350	0.3	50	0.500	0.4	74	0.740	0.6
7/10/2021	13:23	72.00	42	0.420	0.4	65	0.650	0.6	94	0.940	0.8
8/10/2021	13:23	96.00	60	0.600	0.5	71	0.710	0.6	133	1.330	1.2

Tabla 24: Penetración

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 5				MOLDE N° 8				MOLDE N° 3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			mm	pulg.	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		46	45.7			31	30.7			11	10.7		
1.270	0.500		115	114.9			76	75.8			34	33.7		
1.905	0.750		191	191.0			99	98.8			67	66.8		
2.540	1.000	70.455	263	263.2	260.0	18.3	139	138.9	160.0	11.2	89	88.8	80.0	5.6
3.810	1.500		401	401.4			265	265.2			113	112.9		
5.080	2.000	105.680	508	508.7	500.0	23.4	320	320.3	320.0	15.0	167	167.0	160.0	7.5
6.350	2.500		610	610.9			423	423.5			201	201.0		
7.620	3.000		698	699.0			512	512.7			245	245.1		
10.160	4.000		779	780.2			621	621.9			299	299.2		

Figura 12: Densidad seca vs CBR



METODO DE COMPACTACION

AASHTO – T-18

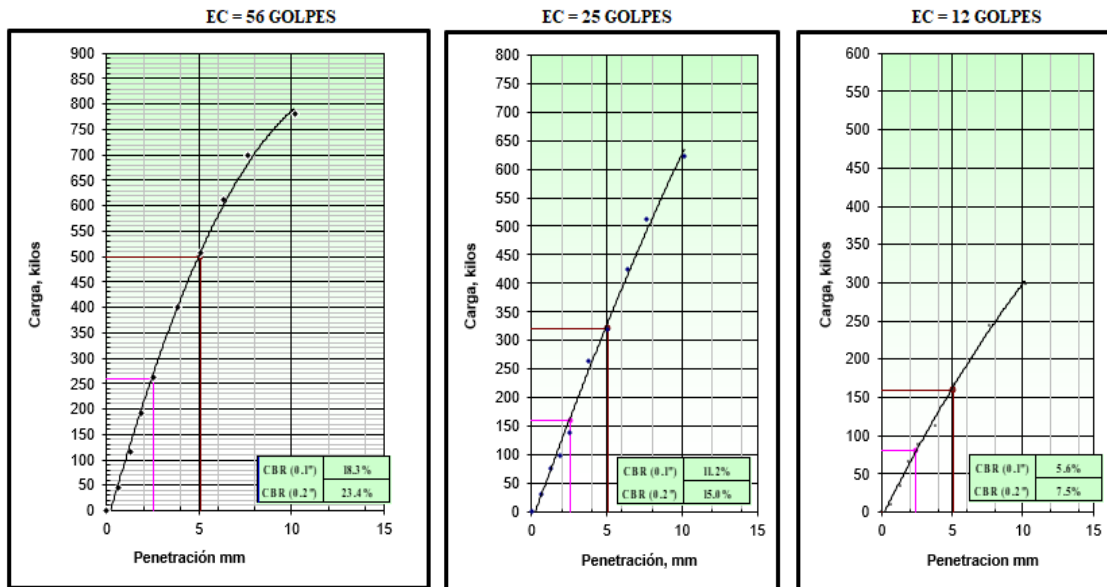
- MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.197
- OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.40
- 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.087
- 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.977

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	19	0.2":	24
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	11	0.2":	15
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	6	0.2":	8

RESULTADOS:

- Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 19%
- Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 11%
- Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 6%

Figura 13: Gráfica de carga vs Penetración



ENSAYO DE PROCTOR (ASTM D - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

Ubicación de Muestra: Calle Ciro Alegría san Sebastián más 6% cemento portland IP tipo I.

Tabla 26: Proctor modificado

TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS			
		1	2	3	4
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11176	11399	11765	11823
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2124	2124	2124	2124
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4455	4678	5044	5102
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm3	2.097	2.202	2.375	2.402

Tabla 27: Humedad

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES			
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	421.10	412.20	310.30	350.70
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	396.00	381.00	282.00	311.00
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	gr.	25.10	31.20	28.30	39.70
PESO DE SUELO SECO	gr.	396.00	381.00	282.00	311.00
CONTENIDO DE AGUA	%	6.34	8.19	10.04	12.77
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm3	1.972	2.036	2.158	2.130

Figura 14: Densidad máxima vs Humedad optima

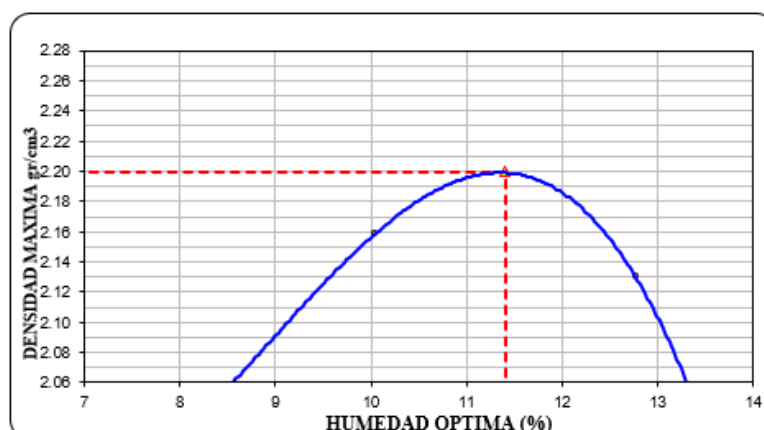


Tabla 28: Resultados de densidad máxima y humedad optima

Densidad Máxima	2.20 gr/cm ³	Humedad Optima	11.40%
Densidad Máxima Corregida	gr/cm ³	Humedad Optima Corregida	%

Tabla 29: Compactación

COMPACTACION						
Molde N°	5		8		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13495.00		12893.00		12975.00	
Peso de molde (g)	8322.00		7811.00		8135.00	
Peso del suelo húmedo (g)	5173.00		5082.00		4840.00	
Volumen del molde (cm ³)	2111.00		2183.00		2194.00	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.450		2.328		2.206	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	422.20		401.40		382.20	
Peso suelo seco + tara (g)	379.00		380.30		343.00	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	43.20		41.10		39.20	
Peso de suelo seco (g)	379.00		380.30		343.00	
Contenido de humedad (%)	11.40		11.41		11.43	
Densidad seca (g/cm ³)	2.200		2.090		1.980	

Tabla 30: Expansión

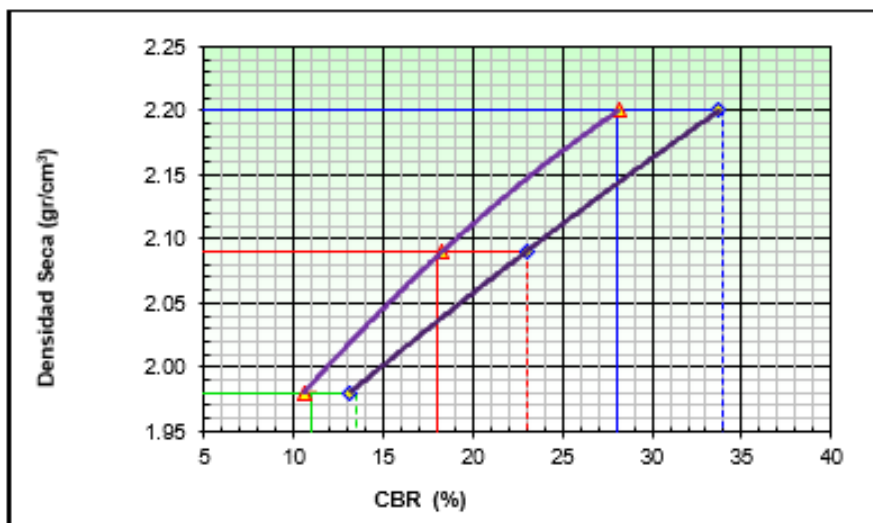
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
4/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

5/10/2021	13:23	24.00	20	0.200	0.2	25	0.250	0.2	35	0.350	0.3
6/10/2021	13:23	48.00	31	0.310	0.3	36	0.360	0.3	65	0.650	0.6
7/10/2021	13:23	72.00	33	0.330	0.3	48	0.480	0.4	85	0.850	0.7
8/10/2021	13:23	96.00	35	0.350	0.3	55	0.550	0.5	90	0.900	0.8

Tabla 31: Penetración

PENETRACION														
PENETRACION mm pulg.		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 5				MOLDE N° 8				MOLDE N° 3			
			CARGA		CORRECCIO N		CARGA		CORRECCIO N		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		76	75.8			45	44.7			34	33.7		
1.270	0.500		254	254.2			123	122.9			89	88.8		
1.905	0.750		394	394.4			196	196.0			115	114.9		
2.540	1.000	70.455	425	425.5	400.0	28.1	254	254.2	260.0	18.3	165	165.0	150.0	10.5
3.810	1.500		621	621.9			375	375.4			243	243.1		
5.080	2.000	105.680	721	722.1	720.0	33.7	512	512.7	490.0	23.0	286	286.2	280.0	13.1
6.350	2.500		812	813.3			658	659.0			322	322.3		
7.620	3.000		934	935.5			742	743.1			376	376.4		
10.160	4.000		1021	1022.7			799	800.2			465	465.6		

Figura 15: Densidad seca vs CBR



METODO DE COMPACTACION

AASHTO

Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.200

Optimo contenido de humedad (%) : 11.40

95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.090

90% Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.98

Tabla 32: Resultados del CBR

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	28	0.2":	34
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	18	0.2":	23
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	11	0.2":	14

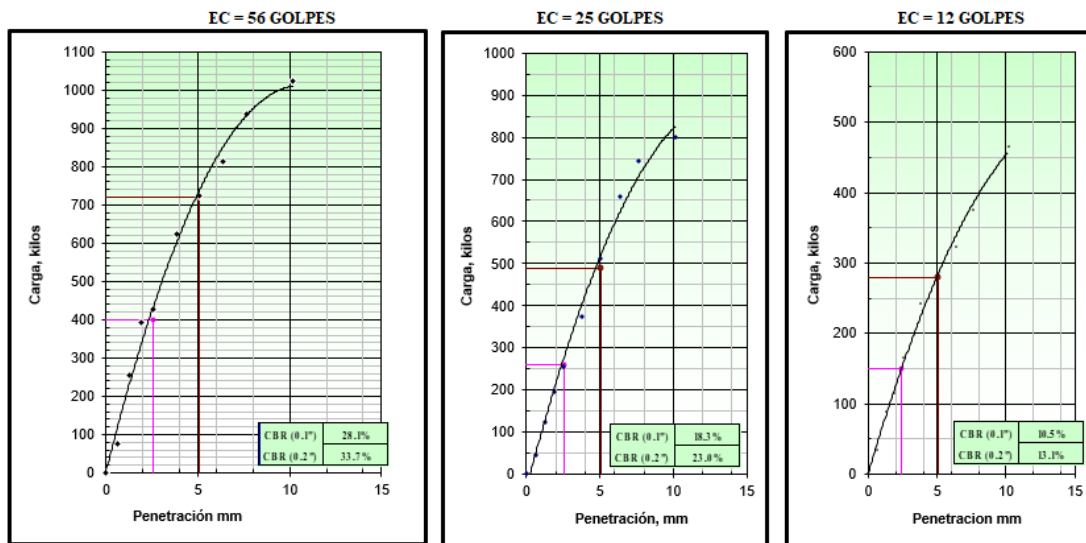
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 28%

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 18%

Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 11%

Figura 16: Gráfica de carga vs Penetración



ENSAYO DE PROCTOR (ASTM D - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

Ubicación de Muestra: Calle Ciro Alegría san Sebastián más 8% cemento portland IP tipo I.

Tabla 33: Proctor modificado

TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS			
		1	2	3	4
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11254	11543	11912	11831
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2124	2124	2124	2124
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4533	4822	5191	5110
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm ³	2.134	2.270	2.444	2.406

Tabla 34: Humedad

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES			
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	375.50	392.20	363.50	395.70
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	354.00	360.00	328.00	350.00
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	gr.	21.50	32.20	35.50	45.70
PESO DE SUELO SECO	gr.	354.00	360.00	328.00	350.00
CONTENIDO DE AGUA	%	6.07	8.94	10.82	13.06
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm ³	2.012	2.084	2.205	2.128

Figura 17: Densidad máxima vs Humedad optima

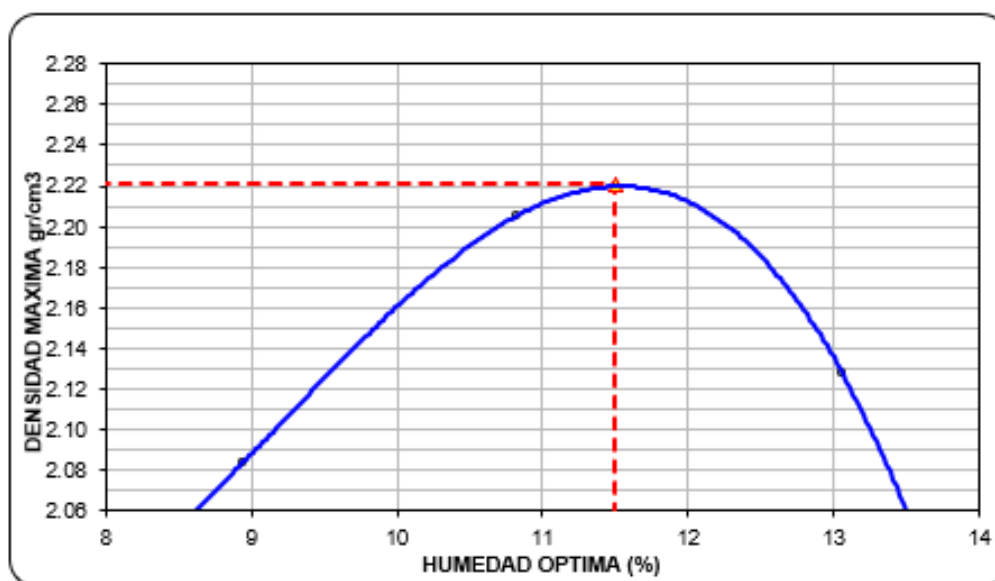


Tabla 35: Densidad máxima y humedad optima

Densidad Máxima	2.22 gr/cm ³	Humedad Optima	11.50%
Densidad Máxima Corregida	gr/cm ³	Humedad Optima Corregida	%

Tabla 36: Compactación

COMPACTACION						
Molde N°	8		1		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13435.00		12902.00		13039.00	
Peso de molde (g)	8232.00		7965.00		8234.00	
Peso del suelo húmedo (g)	5203.00		4937.00		4805.00	
Volumen del molde (cm ³)	2100.00		2098.00		2155.00	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.478		2.353		2.230	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	354.50		364.40		398.80	
Peso suelo seco + tara (g)	317.84		326.70		357.60	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	38.66		37.70		41.20	
Peso de suelo seco (g)	317.84		326.70		357.60	
Contenido de humedad (%)	11.53		11.54		11.52	
Densidad seca (g/cm ³)	2.221		2.110		1.999	

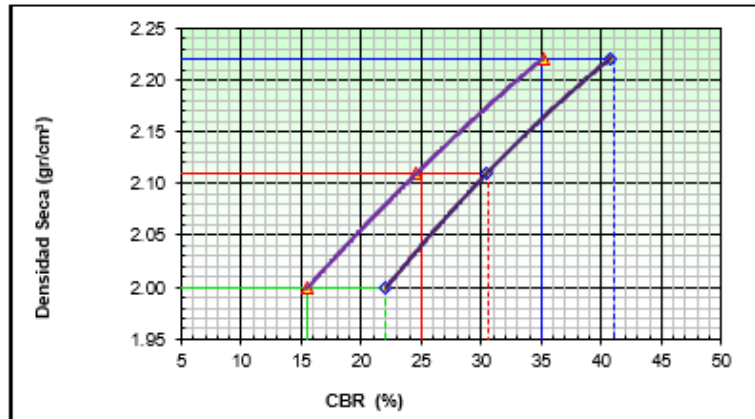
Tabla 37: Expansión

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
4/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
5/10/2021	13:23	24.00	16	0.160	0.1	20	0.200	0.2	30	0.300	0.3
6/10/2021	13:23	48.00	25	0.250	0.2	30	0.300	0.3	56	0.560	0.5
7/10/2021	13:23	72.00	28	0.280	0.2	36	0.360	0.3	57	0.570	0.5
8/10/2021	13:23	96.00	30	0.300	0.3	41	0.410	0.4	76	0.760	0.7

Tabla 38: Penetración

PENETRACION														
PENETRACION mm pulg.		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 8				MOLDE N° 1				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		152	152.0			97	96.8			45	44.7		
1.270	0.500		307	307.3			189	189.0			89	88.8		
1.905	0.750		428	428.5			276	276.2			156	156.0		
2.540	1.000	70.455	537	537.7	500.0	35.2	367	367.4	350.0	24.6	245	245.1	220.0	15.5
3.810	1.500		735	736.1			512	512.7			354	354.4		
5.080	2.000	105.680	901	902.4	870.0	40.8	674	675.0	650.0	30.5	487	487.6	470.0	22.0
6.350	2.500		1005	1006.7			843	844.3			598	598.8		
7.620	3.000		1112	1113.9			933	934.5			712	713.1		
10.160	4.000		1356	1358.4			1198	1200.0			867	868.4		

Figura 18: Densidad seca vs CBR



METODO DE COMPACTACION AASHTO T-180

Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.221

Máxima densidad seca (g/cm³) : 11.50

95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.110

90% Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.999

Tabla 39: Resultados del CBR

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	35	0.2":	41
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	25	0.2":	31
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1":	16	0.2":	22

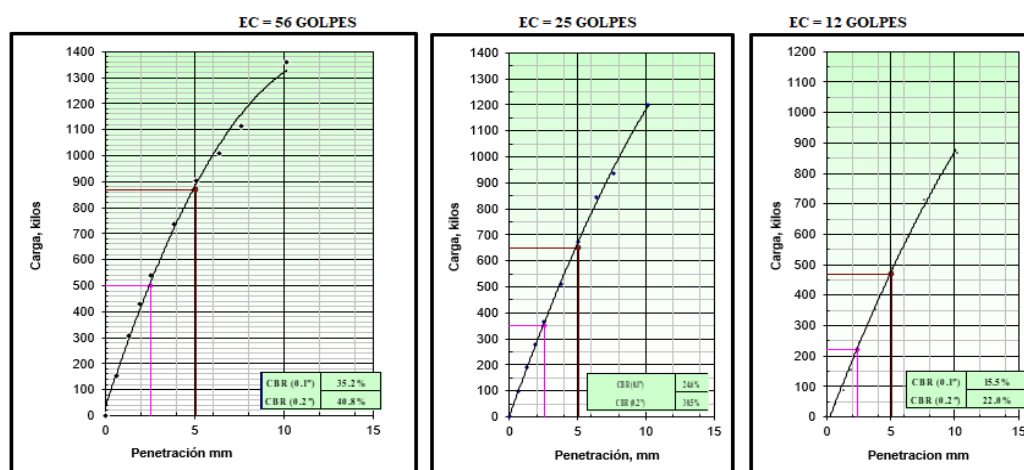
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 35%

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 25%

Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 16%

Figura 19: Gráfica de carga vs Penetración



Objetivos específicos 03. Diseñar la estructura de pavimento sobre subrasante arcilloso estabilizada.

El objetivo del diseño de pavimentos es crear una estructura sostenible y económica que acceda a los carros moverse de manera cómoda y segura durante el período especificado por las condiciones de desarrollo.

DISEÑO POR EL METODO AASHTO 93

El diseño de pavimentos rígidos a nivel internacional ya que se desarrolla a través de un método experimental.

ESPESOR: Está representado por la variable "D", que es el valor a encontrar para el proyecto. Dado que el índice de usabilidad del pavimento final es el valor de desgaste más pequeño que puede alcanzar, se sugiere que para las vías de primer orden (con más tráfico) este valor sea de 2,5 y para las vías excepto valioso - 2,0; Para el valor inicial del Índice de capacidad de servicio, AASTHO alcanzó 4.5 para pavimento rígido y 4.2 para pavimento flexible.

Tabla 40: Serviciabilidad

SERVICIABILIDAD	
Índice de Servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Serviciabilidad inicial.

Para pavimentos

Po= 4.5 pavimento rígido

Po= 4.2 pavimento flexible

Serviciabilidad final

Pt= 2.5 Autopistas

Pt= 2.0 Carreteras

Pt= 1.8 Zonas industriales pavimentación

Pt= 1.8 Urbana principal

Pt= 1.5 Pavimentación urbana secundaria

Entonces:

P= 4.5

O= 2.0

Pt= 0

PSI= 2.5

COEFICIENTE DE DRENAJE (CD)

Son las estructuras que tienen un drenaje adecuado favorecen las estructuras por representar una disminución de espesor.

La calidad del drenaje para la eliminación de la humedad interna de la superficie de la carretera, según lo determinado por AASHTO, se muestra a continuación, definiendo lo siguiente.

Tabla 41: Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	AGUA REMOVIDA EN
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no drena

También muestra el porcentaje de tiempo durante un año que la estructura del pavimento puede estar expuesta a una humedad cercana a la saturación.

Tabla 42: Porcentaje de tiempo

Calidad del drenaje	Porcentaje de Tiempo al cual está Expuesta la Estructura del Pavimento a Niveles de Humedad Próxima a la Saturación			
	Menor a 1%	1–5%	5–25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para nuestro proyecto se consideró que la calidad del drenaje es normal, lo que significa que el agua será removida en 1 semana a lo expresado anteriormente, además, nuestra estructura se considera expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación. más del 25%. Por tanto, se asume:

$$Cd = 0.9$$

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad de una losa para transferir fuerzas cortantes a las losas siguientes, lo que tiene un efecto en la minimización de deformaciones y tensiones en las estructuras del pavimento: cuanto mejor es la transferencia de carga, mejor es el comportamiento de la losa.

Tabla 43: Tipo de pavimento

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	----	2.3 - 2.9	----

MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO (Sc o MR)

El módulo de tracción del concreto se define como la resistencia del hormigón a la tensión crítica, que conduce a la formación de grietas en el hormigón, se relaciona con la resistencia a la compresión del hormigón, tomando un porcentaje de esta última. Es una propiedad del hormigón que afecta significativamente el diseño de pavimentos de hormigón rígido. Dado que los pavimentos de hormigón funcionan principalmente en flexión, se recomienda que sus características de resistencia sean consistentes con ellos, por lo que el diseño tiene en cuenta la resistencia a la flexión del hormigón, que se conoce como S'c o MR suele indicarse a los 28 días.

Concreto 210 kg/cm²

Tabla 44: PSI

TIPO DE PAVIMENTO	(Psi)
Autopista	682.7
Carretera	682.7
Zonas industriales	640.1
Urbanos principales	640.1
Urbanos Secundarios	597.4

$$S'c=32(f'c)^{1/2}$$

$$S'c=K(f'c)^{1/2}$$

	11.00
	463.72 psi
	601.18 psi
S`c =	532.45 psi
S`c =	37.44 kg/cm ²

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec)

El módulo de tracción del hormigón se denomina capacidad, que obedece a la ley de Hooke, es decir, la relación entre el esfuerzo unitario y la deformación unitaria. Está definido por ASTM C469. Sin embargo, si no se dispone de pruebas experimentales para calcular mediante los cuales se puede estimar ya

sea por el módulo de ruptura o por la resistencia a la compresión a la que se utilizará más ampliamente esta relación para determinarla:

$F'c$ = Resistencia a la compresión

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 15000 \times (f'c)^{1/2}$ (En Kg/cm²)

$E_c = 79703$ MPa

$E_c = 217371$ kg/cm²

$E_c = 3091727.98$ psi

CONFIABILIDAD

El valor se relaciona al grado de confiabilidad o confianza de que la estructura del pavimento puede llegar al final del período de facturación en buenas condiciones. La siguiente tabla muestra los niveles de confiabilidad recomendados para las distintas clasificaciones.

Tabla 45: Clasificación de Niveles de Confiabilidad.

Clasificación funcional	Nivel recomendado de confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopistas	85.5–99.9	80 – 99.9
Arterías principales	80– 99	75–95
Colectores de Transito	80– 95	75–95
Carreteras Locales	50– 80	50–80

Dado que el área del proyecto corresponde a una cobertura urbana menor, se asignan los siguientes valores de confiabilidad y desviación estándar normal:

$R = 80.00 \%$

$Z_r = -0.841$

Tabla 46: Desviación estándar (Zr)

Confiabilidad R	Desviación Estándar (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

ERROR O DESVIACIÓN ESTANDAR COMBINADO (So)

Se recomienda utilizar los valores comprendidos dentro de los intervalos siguientes:

Tabla 47: Error estándar Combinado

Variación en la predicción del comportamiento del pavimento	Desviación estándar	
	Rígido	Flexible
Sin errores de transito	0.25	0.35
Con errores de transito	0.35	0.45

$$So = 0.35$$

MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUB RASANTE (K)

El significado de subrasante o soporte de subrasante fue introducido por Westergaard y se indica con la letra "K". Se han propuesto algunas correlaciones "K" basadas en los datos de CBR calculados para Sub Grade, una de las expresiones más aceptadas del ASSHTO como sigue:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$, Si $\text{CBR} \leq 10$ Mpa/m → ...Usar form. siguiente
 $K = 46 + 9.08 (\text{Log CBR})^{4.34}$, Si $\text{CBR} > 10$ Mpa/m → ...Usar esta formula

Según Estudio de Suelos del Terreno de Fundación: **CBR = 11.40 %**

K = 57.55 Mpa/m 57.63 Mpa/m
 57.19 Mpa/m

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$, Si $\text{CBR} \leq 10$ Mpa/m → ...Usar form. siguiente
 $K = 46 + 9.08 (\text{Log CBR})^{4.34}$, Si $\text{CBR} > 10$ Mpa/m → ...Usar esta formula

Datos de la Sub Base:

CBR = 80.00 %

Espesor de la Subbase = 20.00 cm = 8 pulg

K = 194.23 Mpa/m

Módulo de Reacción Compuesto de la Subrasante

K1 (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la sub base granular
 Kc (kg/cm3): Coeficiente de reacción combinado
 K0 (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la subrasante
 h (cm): Espesor de la subbase granular

(Kc) = 73.32 Mpa/m 268.42 pci

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento como el número de repeticiones de carga que el pavimento puede soportar antes de alcanzar las condiciones especificadas de la carretera al final de su vida útil.

El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones de la carga por eje equivalente, que consiste en convertir la masa normal del vehículo en ejes simples de 18 mil libras (8.2 toneladas), lo que se conoce como ESA'L.

TRAFICO ESAL's

$$\text{ESAL's} = \text{IMDA} * 365^{(1+)} - 1$$

ESAL's= 214,961.46

Realizando la fórmula General AASHTO obtenemos:

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación - A) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación - B):

Para: D= 6.6810 pulg. = 16397cm

$$\text{Log}10 (W 18) - Z_r S_o + 0.06 = 6.263 \dots \text{Ecuación (A)}$$

$$7.35 \frac{\text{Log}(D+1)}{10} + \frac{\text{Log}10 \left(\frac{PSI}{1 + \frac{1.624 \cdot 10^7}{(D+1)^{8.46}} \right)}{10} + (4.22 - 0.32 P_t) \frac{\text{Log} \left[\frac{215.63 S'c Cd (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c k)^{0.25}})} \right]}{10} = 6.263 \dots \text{Ecuación (B)}$$

Tabla 48: Espesores

Esesor de la losa de concreto	D= 6.68 pulg
Esesor de la Sub base granular adoptado por	D= 17.00 cm
Proceso constructivo y durabilidad	D= 20.00 cm

V. DISCUSIÓN

Hipótesis General. - Adicionando cemento portland en cantidad optima se estabiliza la subrasante arcillosa

De acuerdo con la adición de cemento portland en la subrasante arcillosa se tiene distintos resultados ya que se agrega cemento en distintas proporciones a la subrasante. La primera es con la adición del 2% que se tiene como resultado de Proctor del 2.19 gr/cm³, una humedad optima del 10.30% y CBR del 14%. La segunda adición es con el 4%, que tiene como resultados de proctor del 2.20 gr/cm³, una humedad optima del 10.40% y un CBR del 19%, la tercera adicionando el 6% que tiene como resultados de proctor del 2.20 gr/cm³, una humedad optima del 10.40% y un CBR del 28%, y finalmente la adición del 8%, que nos da un resultado de proctor del 2.22 gr/cm³, una humedad optima del 11.50% y un CBR del 35%. Con toda esta información se puede decir mientras más porcentaje de cemento portland se adicione a la subrasante, esta mejora sus propiedades mecánicas. Esto se puede contrastar con Mamani (2018) En su tesis titulada: "Análisis de estabilización de suelos con cemento, en componentes estructurales para diseño equivalente de pavimentos rígidos, segmentados y rígido en vías de bajo volumen de tránsito", el cual nos indica que el agregar cemento portland a la subrasante mejora las propiedades mecánicas y físicas del suelo, haciendo que se pueda transitar por esta. Soportando así los estados de carga la cual va a ser sometida en el tiempo, también se recomienda que se use un porcentaje de adición de cemento portland del 10% ya que es en este porcentaje que se nota una mejora considerable de la subrasante. Con esto podemos decir que nuestra hipótesis general es correcta ya que el adicionar cemento portland mejora la estabilización de la subrasante.

Hipótesis Especifica 1.- Determinando el valor de CBR se puede decidir el tipo de estabilización química que se puede realizar.

De acuerdo con los resultados obtenidos del CBR, Límites de consistencia y la clasificación de suelos. Se pudo escoger el tipo de estabilización química que se va a realizar para la subrasante. Los resultados que se obtuvieron correspondientemente son los siguientes: CBR del 10%, LP del 24.36%, LL del 36.20%, IP del 11.84% y una clasificación del suelo según AASHTO – A-6.

Según el manual de carreteras nos indica que según el tipo de suelo que es un A-6 o CL se recomienda una estabilización de suelo con cemento portland o cal, en este caso la estabilización que es más óptima según los resultados obtenidos es una con cemento portland. Esto se puede contrastar con MUÑOZ, Rafael (2013) con su tesis "Estudios de mezclas de áridos reciclados de hormigón y asfáltico estabilizados con cemento para su aplicación en bases y sub bases de carreteras". Nos indica que las propiedades del suelo que rigen el tipo de estabilización que se va a realizar son los ensayos de CBR, Los límites de consistencia y la clasificación de suelos según AASHTO y SUCS, por otra parte, para establecer una estabilización de suelo es necesario determinar el tipo de suelo existente. Se recomienda el uso de la estabilización de suelos con cemento ya que es esta una de las comunes, baratas y sencillas de realizar. Con esto podemos decir que nuestra hipótesis específica 1 es correcta.

Hipótesis Específica 2.- Adicionando cemento portland se incrementa el valor de CBR para estabilizar el suelo.

De acuerdo con los resultados de adición de cemento portland a la subrasante, se obtuvieron distintos resultados de CBR y Proctor Modificado dependiente del porcentaje de adición del cemento. Con el 2% se obtuvo un CBR del 14% y un Proctor del 2.19 gr/cm³. Con el 4 % se tiene un CBR del 19% y un Proctor de 2.20 gr/cm³. Con el 6% se obtuvo un CBR del 28% y un Proctor del 2.20 gr/cm³ y finalmente con un 8% se tuvo un CBR del 35 % y un Proctor del 2.22 gr/cm³. Con esto se puede decir que la adición de cemento a la subrasante mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Esto se puede contrastar con López, José y Ortiz, Grely en su investigación titulada "Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay". Nos indica que la implementación de cemento Portland como estabilizador químico es una de las mejores maneras de poder mejorar tu suelo, ya que esta es una de las comunes, baratas y sencillas de obtener. Por otra parte, se recomienda que al momento de usar el cemento portland se tenga en cuenta los límites de consistencia ya es este dato el que va a regir si está bien o mal estabilizado en conjunto con el CBR y Proctor. Con esto podemos deducir que nuestra hipótesis específica 2 es correcta.

Hipótesis Especifica 3.- Se podrán diseñar adecuadamente la estructura de pavimento rígido de subrasante arcilloso estabilizada con cemento portland.

De acuerdo con los resultados del espesor del pavimento que se realizó, esto nos permite obtener el espesor del pavimento el cual nos ayudará a soportar los estados de carga que estará sometido nuestro pavimento, los espesores que se calcularon en esta investigación son de subbase y base de 20 cm y un espesor de losa de 17 cm. Esto se puede contrastar con Lara (2019) en su investigación “Diseño Estructural del pavimento para mejorar la Transitabilidad vehicular para el sector M’ IID – 20 Alto nuevo Pacasmayo -Distrito de Pacasmayo – La libertad” el cual nos indica que los espesores de la pavimentación son importantes ya que es gracias a esta que nos va a ayudar a soportar los estados de carga a las que va hacer sometido la vía. Con lo anteriormente mencionado deducimos que nuestra hipótesis especifica 3 es correcta ya que se podrán diseñar adecuadamente la estructura de pavimento rígido de subrasante arcilloso estabilizada con cemento portland.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General. - Mejorar subrasante arcillosa con cemento portland en la Calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco, 2021.

Se mejoró la subrasante con cemento portland en la Calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco, 2021. Y se concluye que los datos necesarios para mejorar la subrasante van a depender del porcentaje de adición del cemento, la cual en esta investigación se tuvo un gran cambio de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante con una adición del 6%, las cuales se obtuvieron los siguientes resultados un Proctor del 2.20 gr/cm³, una humedad óptima del 11.40% y un CBR del 28%.

Objetivo Especifico 1.- determinar el valor de CBR de subrasante arcilloso en la Calle Ciro Alegría.

Se determinó el valor del CBR de la subrasante arcillosa en la calle Ciro Alegría, llegando a la conclusión que los resultados que determinaran el CBR de la subrasante son los siguientes: LP del 24.36%, LL del 36.20%, IP del 11.84%, una clasificación del suelo según AASHTO – A-6 y finalmente un CBR del 10%. El cual según el manual de carreteras de indica este es una subrasante regular y que es necesario una estabilización de esta.

Objetivo Especifico 2.-Incrementar el valor de CBR adicionando un porcentaje óptimo de cemento portland.

Se incrementó el CBR adicionando un porcentaje óptimo de cemento portland, concluyendo que mientras más cemento portland adiciones, mejor van a ser las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Esto se puede ver reflejado en las siguientes relaciones que se adiciono a la subrasante: adición del 2% que se tiene como resultado de Proctor del 2.19 gr/cm³, una humedad óptima del 10.30% y CBR del 14%. La segunda adición es con el 4%, que tiene como resultados de Proctor del 2.20 gr/cm³, una humedad óptima del 10.40% y un CBR del 19%, la tercera adicionando el 6% que tiene como resultados de proctor del 2.20 gr/cm³, una humedad óptima del 10.40% y un CBR del 28%, y finalmente la adición del 8%, que nos da un resultado de Proctor del 2.22 gr/cm³, una humedad óptima del 11.50% y un CBR del 28%.

Objetivo Especifico 3.-Diseñar la estructura de pavimento sobre subrasante arcilloso estabilizada.

Se diseñó la estructura de pavimento sobre la subrasante arcillosa estabilizada y se concluye que es gracias a la mejora de esta que se logró diseñar la estructura del pavimento, teniendo como resultado principal los espesores del pavimento que son: espesor de losa de 17 cm y espesor de base y subbase de 20 cm.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la metodología AASHTO 93 para el diseño de pavimentos, ya que se ha demostrado que es más eficaz para determinar el espesor correcto del pavimento.
- Antes de usar la mezcla de cemento, se recomienda utilizar un método que reduzca la permeabilidad de los suelos arcillosos, ya que el cemento aumenta la resistencia al estrés, pero no garantiza que el agua no entre en la mezcla.
- Amplíe este estudio a los diversos tipos de suelo representados en los sistemas que se clasifica para tener una comprensión clara de las mezclas óptimas de cal y cemento para la estabilización de suelos.

REFERENCIAS

1. A. D. Tirano Martínez, C. D. Moyano Cobos y M. E. Riascos Caipe, “Análisis de la resistencia y durabilidad de un suelo-cemento adicionando material no biodegradable polietileno malla Raschel (polisombra) reciclada en diferentes porcentajes en relación con el peso del suelo”, tesis de grado, Universidad de la Salle, Bogotá, 2016, pp. 15-95 [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10185/20564>.
2. AASHTO (1993). “Guide for Design of Pavement Structures”. Estados Unidos: American Association Of State Highway And Transportation Officials.
3. Anabel, Pérez Colmenares y leonardo, Torres Martínez. 2007. análisis costo-beneficio de las estabilizaciones suelo-cemento y suelo-agregado para su uso en construcción y vialidad de pavimentos. Maracaibo: s.n., 2007.
4. ASTM. 2016. American Society for Testing and Materials, Estados Unidos de America Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified soil Classification System). Estados Unidos. Estados Unidos: Designation, 2016. 2487- 11.
5. Ayala. 2015. Estabilización De La Base De Un Pavimento Rígido Con Cemento Portland Tipo I Utilizando Las Canteras El Gavilán Don Lucho Y El Rio Chonta, Cajamarca,2015. Cajamarca: s.n., 2015. pág. 269, Tesis para el Título.
6. Becerra Santillán, A.C.F y A.E., Herrera Gonzales. 2019. Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo Viaforte, Mochica u Qhuna; Lambayeque. 2018. [En línea] 2019. [Citado el: 19 de 05 de 2021.]
7. C. A. Anagnostopoulos, “Strength properties of epoxy resin–soil–cement mixtures”, *Construction Materials*, vol. 170, n.º 3, pp. 123-133, 2016.
8. Castro Gonzales, M. A. y Navarro Pereyra, J.D. 2019. Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico. [En línea] 19 de 07 de 2019. [Citado el: 19 de 05 de 2021.]
9. Ccora, J. & Montenegro, H. (2011). Estudio comparativo del mejoramiento de la base aplicando estabilizadores: emulsión asfáltica, cal y cemento – carretera cañete – Chupaca – tramo km 152+000 – 158+000 (Tesis de

- pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima –Perú.
10. De la Fuente, E. (2013). Suelo - Cemento Sus Usos, propiedades y aplicación. (M. e. Venanzi, Ed.) México: ISBN 968-464-018-8.
 11. De la Fuente, E. (2013). Suelo - Cemento Sus Usos, propiedades y aplicación. (M. e. Venanzi, Ed.) México: ISBN 968-464-018-8.
 12. E-0.20. 2019. Reglamento nacional de edificaciones: Norma "Estabilización de y taludes". Lima. Lima: s.n., 2019. pág. 30.
 13. García. 2019. "Influencia del cemento Portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina". [En línea] 2019. [Citado el: 09 de 05 de 2021.]
 14. Gavilanes. 2015. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal y Cemento para una obra vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Quito: Quito, 2015. pág. 146.
 15. Góngora. 2019. "Influencia de la Cal y el Cemento Portland Tipo I en Subrasante de la Trocha del Distrito de Chilla, Provincia De Pataz -2019". La Libertad, Universidad Privada del Norte. Trujillo: s.n., 2019. pág. 275, tesis para el título.
 16. HIDALGO, Deivys. Análisis comparativo de los procesos de estabilización suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante. Tesis (Ingeniero Civil) Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016. 193pp.
 17. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626119/Castro_GM.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
 18. INDECOPI (1999). NTP. 339.128 – SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 19. INDECOPI (1999). NTP. 339.129 – SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.
 20. INDECOPI (1999). NTP. 339.134 – SUELOS: Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
 21. Instituto de la construcción y gerencia. 2013. Manual de carreteras; Suelos, geología, geotecnia y pavimentos; sección: suelos y pavimentos. 2da edición. Lima: Fondo editorial ICG, 2013. pág. 208. 2013-15344.

22. Izabela Karpisz, Jacek Pyda. 2018. Study of the effect of cement amount on the soil-cement. [En línea] 2018. [Citado el: 23 de 05 de 2021.] <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/365/4/042061/pdf>.
23. Joaquim Tinoco António Alberto, Paulo da Venda, António Gomes. 2016. A Data-Driven Approach for qu Prediction of Laboratory Soil-Cement Mixtures. Portugal: Guimaraes, 2016.
24. JURADO, Carlos, CLAVIJO, Daniel. Estabilización de Suelos con Cemento Tipo MH para mejorar las características Físicas y Mecánicas del material de Subsuelo de la Zona de talleres y cocheras de la PLMQ, sector Quitumbe. Tesis (Ingeniero Civil) Quito: Pontificia Universidad del Ecuador, 2016. 285pp.
25. M. R. Hall, K. B. Najim, P. Keikhaei. 2012. Soil stabilisation and earth construction: materials, properties and techniques. [En línea] 2012. [Citado el: 30 de 05 de 2021.] <http://dx.doi.org/10.1533/9780857096166.2.222>.
26. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013). "Manual de Carreteras: Conservación Vial". Lima.
27. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). "Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima – Perú.
28. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2007). NORMA: E.050 Suelos y Cimentaciones. Lima - Perú: Resolución Ministerial N° 048-97MTC/15.VC, del 27 de enero 1997.
29. MVCS (2010). "Norma Técnica CE.010: Pavimentos Urbanos, Lima, Perú: ed., Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
30. Norma Técnica Peruana para ensayos NTP339.145 "CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en laboratorio (No incluye Proctor).
31. PCA. 2017. Portland Cement Association, Estados Unidos de América. Estados Unidos de América. Estados Unidos de América: s.n., 2017. 60077-1083.
32. RODRIGUEZ Yupanqui, Veronika y SILVA Alcantara, Jordy. Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 126pp.

33. SALAS, Dante. Estabilización de suelos con Adición de Cemento y Aditivo Terrasil para el mejoramiento de la ase del KM 11+000 al KM 9+000 de la carretera Puno - Tiquillaca - Mañazo. Tesis (Ingeniero Civil) Juliaca: Universidad Anadina "Nestor Caceres Velasquez",2017. 279pp.
34. Sánchez, B. & Arquímedes, J. (2015). Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región de Lambayeque. (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán. Pimentel – Perú.
35. Sánchez, M. A. (2014). Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del Cartón Tosagua provincia de Manabi. (Disertación de grado previo a la obtención del título de ingeniero civil). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
36. Stabilisation of Pavement Subgrade Soil Using Lime and Cement. Anil Pandey, Ahsan Rabbani. 2017. 4, s.l. : International Research Journal of Engineering and Technology, 2017.
37. URCIA, Francisco. Estabilización de suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca - Quichuas. Region Huancavelica,2017. Tesis (Ingeniería Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 114pp.
38. Velázquez Pereyra, C. 2018. Influencia del cemento Portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La molina. [En línea] 2018. [Citado el: 19 de 05 de 2021.] file:///C:/Users/Dell/Downloads/INFORME%20TESIS.pdf.
39. VENTURA Martel, Cairo y ALARCON Mestanza, Adilio. Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 154pp.
40. Yang H. Huang. "Pavement Analysis and Design", Prentice Hall, 1993.
41. Yoder, E. J. y Witczak, M. W. (1975). Principles of Pavement Design. John Wiley & Sons Inc, New York, NY.

ANEXOS


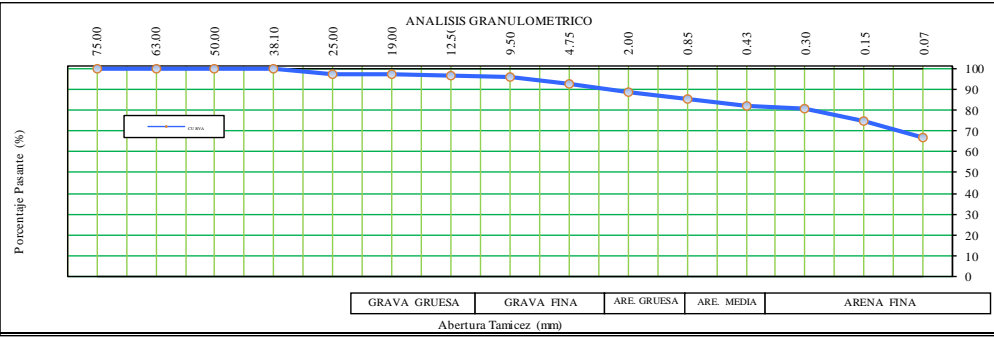
Anexo 1.- Matriz de operacionalización de la variable


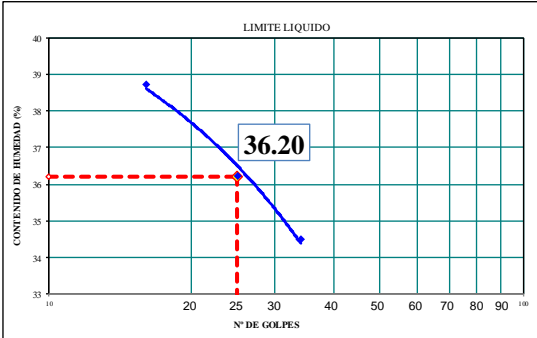
VARIABLE DE LA INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	ESCALA	METODOLGIA
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	La Subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.	Se basa en la normatividad de MTC E 101 en el título correspondiente a estabilización de suelos	Tipo de subrasante CBR de subrasante. Compactación.	razón	TIPO DE INVESTIGACION Aplicada NIVEL DE INVESTIGACION Descriptiva POBLACION Toda la superficie de la calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco. MUESTRA =POBLACION INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION Observación estructurada con formatos validados por expertos.
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO	Es el conformado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.	Se basa en método empírico experimental de la guía AASHTO 93	Parámetros CBR, serviciabilidad, drenaje, Tráfico. Desviación estándar Confiabilidad. Módulo resiliente.	razón	

Anexo 2.- Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPOTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL ¿Cómo podemos mejorar la subrasante arcillosa con cemento portland para diseñar pavimento rígido en calle Ciro Alegría, Distrito San Sebastián-Cusco?	OBJETIVO GENERAL Mejorar subrasante arcillosa con cemento portland en la Calle Ciro Alegría, San Sebastián, Cusco, 2021.	VARIABLE INDEPENDIENTE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	Adicionando cemento portland en cantidad optima se estabiliza la subrasante arcillosa	Tipo de cemento portland	Tipo I	Normas de suelo
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS		HIPOTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo determinar el CBR de la subrasante arcilloso para decidir el tipo de estabilización?	OE1.- determinar el valor de CBR de subrasante arcilloso en la Calle Ciro Alegría.		HE1.- Determinando el valor de CBR se puede decidir el tipo de estabilización química que se puede realizar	Clasificación de suelo	ASSHTO	Normas de cemento
¿Cómo podemos incrementar el valor de CBR adicionando cemento portland con fines de estabilización?	OE2.-Incrementar el valor de CBR adicionando un porcentaje óptimo de cemento portland	VARIABLE DEPENDIENTE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO	HE2.- Adicionando cemento portland se incrementa el valor de CBR para estabilizar el suelo	Ensayos de CBR	VALOR DE CBR	Normas MTC
¿Cómo podemos diseñar la estructura de pavimento en subrasante arcilloso estabilizada con cemento portland?	OE3.-diseñar la estructura de pavimento sobre subrasante arcilloso estabilizada		HE3.- Se podrán diseñar adecuadamente la estructura de pavimento rígido de subrasante arcilloso estabilizada con cemento portland	Metodología de diseño de pavimento	ASSHTO 93	Laboratorio de suelos

Anexo 3.- Ensayos de laboratorio

	INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION									
	ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS									
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO									
	(ASTMD422 / ASTM D 2487 / MTC E204)									
DATOS DEL PROYECTO										
NOMBRE DE TESIS:	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRÍA, SAN SEBASTIÁN -CUSCO,2021"									
NOMBRES Y APELLIDOS	SAN SEBASTIAN									
PROVINCIA	CUSCO			FECHA:	29/09/2021					
DEPARTAMENTO	CUSCO									
DATOS DE LA MUESTRA										
Tipo material:	Arcilla media plasticidad arenosa				----					
ANALISIS GRANULOMETRICO (ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)										
MALLA (Abertura)	PESO	%	%							
PLG.	mm.	RETENIDO (gr.)	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE					
3"	75.00									
2 1/2"	63.00				100.00					
2"	50.00									
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00					
1"	25.00	29.70	2.48	2.48	97.52					
3/4"	19.00	0.00	0.00	2.48	97.52					
1/2"	12.50	12.80	1.07	3.55	96.45					
3/8"	9.50	3.70	0.31	3.86	96.14					
Nº 4	4.75	44.50	3.72	7.58	92.42					
Nº 10	2.00	48.10	3.72	11.30	88.70					
Nº 20	0.85	40.30	3.11	14.41	85.59					
Nº 40	0.43	44.50	3.44	17.85	82.15					
Nº 50	0.30	16.30	1.26	19.11	80.89					
Nº 100	0.15	77.50	5.99	25.10	74.90					
Nº 200	0.07	104.20	8.05	33.15	66.85					
< 200	Fondo	865.1	66.8	100.0	0.0					
CLASIFICACION DEL SUELO										
S.U.C.S. (ASTM D 2487)	CL									
Arcilla media plasticidad arenosa										
AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (6)									
Suelo arcilloso										
DATOS DE LA MUESTRA										
Peso Total del Suelo	1196.00									
Peso de la Fraccion	1196.00									
D ₆₀										
D ₃₀										
D ₁₀										
Cu										
Cc										
Lim Liquido (ASTM D4318)	36.20									
Lim Plastico (ASTM D4318)	24.36									
Indice de Plasticidad	11.84									
% Humedad (ASTM D2216)	10.78									
GRAVA (%)	7.58									
ARENA (%)	25.57									
FINOS (%)	66.85									
ANALISIS GRANULOMETRICO										
										
<table border="1"> <tr> <td>GRAVA GRUESA</td> <td>GRAVA FINA</td> <td>ARE GRUESA</td> <td>ARE MEDIA</td> <td>ARENA FINA</td> </tr> </table>						GRAVA GRUESA	GRAVA FINA	ARE GRUESA	ARE MEDIA	ARENA FINA
GRAVA GRUESA	GRAVA FINA	ARE GRUESA	ARE MEDIA	ARENA FINA						
Abertura Tamiz (mm)										
OBSERVACIONES:										

		INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION			
		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS			
		LIMITE DE CONSISTENCIA			
		(ASTMD 4318/ AASHIO T 89/ MTC E 110,111)			
DATOS DEL PROYECTO					
PROYECTO:	* MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRÍA, SAN SEBASTIÁN –CUSCO.2021				
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MESICANO				
DISTRITO	SAN SEBASTIAN				
PROVINCIA	CUSCO		FECHA:	29/09/2021	
DEPARTAMENTO	CUSCO				
DATOS DE LA MUESTRA					
Tipo material:	ARCILLA MEDIA PLASTICIDAD ARENOSA			----	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)					
RECIPIENTE N°	N°	Y	T	E	Observaciones:
N° DE GOLPES	N°	16	25	34	
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	56.03	55.19	49.72	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	52.07	50.86	46.62	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	41.79	39.09	37.55	
PESO DE AGUA	grs	3.96	4.33	3.10	
PESO DEL SUELO SECO	grs	10.28	11.77	9.07	
% DE HUMEDAD	%	38.52	36.79	34.18	
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
RECIPIENTE N°	N°	A	J		Observaciones:
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	24.45	23.30		
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	23.70	22.69		
PESO DEL RECIPIENTE	grs	20.59	20.21		
PESO DE AGUA	grs	0.75	0.61		
PESO DEL SUELO SECO	grs	3.11	2.48		
% DE HUMEDAD (Límite Plástico)	%	24.12	24.60		
					
LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICIDAD		
36.20	24.36		11.84		
Observaciones:					



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR

(ASTM D - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

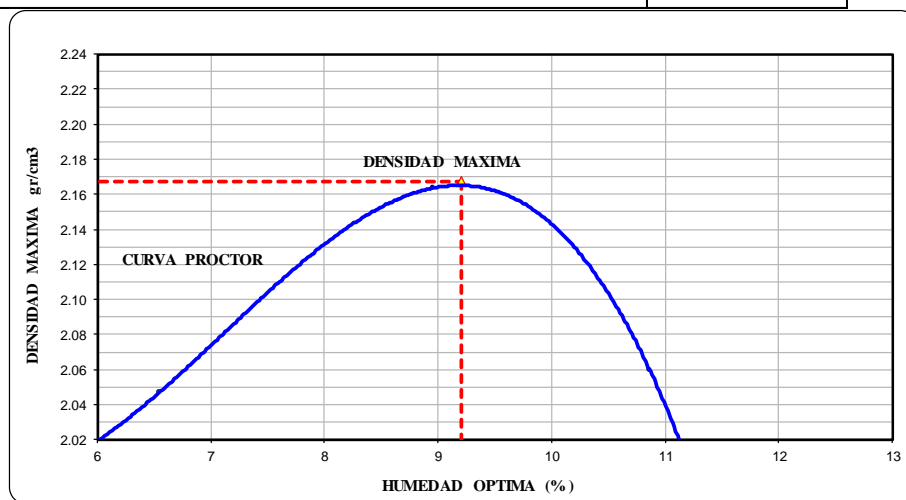
DATOS DEL PROYECTO

NOMBRE DE TESIS:	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIÁN -CUSCO,2021"		
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MESICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		
PROVINCIA	CUSCO	FECHA:	29/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA


TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS				Observaciones:
		1	2	3	4	
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11194	11354	11728	11571	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4473	4633	5007	4850	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm ³	2.106	2.181	2.357	2.283	

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		0	0	0	0	
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	385.50	426.20	317.50	424.50	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	370.00	400.00	291.40	382.90	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	gr.	15.50	26.20	26.10	41.60	
PESO DE SUELO SECO	gr.	370.00	400.00	291.40	382.90	
CONTENIDO DE AGUA	%	4.19	6.55	8.96	10.86	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm ³	2.021	2.047	2.164	2.060	



Densidad Maxima	2.17 gr/cm ³	Humedad Optima	9.20 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm ³	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

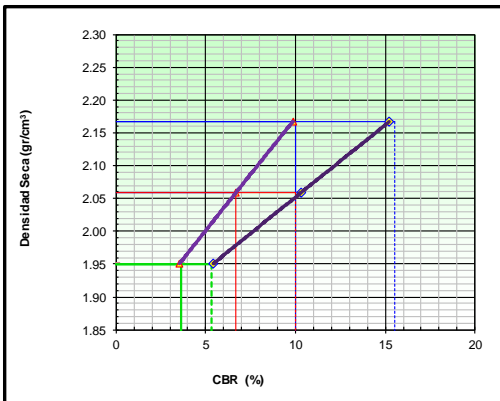
		INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION												
		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS												
		ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)												
		(ASTMD 1883 / AASHTO T-190 / MTC E132)												
NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIÁN -CUSCO,2021"													
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MESCANO													
DISTRITO	SAN SEBASTIAN													
PROVINCIA	CUSCO			FECHA:	29/09/2021									
DEPARTAMENTO	CUSCO													
DATOS DE LA MUESTRA														
COMPACTACION														
Molde N°	9		3		5									
Capas N°	5		5		5									
Golpes por capa N°	56		25		12									
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13662.00		12207.00		11980.00									
Peso de molde (g)	8643.00		7496.00		7345.00									
Peso del suelo húmedo (g)	5019.00		4711.00		4635.00									
Volumen del molde (cm ³)	2120.00		2095.00		2176.00									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.367		2.249		2.130									
Tara (N°)	0		0		0									
Peso suelo húmedo + tara (g)	454.40		395.50		421.10									
Peso suelo seco + tara (g)	416.00		362.10		385.40									
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00									
Peso de agua (g)	38.40		33.40		35.70									
Peso de suelo seco (g)	416.00		362.10		385.40									
Contenido de humedad (%)	9.23		9.22		9.26									
Densidad seca (g/cm ³)	2.167		2.059		1.950									
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
25/09/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0			
26/09/2021	13:23	24.00	34	0.340	0.3	46	0.460	0.4	55	0.550	0.5			
27/09/2021	13:23	48.00	55	0.550	0.5	78	0.780	0.7	102	1.020	0.9			
28/09/2021	13:23	72.00	68	0.680	0.6	97	0.970	0.8	145	1.450	1.3			
29/09/2021	13:23	96.00	89	0.890	0.8	112	1.120	1.0	199	1.990	1.7			
PENETRACION														
PENETRACION mm	CARGA STAND. pulg. kg/cm2	MOLDEN° 9				MOLDEN° 3				MOLDEN° 5				
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.250	35	34.7			16	15.7			12	11.7			
1.270	0.500	67	66.8			35	34.7			23	22.7			
1.905	0.750	92	91.8			54	53.8			41	40.7			
2.540	1.000	70.455	165	165.0	140.0	9.8	80	79.8	95.0	6.7	57	56.8	50.0	3.5
3.810	1.500		212	212.1			160	160.0			76	75.8		
5.080	2.000	105.680	380	380.4	325.0	15.2	200	200.0	220.0	10.3	102	101.9	115.0	5.4
6.350	2.500		438	438.5			309	309.3			165	165.0		
7.620	3.000		512	512.7			383	383.4			189	189.0		
10.160	4.000		621	621.9			412	412.5			214	214.1		



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTM D 1883 / AASHTO T-190 / MTC E132)

NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO,2021"		
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MERICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		FECHA:
PROVINCIA	CUSCO		29/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA



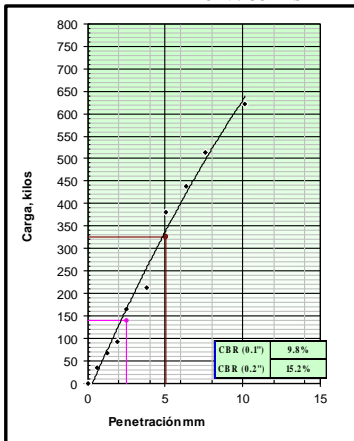
METODO DE COMPACTACION : AASHTO T-180
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.167
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.20
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.059
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.95

C.B.R. al 100% de M.D.S. 0.1"	10	0.2"	16
C.B.R. al 95% de M.D.S. 0.1"	7	0.2"	10
C.B.R. al 90% de M.D.S. 0.1"	4	0.2"	5

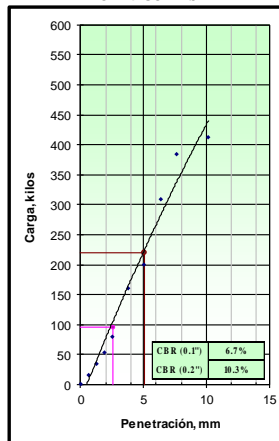
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **10%**
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **7%**
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = **4%**

OBSERVACIONES:

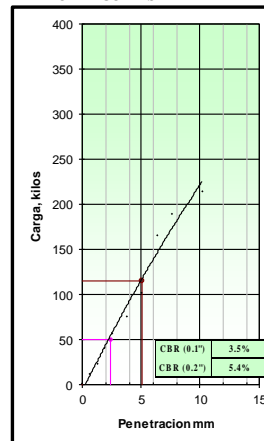
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR

(ASTM D - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

DATOS DEL PROYECTO

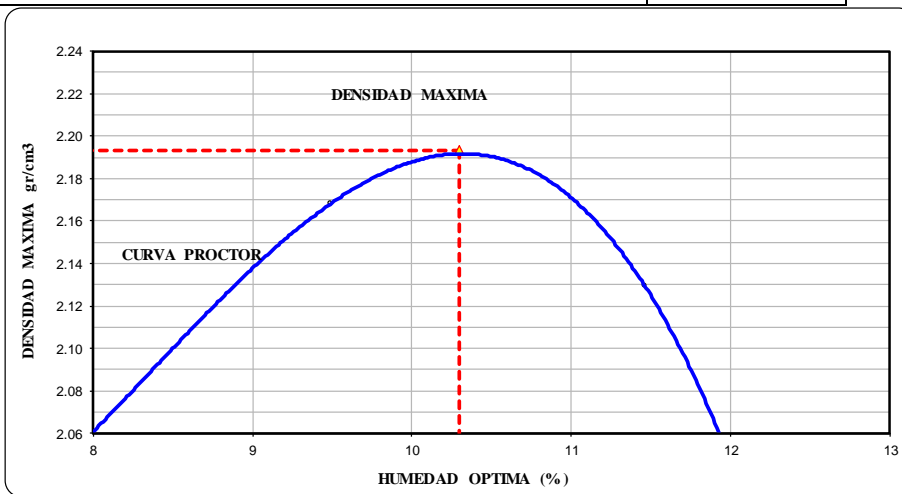
NOMBRE DE TESIS:	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO,2021"		
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MESICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		
PROVINCIA	CUSCO	FECHA:	08/10/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación de Muestra: AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 2% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I


TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS				Observaciones:
		1	2	3	4	
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11232	11423	11763	11763	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4511	4702	5042	5042	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm ³	2.124	2.214	2.374	2.374	

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		1	2	3	4	
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	401.10	372.20	300.00	382.30	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	380.00	345.00	274.00	343.00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	gr.	21.10	27.20	26.00	39.30	
PESO DE SUELO SECO	gr.	380.00	345.00	274.00	343.00	
CONTENIDO DE AGUA	%	5.55	7.88	9.49	11.46	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm ³	2.012	2.052	2.168	2.130	



Densidad Maxima	2.19 gr/cm³	Humedad Optima	10.30 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm ³	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

		INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION												
		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS												
		ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)												
		(ASTM D 1883 / AASHTO T-190 / MTC E 132)												
NOMBRE DE TESIS		"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO,2021"												
NOMBRES Y APELLIDOS		SANTOS JARA MERICANO												
DISTRITO		SAN SEBASTIAN												
PROVINCIA		CUSCO								FECHA:		08/10/2021		
DEPARTAMENTO		CUSCO												
DATOS DE LA MUESTRA														
Ubicación de Muestra:		AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN MAS 2% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I												
COMPACTACION														
Molde N°		3				6				1				
Capas N°		5				5				5				
Golpes por capa N°		56				25				12				
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		13740.00				12639.00				12794.00				
Peso de molde (g)		8596.00				7643.00				8123.00				
Peso del suelo húmedo (g)		5144.00				4996.00				4671.00				
Volumen del molde (cm ³)		2127.00				2174.00				2144.00				
Densidad húmeda (g/cm ³)		2.418				2.298				2.179				
Tara (N°)		0				0				0				
Peso suelo húmedo + tara (g)		433.00				385.40				450.00				
Peso suelo seco + tara (g)		392.60				349.25				407.70				
Peso de tara (g)		0.00				0.00				0.00				
Peso de agua (g)		40.40				36.15				42.30				
Peso de suelo seco (g)		392.60				349.25				407.70				
Contenido de humedad (%)		10.29				10.35				10.38				
Densidad seca (g/cm ³)		2.193				2.083				1.974				
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
04/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0			
05/10/2021	13:23	24.00	31	0.310	0.3	40	0.400	0.3	50	0.500	0.4			
06/10/2021	13:23	48.00	44	0.440	0.4	65	0.650	0.6	93	0.930	0.8			
07/10/2021	13:23	72.00	55	0.550	0.5	88	0.880	0.8	123	1.230	1.1			
08/10/2021	13:23	96.00	70	0.700	0.6	92	0.920	0.8	178	1.780	1.5			
PENEIRACION														
PENEIRACION	CARGA STAND.	MOLDEN°	MOLDEN° 3				MOLDEN° 6				MOLDEN° 1			
			CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		47	46.7			23	22.7			21	20.7		
1.270	0.500		78	77.8			43	42.7			32	31.7		
1.905	0.750		132	131.9			99	98.8			67	66.8		
2.540	1.000	70.455	245	245.1	200.0	14.1	145	144.9	130.0	9.1	93	92.8	85.0	6.0
3.810	1.500		300	300.2			210	210.1			136	135.9		
5.080	2.000	105.680	400	400.4	400.0	18.7	302	302.3	280.0	13.1	178	178.0	175.0	8.2
6.350	2.500		460	460.6			365	365.4			221	221.1		
7.620	3.000		590	590.8			416	416.5			278	278.2		
10.160	4.000		680	681.0			510	510.7			311	311.3		

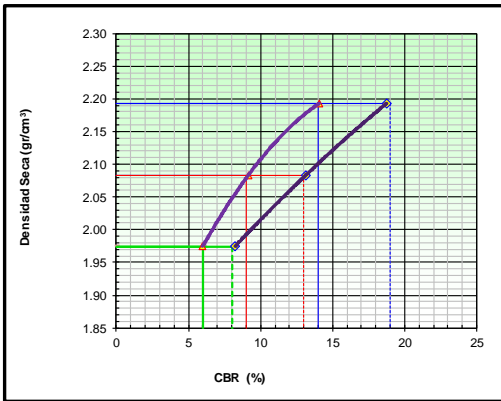


INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTM D 1883 / AASHTO T-190 / MITC E132)

NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO,2021"		
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MERICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		
PROVINCIA	CUSCO		FECHA: 08/10/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación de Muestra:	AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 2% CEMENTO PORTLAND IF TIPO I		
-----------------------	--	--	--



METODO DE COMPACTACION : AASHTO T-180
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.193
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.30
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.083
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.974

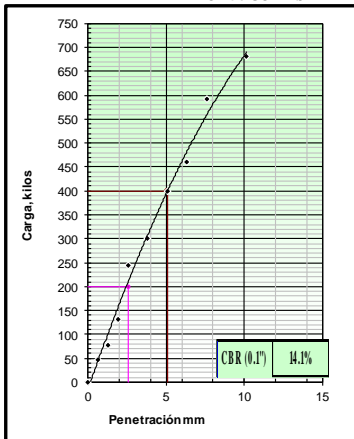
C.B.R. al 100% de M.D.: 0.1"	14	0.2"	19
C.B.R. al 95% de M.D.S. 0.1"	9	0.2"	13
C.B.R. al 90% de M.D.S. 0.1"	6	0.2"	8

RESULTADOS:

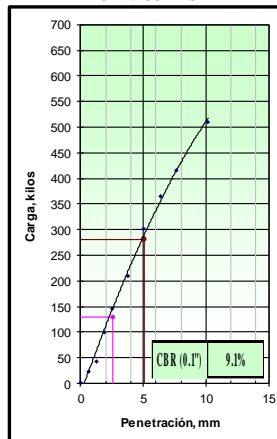
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **14%**
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **9%**
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = **6%**

OBSERVACIONES:

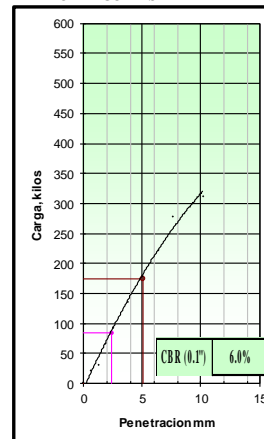
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES





INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR

(ASTMD - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

DATOS DEL PROYECTO

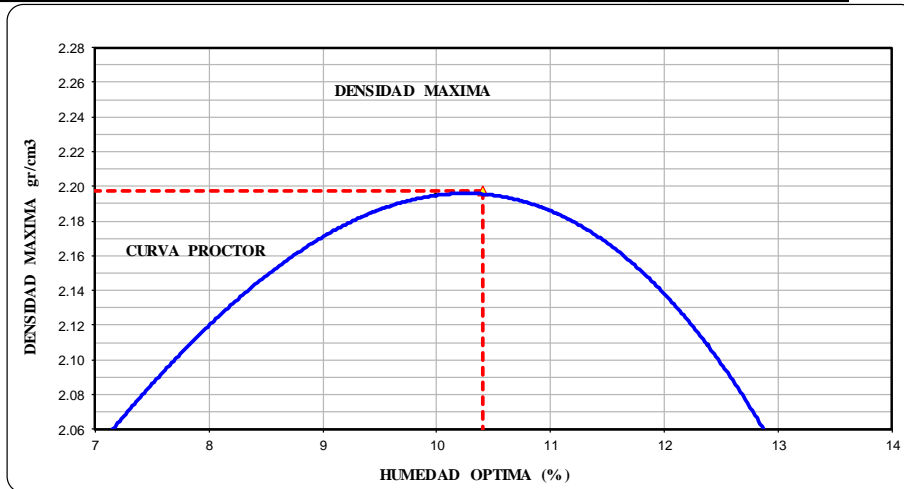
NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO,2021"		
NOMBRES U APELLIDOS	SANTOS JARA MESICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		
PROVINCIA	CUSCO	FECHA:	08/10/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación de Muestra:	AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 4% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I		
Profundidad:	0.00 - 130cm.	Calicata:	1
		Carril:	eje
		Progresiva:	
		N° Muestra:	M - 01


TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS				Observaciones:
		1	2	3	4	
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11122	11390	11849	11753	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4401	4669	5128	5032	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm3	2.072	2.198	2.414	2.369	

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		cod.	0	0	0	
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	354.40	321.20	341.00	401.20	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	334.50	300.00	310.00	357.00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	gr.	19.90	21.20	31.00	44.20	
PESO DE SUELO SECO	gr.	334.50	300.00	310.00	357.00	
CONTENIDO DE AGUA	%	5.95	7.07	10.00	12.38	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm3	1.956	2.053	2.195	2.108	



Densidad Maxima	2.20 gr/cm3	Humedad Optima	10.40 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm3	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

		INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION												
		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS												
		ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)												
		(ASTM D 1883 / AASHTO T-190 / MIC E 132)												
NOMBRE DE TESIS		"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO,2021"												
NOMBRES Y APELLIDOS		SANTOS JARA MESICANO												
DISTRITO		SAN SEBASTIAN												
PROVINCIA		CUSCO				FECHA: 08/10/2021								
DEPARTAMENTO		CUSCO												
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo material:		Base Granular												
Ubicación de Muestra:		AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 4% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I												
Profundidad:		0.00 - 130cm.		Calicata: 1		Carril: eje								
						N° Muestra: M - 01								
COMPACTACION														
Molde N°		5		8		3								
Capas N°		5		5		5								
Golpes por capa N°		56		25		12								
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		13524.00		12786.00		12627.00								
Peso de molde (g)		8432.00		7844.00		8034.00								
Peso del suelo húmedo (g)		5092.00		4942.00		4593.00								
Volumen del molde (cm ³)		2098.00		2145.00		2104.00								
Densidad húmeda (g/cm ³)		2.427		2.304		2.183								
Tara (N°)		0		0		0								
Peso suelo húmedo + tara (g)		342.20		318.30		361.10								
Peso suelo seco + tara (g)		309.90		288.30		327.00								
Peso de tara (g)		0.00		0.00		0.00								
Peso de agua (g)		32.30		30.00		34.10								
Peso de suelo seco (g)		309.90		288.30		327.00								
Contenido de humedad (%)		10.42		10.41		10.43								
Densidad seca (g/cm ³)		2.198		2.087		1.977								
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
04/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0			
05/10/2021	13:23	24.00	26	0.260	0.2	31	0.310	0.3	45	0.450	0.4			
06/10/2021	13:23	48.00	35	0.350	0.3	50	0.500	0.4	74	0.740	0.6			
07/10/2021	13:23	72.00	42	0.420	0.4	65	0.650	0.6	94	0.940	0.8			
08/10/2021	13:23	96.00	60	0.600	0.5	71	0.710	0.6	133	1.330	1.2			
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 5				MOLDE N° 8				MOLDE N° 3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		46	45.7			31	30.7			11	10.7		
1.270	0.500		115	114.9			76	75.8			34	33.7		
1.905	0.750		191	191.0			99	98.8			67	66.8		
2.540	1.000	70.455	263	263.2	260.0	18.3	139	138.9	160.0	11.2	89	88.8	80.0	5.6
3.810	1.500		401	401.4			265	265.2			113	112.9		
5.080	2.000	105.680	508	508.7	500.0	23.4	320	320.3	320.0	15.0	167	167.0	160.0	7.5
6.350	2.500		610	610.9			423	423.5			201	201.0		
7.620	3.000		698	699.0			512	512.7			245	245.1		
10.160	4.000		779	780.2			621	621.9			299	299.2		



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTMD 1883 / AASHTO T-190 / MTC E132)

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO,2021"

NOMBRES Y APELLIDOS: SANTOS JARA MERICANO

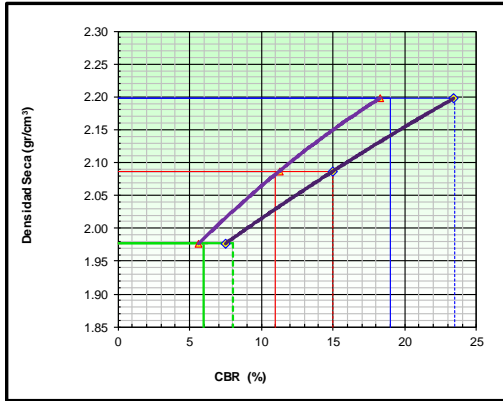
PROVINCIA: CUSCO FECHA: 08/10/2021

DEPARTAMENTO: CUSCO

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación de Muestra: AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 4% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I

Profundidad: 0.00 - 130cm. N° Muestra: **M - 01**



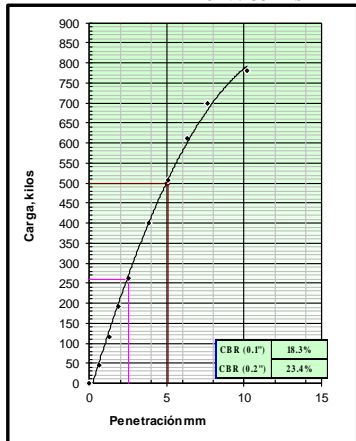
METODO DE COMPACTACION : AASHTO T-180
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.197
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.40
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.087
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.977

C.B.R. al 100% de M.D.S 0.1"	19	0.2"	24
C.B.R. al 95% de M.D.S 0.1"	11	0.2"	15
C.B.R. al 90% de M.D.S 0.1"	6	0.2"	8

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **19%**
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **11%**
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = **6%**

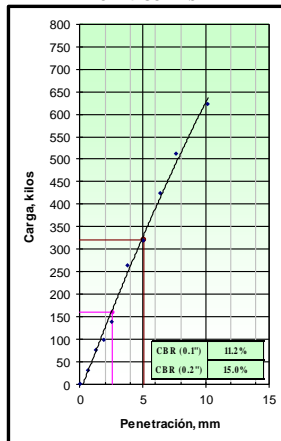
OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



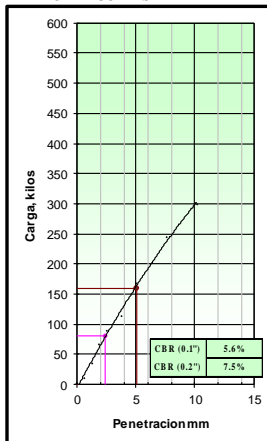
CBR (0.1")	18.3%
CBR (0.2")	23.4%

EC = 25 GOLPES



CBR (0.1")	11.2%
CBR (0.2")	15.8%

EC = 12 GOLPES



CBR (0.1")	5.6%
CBR (0.2")	7.5%



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR

(ASTMD - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

DATOS DEL PROYECTO

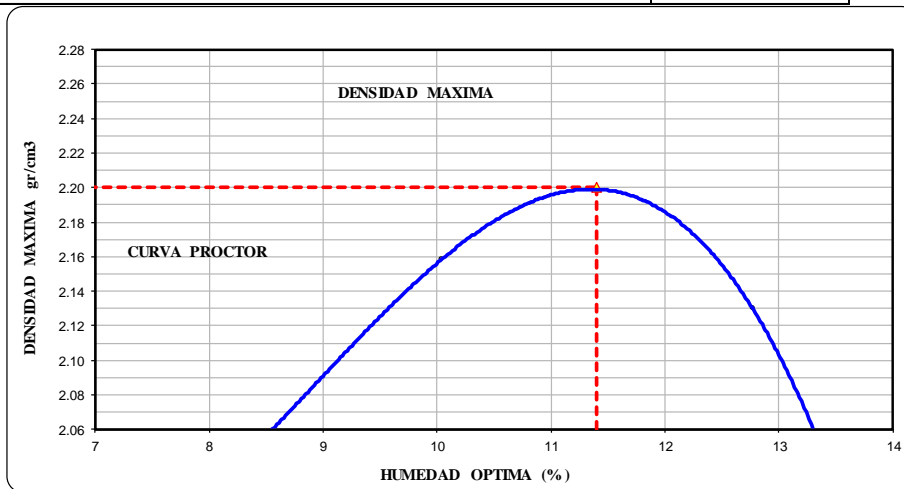
NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIÁN -CUSCO,2021"		
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MESICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		
PROVINCIA	CUSCO	FECHA:	08/10/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación de Muestra:	AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 6% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I		
Profundidad:	0.00 - 130cm.	Calicata:	1
		Carril:	eje
		Progresiva:	
		N° Muestra:	M - 01


TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS				Observaciones:
		1	2	3	4	
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11176	11399	11765	11823	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4455	4678	5044	5102	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm3	2.097	2.202	2.375	2.402	


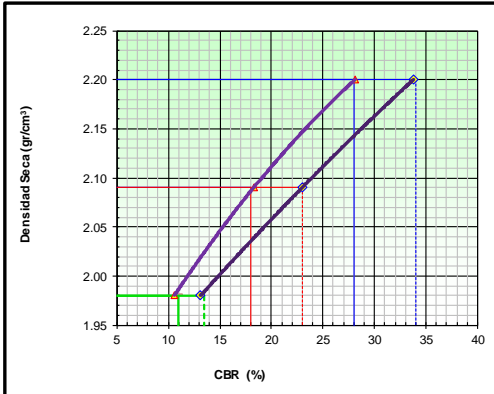
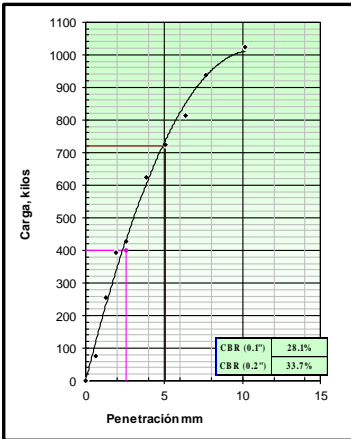
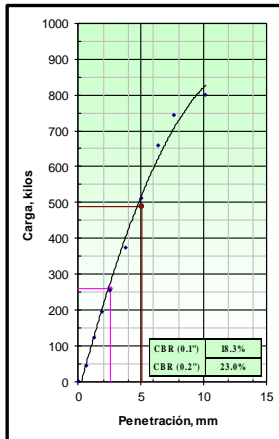
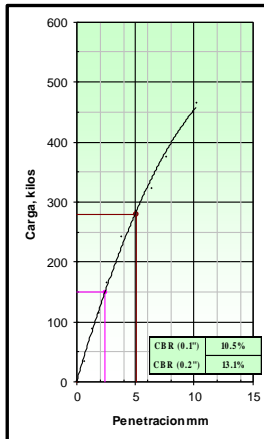
HUMEDAD	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		1	2	3	4	
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	421.10	412.20	310.30	350.70	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	396.00	381.00	282.00	311.00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	gr.	25.10	31.20	28.30	39.70	
PESO DE SUELO SECO	gr.	396.00	381.00	282.00	311.00	
CONTENIDO DE AGUA	%	6.34	8.19	10.04	12.77	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm3	1.972	2.036	2.158	2.130	



Densidad Maxima	2.20 gr/cm3	Humedad Optima	11.40 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm3	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

		INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION												
		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS												
		ENSAYO DE LA RELACION DESOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)												
		(ASTMD 1883 / AASHTO T-190 /MTC E132)												
NOMBRE DE TESIS	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIÁN -CUSCO,2021*													
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MERICANO													
DISTRITO	SAN SEBASTIAN													
PROVINCIA	CUSCO			FECHA:	08/10/2021									
DEPARTAMENTO	CUSCO													
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo material:	Base Granular													
Ubicación de Muestra:	AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 6% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I													
Profundidad:	0.00 - 130cm.		Calicata	1		N° Muestra:	M - 01							
			Carril:	eje										
COMPACTACION														
Molde N°	5		8		3									
Capas N°	5		5		5									
Golpes por capa N°	56		25		12									
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13495.00		12893.00		12975.00									
Peso de molde (g)	8322.00		7811.00		8135.00									
Peso del suelo húmedo (g)	5173.00		5082.00		4840.00									
Volumen del molde (cm ³)	2111.00		2183.00		2194.00									
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.450		2.328		2.206									
Tara (N°)	0		0		0									
Peso suelo húmedo + tara (g)	422.20		401.40		382.20									
Peso suelo seco + tara (g)	379.00		360.30		343.00									
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00									
Peso de agua (g)	43.20		41.10		39.20									
Peso de suelo seco (g)	379.00		360.30		343.00									
Contenido de humedad (%)	11.40		11.41		11.43									
Densidad seca (g/cm ³)	2.200		2.090		1.980									
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
04/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0			
05/10/2021	13:23	24.00	20	0.200	0.2	25	0.250	0.2	35	0.350	0.3			
06/10/2021	13:23	48.00	31	0.310	0.3	36	0.360	0.3	65	0.650	0.6			
07/10/2021	13:23	72.00	33	0.330	0.3	48	0.480	0.4	85	0.850	0.7			
08/10/2021	13:23	96.00	35	0.350	0.3	55	0.550	0.5	90	0.900	0.8			
PENETRACION														
PENEIRACION mm	CARGA STAND. pulg. kg/cm2	MOLDEN° 5			MOLDEN° 8			MOLDEN° 3						
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION					
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0					
0.635	0.250	76	75.8		45	44.7		34	33.7					
1.270	0.500	254	254.2		123	122.9		89	88.8					
1.905	0.750	394	394.4		196	196.0		115	114.9					
2.540	1.000	70.455	425	425.5	400.0	28.1	254	254.2	260.0	18.3	165	165.0	150.0	10.5
3.810	1.500	621	621.9		375	375.4		243	243.1					
5.080	2.000	105.680	721	722.1	720.0	33.7	512	512.7	490.0	23.0	286	286.2	280.0	13.1
6.350	2.500	812	813.3		658	659.0		322	322.3					
7.620	3.000	934	935.5		742	743.1		376	376.4					
10.160	4.000	1021	1022.7		799	800.2		465	465.6					

		INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION													
		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS													
		ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
		(ASTM D 1883 / AASHTO T-190 / MITC E132)													
NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO, 2021"														
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MERICANO														
DISTRITO	SAN SEBASTIAN														
PROVINCIA	CUSCO	FECHA:	08/10/2021												
DEPARTAMENTO	CUSCO														
DATOS DE LA MUESTRA															
Ubicación de Muestra:		AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 6% CEMENTO PORTLAND IF TIPO I													
Profundidad:	0.00 - 130cm.	Nº Muestra:	M - 01												
		METODO DE COMPACTACION : AASHTO T-180 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 2.200 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.40 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 2.090 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 1.98													
		<table border="1"> <tr> <td>C.B.R. al 100% de M.D. 0.1"</td> <td>28</td> <td>0.2"</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 95% de M.D.S. 0.1"</td> <td>18</td> <td>0.2"</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 90% de M.D.S. 0.1"</td> <td>11</td> <td>0.2"</td> <td>14</td> </tr> </table>		C.B.R. al 100% de M.D. 0.1"	28	0.2"	34	C.B.R. al 95% de M.D.S. 0.1"	18	0.2"	23	C.B.R. al 90% de M.D.S. 0.1"	11	0.2"	14
C.B.R. al 100% de M.D. 0.1"	28	0.2"	34												
C.B.R. al 95% de M.D.S. 0.1"	18	0.2"	23												
C.B.R. al 90% de M.D.S. 0.1"	11	0.2"	14												
		RESULTADOS: Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 28% Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 18% Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 11%													
		OBSERVACIONES: 													
EC = 56 GOLPES 		EC = 25 GOLPES 													
		EC = 12 GOLPES 													



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR

(ASTM D - 1557 / AASHTO T 180 / MTC E115)

DATOS DEL PROYECTO

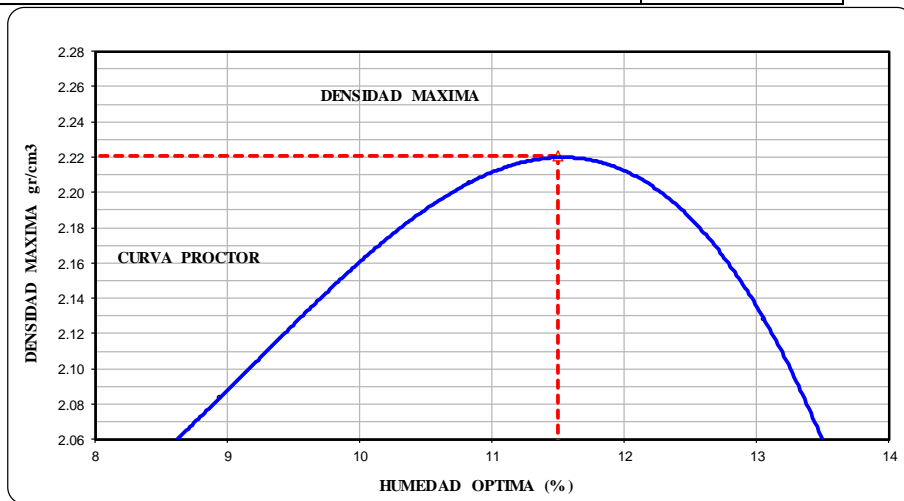
NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO, 2021"		
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MESICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		FECHA: 29/09/2021
PROVINCIA	CUSCO		
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación de Muestra: AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 8% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I			
Profundidad: 0.00 - 130cm.	Calicata: 1	Carril: eje	Progresiva: M - 01


TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)	UND	PUNTOS				Observaciones:
		1	2	3	4	
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11254	11543	11912	11831	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4533	4822	5191	5110	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm ³	2.134	2.270	2.444	2.406	

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		cod.	1	2	3	
RECIPIENTE N°		0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	375.50	392.20	363.50	395.70	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	354.00	360.00	328.00	350.00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	gr.	21.50	32.20	35.50	45.70	
PESO DE SUELO SECO	gr.	354.00	360.00	328.00	350.00	
CONTENIDO DE AGUA	%	6.07	8.94	10.82	13.06	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm ³	2.012	2.084	2.205	2.128	



Densidad Maxima	2.22 gr/cm ³	Humedad Optima	11.50 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm ³	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

		INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION												
		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS												
		ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)												
		(ASTMD 1883 / AASHTO T-190 / MTC E132)												
NOMBRE DE TESIS		"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO, 2021"												
NOMBRES Y APELLIDOS		SANTOS JARA MERICANO												
DISTRITO		SAN SEBASTIAN												
PROVINCIA		CUSCO								FECHA:		29/09/2021		
DEPARTAMENTO		CUSCO												
DATOS DE LA MUESTRA														
Tipo material:		Base Granular												
Ubicación de Muestra:		AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 8% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I												
Profundidad:		0.00 - 130cm				Calicata		1		Carri:		eje		
		N° Muestra: M - 01												
COMPACTACION														
Molde N°		8				1				6				
Capas N°		5				5				5				
Golpes por capa N°		56				25				12				
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		13435.00				12902.00				13039.00				
Peso de molde (g)		8232.00				7965.00				8234.00				
Peso del suelo húmedo (g)		5203.00				4937.00				4805.00				
Volumen del molde (cm³)		2100.00				2098.00				2155.00				
Densidad húmeda (g/cm³)		2.478				2.353				2.230				
Tara (N°)		0				0				0				
Peso suelo húmedo + tara (g)		354.50				364.40				398.80				
Peso suelo seco + tara (g)		317.84				326.70				357.60				
Peso de tara (g)		0.00				0.00				0.00				
Peso de agua (g)		36.66				37.70				41.20				
Peso de suelo seco (g)		317.84				326.70				357.60				
Contenido de humedad (%)		11.53				11.54				11.52				
Densidad seca (g/cm³)		2.221				2.110				1.999				
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
04/10/2021	13:23	0.00	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0			
05/10/2021	13:23	24.00	16	0.160	0.1	20	0.200	0.2	30	0.300	0.3			
06/10/2021	13:23	48.00	25	0.250	0.2	30	0.300	0.3	56	0.560	0.5			
07/10/2021	13:23	72.00	28	0.280	0.2	36	0.360	0.3	57	0.570	0.5			
08/10/2021	13:23	96.00	30	0.300	0.3	41	0.410	0.4	76	0.760	0.7			
PENETRACION														
PENEIRACION		CARGA STAND.	MOLDEN° 8				MOLDEN° 1				MOLDEN° 6			
			CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	puhg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.250		152	152.0			97	96.8			45	44.7		
1.270	0.500		307	307.3			189	189.0			89	88.8		
1.905	0.750		428	428.5			276	276.2			156	156.0		
2.540	1.000	70.455	537	537.7	500.0	35.2	367	367.4	350.0	24.6	245	245.1	220.0	15.5
3.810	1.500		735	736.1			512	512.7			354	354.4		
5.080	2.000	105.680	901	902.4	870.0	40.8	674	675.0	650.0	30.5	487	487.6	470.0	22.0
6.350	2.500		1005	1006.7			843	844.3			598	598.8		
7.620	3.000		1112	1113.9			933	934.5			712	713.1		
10.160	4.000		1356	1358.4			1198	1200.0			867	868.4		

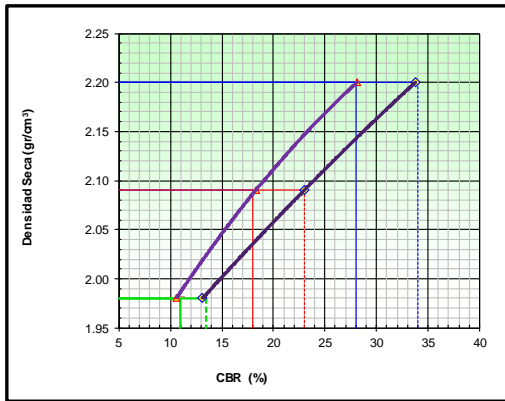


INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTMD 1883 / AASHTO T-190 / MTC E132)

NOMBRE DE TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSO ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DISEÑAR PAVIMENTO RIGIDO EN AVENIDA CIRO ALEGRIA, SAN SEBASTIAN -CUSCO.2021"		
NOMBRES Y APELLIDOS	SANTOS JARA MERICANO		
DISTRITO	SAN SEBASTIAN		FECHA: 08/10/2021
PROVINCIA	CUSCO		
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA

Ubicación de Muestra:	AVENIDA CIRO ALEGRIA SAN SEBASTIAN MAS 6% CEMENTO PORTLAND IP TIPO I		
Profundidad:	0.00 - 130cm.	N° Muestra:	M - 01



METODO DE COMPACTACION : AASHTO T-180
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.200
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.40
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.090
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.98

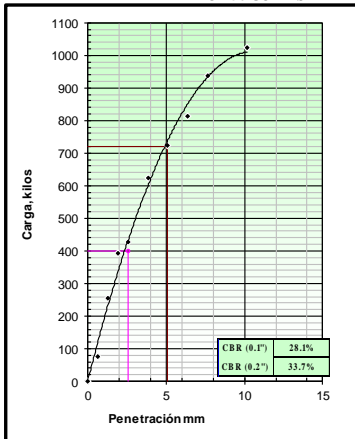
C.B.R. al 100% de M.D.:0.1"	28	0.2"	34
C.B.R. al 95% de M.D.S.0.1"	18	0.2"	23
C.B.R. al 90% de M.D.S.0.1"	11	0.2"	14

RESULTADOS:

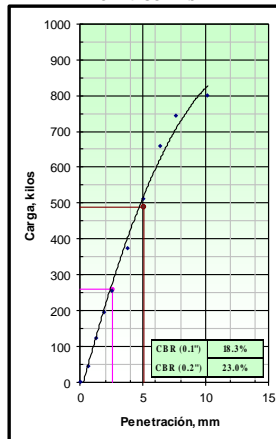
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 28%
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 18%
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 11%

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

