



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**Título de la Tesis**

“Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento portland, en Distrito Inkawasi– Cusco – 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Bach. Quispe Suma, Yulisa ([0000-0002-9865-279X](mailto:0000-0002-9865-279X))

Bach. Venero Delgado, Ruth Mery ([0000-0002-7844-5865](mailto:0000-0002-7844-5865))

**ASESOR:**

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo ([0000-0001-8625-3989](mailto:0000-0001-8625-3989))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura Vial

CALLAO – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

A, DIOS todo Poderoso el supremo investigador y Santísima VIRGEN MARÍA, por estar siempre presente en mí derramando sus dones, guiándonos por el camino de la Sabiduría, Inteligencia y Ciencia, brindándonos los medios necesarios para existir, por dejarnos vivir en perfecta paz y armonía, darnos siempre más de lo que merecemos.

A Venero Quispe Anthony de manera muy especial por brindarnos su apoyo incondicional en todo el proceso de la elaboración de la tesis.

## AGRADECIMIENTO

Gracias a la creación, porque vislumbro que soy una obra magistral surgida de la inmensidad de DIOS, quien me guía por el sendero del bien, darme sabiduría y vida para culminar con éxito una etapa más de mi vida.

Se da un agradecimiento especial y personal por procurar que el trabajo de investigación concluya satisfactoriamente, donde tuvimos momentos placenteros e infernales durante la etapa de la vida universitaria, como también en la presente ejecución de tesis.

A nuestros queridos PADRES, en muestra de agradecimiento por la educación, valores principios y consejos, quienes han contribuido para el sustento de nuestros estudios superiores.

Expreso mi más profundo agradecimiento y reconocimiento a la Universidad Cesar Vallejo, esencia notable de mi formación Profesional. Especialmente a la Facultad de Ingeniería y en exclusivo a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Agradecemos al Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo, por su desempeño brindado como asesor, por su apoyo constante para la culminación del presente trabajo de tesis de principio a fin.

Agradecemos al ing. David Beltrán Godoy de manera especial por su apoyo brindado en el transcurso de la formación académica con sus sugerencias y apoyo incondicional.

## RESUMEN

La tesis se realizó con una finalidad de mejorar la resistencia mecánica a la subrasante del suelo, donde se hizo el estudio de la carretera, se tomó las muestras para los ensayos correspondientes siguiendo las normas del manual de carreteras MTC.

Para determinar la resistencia mecánica con adición de cemento nos guiamos a los resultados del tipo de suelo según AASTHO, con la finalidad de proponer las dosificaciones, al 8%,12%,16% por lo tanto se hicieron los ensayos correspondientes para determinar en cuanto mejora el CBR.

El óptimo contenido de adición de cemento portland I, se realizó una comparación de las tres dosificaciones ya mencionadas, donde se obtuvo 13%, 18% y 28% de CBR al 95% de M.D.S. se consideró al 12% ya que se obtuvo un 18% de CBR y que se encuentra en una categoría de subrasante buena.

Mejoramiento con adición de cemento tipo I es una opción óptima para poder incrementar la resistencia en suelos arcillosos de baja y mediana plasticidad, que se encuentran en la categoría de subrasante de CBR de 6 % incrementando la resistencia al 18% de CBR al 95 % de M.D.S. con la dosificación del 12% de cemento

El aporte de la investigación es en beneficio a la población con el objetivo de mejorar el suelo de estudio con adición de cemento en los porcentajes ya mencionados, lo cual es óptimo tales dosificaciones para incrementar la resistencia mecánica.

Palabra clave: mejorar, suelo, subrasante, cemento.

## ABSTRACT

The thesis was carried out in order to improve the mechanical resistance to the subgrade of the soil, where the study of the road was made, samples were taken for the corresponding tests following the rules of the MTC road manual.

To determine the mechanical resistance with the addition of cement, we are guided by the results of the type of soil according to AASTHO, in order to propose the dosages, at 8%, 12%, 16%, therefore the corresponding tests were carried out to determine how much improves CBR.

The optimal content of addition of Portland cement I, a comparison of the three aforementioned dosages was made, where 13%, 18% and 28% of CBR were obtained at 95% of M.D.S. 12% was considered as 18% CBR was obtained and it is in a good subgrade category.

Improvement with the addition of type I cement is an optimal option to be able to increase the resistance in clay soils of low and medium plasticity, which are in the category of subgrade of CBR of 6% increasing the resistance to 18% of CBR to 95% of MDS with 12% cement dosage

The contribution of the research is for the benefit of the population with the aim of improving the study soil with the addition of cement in the percentages already mentioned, which is optimal in such dosages to increase mechanical resistance.

Keyword: improve, soil, subgrade, cement.

## Contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
Índice de figuras.....	2
Índice de tablas .....	3
I. INTRODUCCIÓN .....	4
II. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Métodos de análisis de datos .....	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
III. RESULTADOS.....	17
IV. DISCUSIÓN .....	22
V. CONCLUSIONES .....	25
VI. RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA .....	27
ANEXOS .....	31

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del distrito de Inkawasi .....	4
Figura 2. Comparación de CBR .....	21
Figura 3. Carretera de Inkawasi .....	73
Figura 4. Deformaciones en la carretera de Pacaybamba - Amaybamba .....	73
Figura 5. Carretera de Pacaybamba - Amaybamba .....	74
Figura 6. Trazo de la calicata 01 .....	74
Figura 7. Posición de la calicata 02 .....	75
Figura 8. Calicata N° 03 .....	75
Figura 9. Excavación y toma de muestras .....	76
Figura 10. Clasificación de suelos por Tamizado .....	76
Figura 11. Ensayo de Límites de Consistencia .....	77
Figura 12. Ensayo para determinación del límite plástico .....	77
Figura 13. Realizando los golpes de compactación para el ensayo proctor .....	78
Figura 14. Molde para compactación – Proctor Modificado .....	78
Figura 15. Dosificación de cemento portland tipo I .....	78
Figura 16. Ensayo de CBR.....	78
Figura 17. Resultados de CBR con adición de cemento portland .....	78
Figura 18. Adición de cemento portland .....	78

## Índice de tablas

Tabla 1. Categorías de la subrasante .....	10
Tabla 2. Los suelos están clasificados .....	11
Tabla 3. Los suelos y su clasificación .....	12
Tabla 4. De AASHTO - SUCS .....	12
Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
Tabla 6. Comparación de análisis granulométrico .....	17
Tabla 7. Comparación de límites de consistencia .....	18
Tabla 8. Cuadro de comparación .....	18
Tabla 9. Comparación de clasificación de suelos .....	18
Tabla 10. Resultados de proctor .....	19
Tabla 11. Comparación de CBR.....	19
Tabla 12. Dosificación de cemento .....	20
Tabla 13. Matriz de consistencia .....	31
Tabla 14. Matriz de operacionalización de variables .....	33



## I. INTRODUCCIÓN

El problema a la actualidad que se vive en el distrito de Inkawasi, viene siendo el tema de la calidad de los suelos existentes que presentan baja capacidad, la cual necesita ser mejorado o cambiado por otro material que cumpla con la norma del MTC. La población se muestra insatisfecha ya que perjudica el acceso vehicular de los habitantes de la zona, actualmente no hay ningún pronunciamiento por parte de la municipalidad local, por tal razón se ve por conveniente realizar el presente estudio para así poder saber la resistencia mecánica de subrasante en la carretera de Amaybamba.

La **realidad problemática**, el valle de Inkawasi en la actualidad la carretera de Pacaybamba - Amaybamba presenta baja resistencia de suelo, según el estudio realizado es un suelo arcilloso de baja o mediana plasticidad, donde optamos estabilizar utilizando cemento portland tipo I para incrementar la resistencia siguiendo las normas del manual de carreteras MTC. Para realizar esta investigación se realizara la recopilación de datos en la zona de estudio, se procederá hacer los análisis de laboratorio, con el objetivo de conocer el CBR de suelo natural, para así mejorar la resistencia adicionando cemento en los porcentajes 8%, 12% y 16 % y verificar en cuanto incrementa el CBR después de hacer las dosificaciones mencionadas.

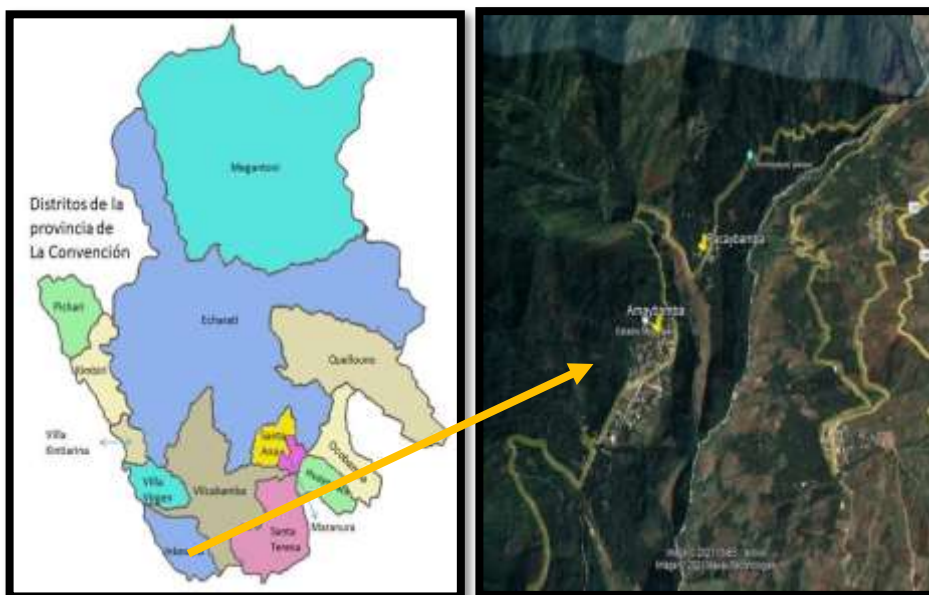


Figura 1. Ubicación del distrito de Inkawasi

Ante esta problemática presentada se plantea lo siguiente: como problema **general** ¿De qué manera mejora el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland Tipo I? Como problemas **específicos** de esta investigación son: ¿Cómo determinamos la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso?, ¿Cómo determinamos la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso adicionando cemento portland? y ¿Cómo determinamos el óptimo contenido de adición de cemento portland para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso?

El trabajo de investigación se realizara con la finalidad de realizar un mejoramiento para incrementar la resistencia mecánica a nivel de la subrasante en la carretera de Amaybamba, donde se ira a la zona para tomar muestras, antecedente que nos ayudaran en la realización de estudio y evaluar las ventajas técnicas del mejoramiento de suelos con cemento portland tipo I, los suelos arcillosos pueden generar problemas ya que la resistencia no es adecuada.

Para estos problemas nos planteamos los siguientes objetivos: Mejorar el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland, constituye el **objetivo general** que nos lleva a plantear los siguientes **objetivos específicos**: Determinar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.

Determinar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso adicionando cemento portland.

Determinar el óptimo contenido de adición de cemento portland para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.

Para los objetivos planteados de tienen las siguientes hipótesis: como **hipótesis general** Se logra mejorar el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland y como **hipótesis específicos** tenemos los siguientes: Se determinó adecuadamente la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.

Se determinó que el cemento portland influye en la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.

Se analizó el óptimo contenido de adición de cemento portland para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.

### **El marco teórico comprende antecedentes internacionales nacionales y las definiciones y los conceptos relacionados con la investigación**

Como Antecedentes internacionales, en la tesis de (Garcia, 2019), titulado: “*Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín*” (Universidad Católica de Colombia), el objetivo en esta tesis es mejorar las propiedades físicas del suelo para aumentar su resistencia, durabilidad e impermeabilidad. La finalidad es saber su capacidad mecánica con la mezcla suelo-cemento en un tipo de arcilla. Se utilizara un suelo caolín, es muy estable este tipo de agregado mineral proviene de la caolinita, donde dosificaron el cemento en porcentajes de 0 a 12% de peso en masa. Como conclusión se determinó que la incorporación de cemento es favorable en suelos blandos, están técnica pueden ser usados en suelos finos, hasta alcanzar resistencia altas para sustituir la capa sub base de un pavimento.

El artículo de (Ospina - Garcia, Chaves - Pabon, & Jimenez - Sicacha, 2020) titulado “*Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero*”. (Rev.investig.desarro.innov., 11 (1), 185-196). En la zona central de Colombia las características de los suelos son muy pobres, la subrasante se califica como suelos blandos por tal motivo las estructuras del pavimento necesitan un gran espesor a lo normal empleado. Si mejora la subrasante con la adición de mezcla de escoria de acero, se comparara los criterios de calidad para la construcción de una vía. La mezcla de escoria de acero con arcilla caolinita, la dosificación se estableció gradualmente en porcentajes de 25, 50 y 75% utilizando el tamiz número 4. Como conclusión la dosificación de escoria de acero es muy bueno para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de arcilla caolinita a nivel de una subrasante.

En esta tesis de (Parra, 2018), titulado: “*Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante.*” (Universidad Católica de Colombia), el objetivo es hacer comparaciones para mejorar el suelo, dicho estudio permitió saber que el cal ofrece un amento de

soporte al caolín en cuanto a deformaciones máximas y esfuerzos, no influyo nada de mejora en el suelo con la adición de ceniza, la cual no supera a los porcentajes obtenidos con cal, el suelo si demanda de forma rápida una estabilización. Como conclusión se muestra que la cal con datos que obtuvieron es una buena opción para mejorar la subrasante.

Como Antecedentes nacionales, en la tesis de (Cuzco, 2019), titulado:

*“Mejoramiento de la subrasante incorporando el estabilizador cemento Portland Tipo I, en la Asociación los Rosales II, distrito de Caraballo, 2019”* (Universidad Cesar Vallejo), como objetivo es estimar la adición de cemento para ver en cuanto varia el comportamiento del suelo limo-arcilloso, esto será mejorado por la adición de cemento portland tipo I, para poder precisar su idoneidad de la estructura en la subrasante y poder utilizar en pavimentaciones en las zona a mejorar. Como conclusión los resultados de los análisis obtenidos, mostro que al 1% de dosificación fue adecuado, el cual aumento su valor a 20.7% de MDS, viendo que la subrasante mejoro de ser pobre a muy buena, por tal motivo este suelo está en condiciones para sostener una conformación de pavimento y así incrementar las condiciones del área de estudio.

La tesis de (Lopez & Ortiz, 2018), titulado: *“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”*, la finalidad es averiguar en cuanto se agregara el cal a la subrasante, de la zona de estudio Molinopata y Santo Domingo, será utilizado en este suelo como estabilizador de base para las estructuras de diferente pavimentos, mediante ensayos realizados de laboratorio consiguieron el óptimo porcentaje de cal bajo la guía del MTC CE 010 y otras guías afines. Realizando la comparación de suelo-cal y suelo natural su plasticidad se redujo y el % de expansión. Como conclusión el 8% de porcentaje de cal fue satisfactorio del suelo analizado y se logró la estabilización se cumplió con especiaciones establecidas del manual MTC.

En el artículo de (Linares, Aguilar, & Rojas, 2020), titulado: *“Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido”* (ISSN 2414-8822 / ISSN (e) 2520-0356), la finalidad es estabilizar la subrasante de un

suelo arcilloso, con bolsas de polietileno fundido, fueron extraídas estas muestras del eje de la Av. Los libertadores y Jr. las orquídeas, pueblo joven 16 de octubre, Chachapoyas, Amazonas. Como conclusión se da que las bolsas de polietileno fundido aumentan las características físicas y mecánicas de un suelo arcilloso a nivel de la subrasante, donde el suelo de estudio se logró estabilizar, siguiendo las normas del manual de carreteras.

Como Antecedentes locales, la tesis de (Aguilar & Bravo, 2020), titulado: *“Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo – Cusco”* (Universidad Andina del Cusco), su objetivo es saber en cuanto influirá las cenizas de fondo en los suelos arcillosos en la subrasante estas cenizas serán extraídos del distrito de san Jerónimo, considerando las guías de Norma Técnica Peruana CE.010, así se utilizara en vías no pavimentadas como estabilizantes alternativo en la zona de estudio. Como conclusión es que la ceniza es buen estabilizador porque incremento sus propiedades físicos mecánicos de un suelo arcilloso de manera positiva.

La tesis de (Cusihuaman & Quispe, 2019), titulado: *“Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la estabilización química con aditivos líquidos compuestos por biopolímeros de la subrasante en la carretera Huila-Huila – Piuray, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, departamento Cusco”* ( Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco), su finalidad es demostrar en cuanto influye el uso de estabilizantes químicos, utilizando biopolímeros en la carretera Huila Huila – Piuray se estabilizara la subrasante del suelo. Se determinó su influencia en las propiedades físicas (absorción de humedad y expansión) y en sus características mecánicas (compresión no confinada y capacidad de soporte CBR). Como conclusión determinaron que los porcentajes de la adición es óptimo para cada tipo de estos suelos y también analizamos cada aditivo que se más eficiente en este tipo de suelos. Se realizó diseño de pavimento en la vía y determinaron la ejecución de gasto para el pavimento flexible de la zona utilizando el insumo y también sin el insumo, así determinar la desventaja y ventaja para su presupuesto de estas estabilizaciones químicas.

La tesis de (Huañec & Salcedo, 2018), titulado: “*Análisis de la estabilización de suelos arcillosos de la cantera de Petroperú - San Jerónimo con el copo limero acrílico m10+50 tm para uso como subrasante mejorada*” (Universidad Andina del Cusco), el objetivo es evaluar la influencia físico, mecánicos que produce la adición del copo limero acrílico M10+50TM sobre un suelo arcilloso que proviene de la cantera Petroperú con la finalidad de mejorar la subrasante, para el estudio de esta tesis se realizó ensayos de laboratorio para analizar las características físicas y mecánicas de la arcilla en estudio, realizando los ensayos respectivos para el mejoramiento. También se hizo un estudio mineralógico para evaluar la composición química del suelo. Como conclusión la combinación de arcilla estabilizada con el copo limero acrílico M10 + 50MT presento un aumento en el comportamiento físico, mecánico en una arcilla natural y así ser utilizados como subrasante mejorada, donde se reflejan aumentos de CBR y compresión no confinada.

Es importante **el suelo** para un correcto diseño de un pavimento. Si las muestras tomadas no son propios del lugar no tendrán valor para fines propuestos, por más que los ensayos se realicen de manera correcta.

Los **suelos arcillosos** son partículas de un diámetro  $< 0.05$  mm está formado por silicatos de aluminio hidratado, este tipo de suelo arcilloso generara cambios al estar mojado se convierte en más pegajoso, se vuelve fino y suave cuando está seco. Los suelos arcillosos son considerados impermeables por lo que no permite la filtración del agua, por que en épocas lluviosas se retienen el agua con facilidad, por tal motivo se realizan sistemas de drenaje para que así pueda transcurrir y no dañar la superficie.

Son suelos **limosos** de granos finos con una plasticidad mínima, el que se produce en las canteras son limos orgánicos, también podría ser el que se encuentra en ríos tendría las cualidades plásticas. Estos suelos limosos no soportan cargas ya que son inadecuadas, los limos orgánicos tienen una permeabilidad baja y compresibilidad elevada, la cual está considerada como un suelo pobre que no sirve para cimentaciones.

La **sub rasante** esta denominado a la capa de la carretera a nivel de movimiento de tierra para así colocar la estructura de un afirmado o pavimento, donde la base directa para el diseño de pavimento es la subrasante, por el cual deberán ser compactados al 95% de MDS, siguiendo la guía del ( MTC EM 115), así realizar los ensayos correspondientes. Las **características de la subrasante** se determinan mediante calicatas de 1.50m mínima de profundidad para determinar las propiedades físico-mecánicas de un suelo. Las categorías de la subrasante son:

Tabla 1. Categorías de la subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
<b>S0:</b> subrasante inadecuada	CBR < 3%
<b>S1:</b> subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
<b>S2:</b> subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
<b>S3:</b> subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
<b>S4:</b> subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
<b>S5:</b> subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC, 2014)

El análisis **granulométrico** estudia los tamaños que posee un suelo mediante tamizados con las técnicas especializadas del (MTC E107) con el motivo de saber el tipo de suelo.

Tabla 2. Los suelos están clasificados

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena	Arena gruesa	4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media	2.00 mm - 0.425 mm

	Arena fina	0.425 mm - 0.075 mm
	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	menor a 0.005 mm

**Fuente:** (MTC, 2014)

La **plasticidad** únicamente depende de elementos finos y no de las partículas gruesas, la granulometría no permite ver estas características, por tal motivo es necesario realizar los **límites de consistencia**, este ensayo da a entender que el suelo frágil en su comportamiento de acuerdo a la humedad encontrada, donde se presenta tres tipos de estado: líquido, sólido y plástico.

Estos límites son:

El **límite líquido** viene a ser el comportamiento de un suelo que pasa del estado semi-líquido a estado plástico, la cual se puede moldear.

El **límite plástico** viene a ser el comportamiento de un suelo que pasa de plástico a un estado semi-sólido y puede romperse.

El **límite de contracción** viene a ser el comportamiento de un suelo que pasa de semi-sólido a un estado sólido y al perder su humedad deja de contraer.

El **índice de plasticidad** se obtiene a través de la diferencia de los resultados del límite líquido y límite plástico, el IP alto determina cuan elevado puede ser el suelo arcilloso y el IP bajo determina menos cantidad de arcilla.

$$IP = LL - LP$$

Se clasifica estos suelos según el índice de plasticidad:

Tabla 3. Los suelos y su clasificación

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
20 ≥ IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico(NP)	suelos exentos de arcilla

**Fuente:** MTC, 2014



**Humedad natural** es importante conocer la humedad natural de los suelos para saber la resistencia, en especial de los finos que están más asociados con la densidad y humedad. Esta humedad natural permite las comparaciones de la humedad óptima que se obtiene realizando el proctor y así el CBR se obtiene.

**Clasificación de los suelos** se obtiene mediante ensayos ya mencionados, para después clasificar mediante los dos sistemas: AASHTO Y ASTM (SUCS).

A continuación se presenta:

Tabla 4. De AASHTO - SUCS

Clasificación de suelos AASHTO M- 145	Clasificación de suelos SUCS ASTM-D- 2487
A- 1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A- 1-b	GM, GP, SM, SP
A- 2	GM, GC, SM, SC
A- 3	SP
A- 4	CL, ML
A- 5	ML, MH, CH
A- 6	CL, CH
A- 7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

**Ensayos de CBR** después de haber clasificado el suelo por los dos sistemas ya mencionados, elaboramos la estratigrafía de cada tramo a trabajar, después de la intervención realizada se determina el CBR con los ensayos correspondientes para saber al 95% de MDS la resistencia con una penetración de 2.54 mm de carga.

**Cemento portland** Según el artículo de construcción el cemento “es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua” (CEMEX, 2019). Cuando el cemento se adiciona a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada u otro material granular), actúa como un adhesivo y los une para formar concreto, el

material de construcción más versátil y más usado en el mundo. Hoy en día se elaboran diferentes tipos de cemento portland para aplicaciones específicas. En el caso de Perú contamos con las NTP (Normativa Técnica Peruana) 334.009, basada en la ASTM C 150 contemplando 5 tipos de cementos (CEMEX, 2019). El **cemento tipo I** es apropiado para uso común donde no se requiere las propiedades específicas de otros cementos. Se utiliza en concreto lo cual incluye pavimentos, pisos, puentes, tanques, embalses, tuberías, unidades de mampostería y productos de concreto prefabricado entre otras cosas (CEMEX, 2019).

**Los suelos estabilizados** es saber la resistencia de suelo habiendo mejorado sus componentes físicos, en lo particular se realizan en subrasante inadecuado o pobre utilizando métodos mecánicos añadiendo productos naturales y químicos. Son conocidos como mejoramiento suelo cal, suelo cemento y diversos productos. Esto consiste aumentar la resistencia mecánica para una mejor duración en el tiempo. Las técnicas a utilizar pueden ser cambiadas por otro suelo o adiciones de estabilizadores y todo esto es seguido por una compactación.

Los **suelos mejorados con cemento** se adquieren con una combinación de cemento, agua y suelo para después compactar y curar adecuadamente.

Después podemos ver que el material suelto pasa a un material endurecido más fuerte, a diferencia del concreto, el cemento con el suelo tiene una resistencia menor y es menor su módulo de elasticidad que la del concreto.

Se determina con el proctor la cantidad de agua y así determinar el CBR para hacer la compactación en los suelos.

Los componentes depende de:

La dosificación del suelo, cemento, agua y la cantidad del suelo a utilizar, después viene el procedimiento para poder ser compactados y su respectivo curado. Los más apropiados suelos para mejorar son: granulares A-1, A-2 y A-3 con finos mediana o baja plasticidad.

## II. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**El tipo de investigación:** se usa la ciencia de forma ya existente, así poder aplicar de manera directa en casos reales, donde utilizaremos cemento con la finalidad de mejorar la subrasante. Este proyecto **es aplicada** donde busca actuar para conocer, construir y modificar donde resuelve de manera más practica los problemas, dicho dato tiene q ser acomodable para su difusión en cualquier lugar y ofrezca oportunidades (Leiva, 2016).

Habiendo citado a la investigación de (Leiva, 2016) nuestra investigación, es aplicativa indaga y conoce los problemas para así poder dar solución de una manera más práctica.

#### Diseño de la investigación

En el estudio a realizar emplearemos el nivel **no experimental** el cual se aplicara principalmente en clasificar e identificar las características de un suelo, se llevaran a cabo las excavaciones de calicatas con una profundidad de 1.5 m mínima, tales muestras serán llevados al laboratorio, datos que serán obtenidos, serán interpretados para poder describir sus propiedades físico – mecánicas, con ello se determinara la calidad de suelo.

### 3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente : Mejoramiento de suelo limo arcilloso

Variable dependiente : Incrementar la resistencia mecánica de subrasante

- **Definición conceptual:** Consiste en evaluar sus características del suelo y poder determinar la resistencia, se realizan a nivel de la subrasantes inadecuadas o pobres con incorporación de aditivos químicos utilizando procedimientos mecánicos (fuente propia).

Por lo general un suelo en mal estado se requiere realizar un mejoramiento para la capacidad portante ya sea incorporando productos químicos u otras alternativas.

Es aquí es cuando entramos a solucionar este problema por medio de método suelo cemento.

- **Definición operacional:** Se analizara en función de los resultados de los ensayos de laboratorio (manual de ensayo de materiales MTC).  
Obtenido los resultados de CBR se efectuara la dosificación con cemento para lograr un resultado óptimo.
- **Dimensiones** son las propiedades mecánicas de la subrasante con la mezcla de cemento.  
Dosificación del cemento portland.
- **Indicadores** análisis granulométrico, copa de Casagrande, proctor modificado.  
Adición de cemento al 8%, 12%, 16%.
- **Escala de medición** es ordinal, se evalúan dentro de los tramos en estudios en las áreas correspondientes donde están las fallas, razón por que el resultado de las áreas afectadas se divide entre área total estudiada.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**La población:** considerara a mejorar, será el tramo Pacaybamba – Amaybamba del distrito de Inkawasi está conformada por 1Km. De este tramo se tomara diferentes puntos que será cada 250m.

**Muestra:** La toma de datos principalmente se efectuara con 03 calicatas que será de 1.50 m de profundidad en los diferentes puntos del tramo tomado.

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

Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS	INDICADORES	ANALISIS
Visita a campo	Pico, pala, barreta, wincha, cuaderno de campo	Perforación de calicatas	Muestra de los suelos
Contenido de humedad	Ensayo de laboratorio	Contenido de humedad	Muestra de los suelos

Límites de consistencia	Ensayo de laboratorio	índice de plasticidad	Muestra de los suelos
Granulometría	Ensayo de laboratorio	Clasificación del suelo	Muestra de los suelos
Proctor modificado	Ensayo de laboratorio	Humedad optima	Muestra de los suelos
CBR	Ensayo de laboratorio	Resistencia del suelo	Muestra de los suelos
Presupuesto	Excel	análisis unitarios	Costo

Fuente: Elaboración propia

### **3.5. Procedimientos**

Las muestras consistieron en realizar 3 calicatas de 1.50 m de profundidad con la finalidad de evitar el material orgánico, y obtener el suelo natural. Se tomó de cada calicata 60 kg tierra que fueron marcadas como C1 - C2 - C3, para ser trasladadas al laboratorio de la ciudad de cusco, así realizar los ensayos correspondientes para obtener la resistencia mecánica del tramo de Pacaybamba – Amaybamba Distrito de Inkawasi.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

El proyecto de investigación se realizara de acuerdo a la población, donde se obtuvo las muestras de calicata, ensayos de laboratorio y procesamiento de datos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Este trabajo de tesis se realizó con parámetros indicados de la Universidad Cesar Vallejo Callao, que se llevó con la credibilidad de cada palabra de los autores citados las cuales encontraran en las referencias bibliográficas.

### III. RESULTADOS

Del **objetivo general** es “Mejorar el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland” para poder analizar se realizó 3 calicatas para así obtener datos de laboratorio y determinar la resistencia mecánica, y comparar los 3 resultados en cuadros comparativos, estos estudios son indispensables para poder cumplir con los objetivos propuestos.

Resultados del **primer objetivo específico** que es como determinar la resistencia mecánica de la carretera de Pacaybamba – Amaybamba se realizó los ensayos adecuados en el laboratorio.

Tabla 6.Comparación de análisis granulométrico

ANALISIS GRANULOMETRICO DE C1, C2, C3				
TAMAÑO DE TAMIZES		PORCENTAJE QUE PASA (%)		
Pulg	(mm.)	C1	C2	C3
1"				100.00
3/4"	19.00	100.00	100.00	99.79
1/2"	12.50	98.77	98.89	98.42
3/8"	9.50	97.78	98.35	97.31
N°4	4.75	95.49	96.17	95.04
N°10	2.00	92.42	93.20	92.06
N°20	0.85	88.93	90.07	87.71
N°40	0.43	83.76	85.55	83.46
N°50	0.30	81.64	83.87	80.84
N°100	0.15	76.39	77.50	76.06
N°200	0.07	70.30	73.51	70.53

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla n°06 se verifica los resultados del análisis Granulométrico de las muestras tomadas, C3 que contiene 4.96 % de grava, 24.55 % de arena y 70.53% de finos; C2 tiene 3.83% de grava, 22.66% de arena y 73.51% de finos; C1, tiene 4.51% de grava, 25.20% de arena 70.03% de fino

Tabla 7. Comparación de límites de consistencia

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)			
	C1	C2	C3
L.LIQUIDO	31.58	34.53	35.42
L.PLASTICO	20.75	23.17	22.25
I.PLASTICIDAD	10.83	11.36	13.17

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** límites de consistencia se realizaron de las 3 calicatas, se preparó primero las muestras, se utilizó la cuchara de Casagrande a 25 golpes para obtener los resultados: el límite líquido se presenta  $C3 > C2 > C1$ , el límite plástico  $C2 > C3 > C1$ , el índice de plasticidad  $C3 > C2 > C1$ , el promedio del IP es 11.79 % sería un suelo arcilloso de baja o media plasticidad.

Tabla 8. Cuadro de comparación

CONTENIDO DE HUMEDAD	
C1	8.40%
C2	8.07%
C3	11.24%

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** determina su cantidad de agua de un suelo natural, se realizó de las 3 muestras obteniendo los siguientes resultados  $C3 > C1 > C2$

Tabla 9. Comparación de clasificación de suelos

CLASIFICACION DE SUELO		
	SUCS	AASHTO
C1	CL	A- 6 (7)
C2	CL	A- 6 (7)
C3	CL	A- 6 (8)

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** se obtiene los resultados de granulometría, límites de consistencia, donde que en la 3 muestras resulto un suelo (CL) es arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres mediante el método de clasificación SUCS y según AASHTO A - 6 es un suelo arcilloso limoso.

Tabla 10. Resultados de proctor

ENSAYO PROCTOR		C1	C2	C3
HUMEDAD OPTIMA	%	11.80	9.20	11.60
DENSIDAD MAXIMA	gr/cm3	2.02	2.05	2.00

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** se realizó para determinar la humedad óptima, la máxima densidad seca obteniendo como resultado del laboratorio de las 3 muestras.

Tabla 11. Comparación de CBR

RESULTADOS DE CBR			
	C1	C2	C3
CBR AL 100% DE M.D.S.(0.1")	12%	8%	10%
CBR AL 95% DE M.D.S.(0.1")	8%	6%	6%
PORCENTAJE DE EXPANCIÓN			
56 golpes	0.3	0.4	0.5
25 golpes	0.3	0.5	0.8
12 golpes	0.6	0.5	0.9

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** se realizaron ensayos en laboratorio según las normas MTC E132, obteniendo como resultados de CBR de las 3 calicatas. Donde se observa en la tabla 14, la C- 2 y C-3 tiene un CBR de 6% al 95 % M.D.S., C- 1 es de 8%, al 95 % M.D.S., según la tabla 1 se considera como subrasante regular esta en el rango de 6 % a 10%, tomando un promedio de las 3 muestras, CBR es de 6.67% al 95 % M.D.S se toma como dato.



**El resultado del segundo objetivo específico** es determinar la resistencia mecánica adicionando cemento portland, se realizó los mismos ensayos de laboratorio con la incorporación de cemento en los porcentajes de 8%, 12%, 16%.

Tabla 12. Dosificación de cemento

DOSIFICACION	PROCTOR		CBR
	MDS	%HO	95%
8%	2.08	10.40	13
12%	2.09	10.80	18
16%	2.10	11.50	28

**Interpretación:** al 8%, 12% y 16% son porcentajes que se tomaran para realizar la dosificación con el suelo natural, el CBR es de 6 % al 95% de MDS , es el objetivo a mejorar .El resultado al 8% su densidad máxima 2.08 gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima 10.40%, CBR de 13% al 95% de M.D.S., Al 12% de adición de cemento se obtuvo una densidad máxima 2.09 gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima 10.8%, CBR de 18%”al 95% de M.D.S. y Al 16% de adición de cemento se obtuvo una densidad máxima de 2.10gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima 11.5%, CBR de 28% al 95% de M.D.S Donde que las dosificaciones realizadas en los porcentajes indicados son favorables para incrementar la resistencia de la subrasante.

**Resultado del tercer objetivo específico** es determinar el contenido óptimo de adición de cemento portland, datos se obtuvieron con los dos primeros objetivos, de acuerdo a los resultados obtenidos se analizó el óptimo adición de cemento.

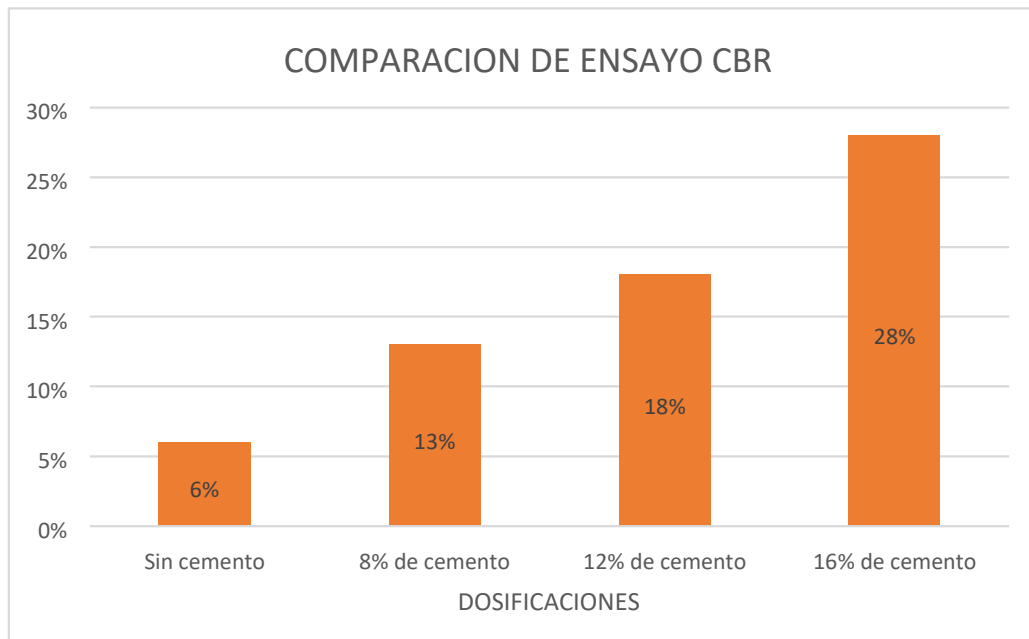


Figura 2.Comparación de CBR

**Interpretación:** se realizó una comparación de los resultados de CBR del suelo natural y dosificaciones de 8%, 12% y 16% de cemento portland tipo I donde en los distintos porcentajes mencionados se obtuvo mejorías del CBR al 95% de M.D.S tal como se muestra en la figura 2 de acuerdo a la categorías de subrasante están en el rango de buena y muy buena.

## IV. DISCUSIÓN

En el proyecto de investigación, **el objetivo general** es Mejorar el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland tipo I. Para poder realizar los objetivos específicos se hizo un análisis de estudio de suelos de la zona, todo lo que corresponde para obtener los resultados. **Por lo tanto se valida la hipótesis general** de mejorar el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland tipo I. fue satisfactorio ya que el cemento presento un buen comportamiento, en los suelos arcillosos de baja o media plasticidad.

**Del objetivo específico 1:** “Determinar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso “.

En el caso de la tesis del suelo estudiado de Velásquez (2018), se determinó que es un suelo desfavorable por los resultados obtenidos CH, OH, OH y CL según SUCS y como A7-6 (26), A7-6 (37), A7-6 (24) y A7-6 (14) según AASHTO, tales muestras fueron sacadas de las calicatas C-1, C-2, C-3 y C-4. Estos suelos están indispuestos para ser usados como una subrasante adecuada. La C-2 es la más dañada por que su índice es de mayor valor, su plasticidad salió 44% que indica que es un suelo muy plástico y es desfavorable. El valor de la contracción salió al 27% el cual está sometido a elevados cambios volumétricos donde obtuvieron 1.30% de CBR al 95% de M.D.S, habiendo realizado estos estudios se determinó que la subrasante es muy pobre por tal razón requiere ser mejorado con la propuesta presentada. **Por lo tanto se valida la hipótesis específico 1:** donde Se determinó adecuadamente la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso con la investigación, se realizó un estudio del suelo se tomó las muestras de las C -1, C - 2, C - 3, para su respectivos ensayos correspondientes y saber la resistencia de suelo, según SUCS nuestro suelo está en la clasificación (CL), por lo tanto sería un suelo orgánico de baja o mediana plasticidad y según AASHTO A - 6 es un suelo limo arcillosos. Los resultados obtenidos de las 3 muestras mencionadas, dio como resultados de la C -1 el CBR al 8% al 95% de MDS, C -2 6 % de CBR al 95% de MDS y C -3 6% de CBR 95% de MDS, con los datos obtenidos se clasifica como subrasante regular. Para llegar a una subrasante favorable se

determinó realizar el mejoramiento con la adición de cemento y luego ser compactada, para así mejorar la resistencia del tramo.

**Del objetivo específico 2:** “Determinar la resistencia mecánica de la subrasante limo arcilloso adicionando cemento portland tipo I”.

De los resultados ya obtenidos en la tesis Velásquez (2018), indica que el índice plasticidad más alta se redujo a 36, 23 y 15%, en los porcentajes utilizados al 1%, 3% y 5% con la incorporación de cemento, el cual nos indica que este suelo tiene una mediana plasticidad. Por tal motivo disminuyó al 26%, 22% y 19% su índice de contracción con los porcentajes mencionados de la mezcla con cemento, todavía este suelo se encuentra sometido a cambios volumétricos. Donde incremento a 3.50% de CBR, 6.63% de CBR y 13.75% de CBR todos al 95% de D.S.M, esto gracias a la dosificación de cemento, esto se representaría como una subrasante de regular a buena, estos porcentajes se lograron con una adición solo al 4%. **Por lo tanto se valida la hipótesis específico 2:** Se determinó que el cemento ayuda a mejorar la resistencia mecánica en una subrasante limo arcilloso con la investigación, se realizó las dosificaciones de cemento portland tipo I al 8%, 12% y 16% con el objetivo de saber el CBR, Como resultado se obtuvo al 8% su densidad máxima 2.08 gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima 10.40%, CBR a 1" 13% al 95% de M.D.S. Al 12% de adición de cemento se obtuvo una densidad máxima 2.09 gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima 10.8%, CBR a 1" 18% al 95% de M.D.S y Al 16% de adición de cemento se obtuvo una densidad máxima de 2.10gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima 11.5%, CBR a 1" 28% al 95% de M.D.S. Donde que las dosificaciones realizadas en los porcentajes indicados son favorables para incrementar la resistencia de la subrasante.

**Del objetivo específico 3:**” determinar el óptimo contenido de adición de cemento portland para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso”.

En el caso de los resultados de la tesis de Delgado & León (2019) que es mejorar la subrasante mediante la mezcla de grava-arcilla el material utilizado para porcentajes correctos que elaboraron es de 50% de arcilla y 50% de grava,

tomando separaciones de piedra al 40% a 1" + piedra chancada al 10% a ½" + arena arcillosa en 10% y material propio al 40%. Esta combinación es satisfactorio ya que mejoro para realizar una buena sub base. Lo cual comprobaron siguiendo el manual del MTC donde obtuvieron resultados de CBR, aumentando de un 4.7 % de CBR a un 19.4%, donde comprobaron que estas dosificaciones es satisfactoria para mejorar la calle los Nogales. **Por lo tanto se valida la hipótesis específico 3:** Se analizó el óptimo contenido de adición de cemento portland para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso. En la tesis presente la dosificación, mas optima seria al 16% de adición de cemento se obtuvo una densidad máxima de 2.10gr/cm<sup>3</sup>, humedad optima 11.5%, CBR a 1" 28% al 95% de M.D.S. Donde según la tabla 1 está en una categoría de una subrasante muy buena, llegando a una conclusión que el cemento es bueno para mejorar la subrasante y obtener mejor resistencia en un suelo limoarcilloso.

## V. CONCLUSIONES

**Conclusión respecto al objetivo específico 1:** La investigación realizada de la carretera de Pacaybamba – Amaybamba se realizó con el fin de mejorar, lo primero que se hizo es ir a lugar para identificar los puntos más críticos del tramo a tomar donde se realizó 3 calicatas con una profundidad de 1.50 m a una distancia de 250 m, estas muestras tomadas se llevaron al laboratorio para sus respectivos ensayos, por lo tanto optamos en mejorar el CBR sería 6 % al 95 % de M.D.S en una categoría de subrasante regular, según SUCS nuestro suelo está en la clasificación (CL) y según AASHTO A - 6. Donde se llega a una conclusión que el suelo debe ser mejorado con el fin de dar mejor comportamiento a la vía.

**Conclusión respecto al objetivo específico 2:** La dosificación que se realizó fue al 8%, 12%, 16% con cemento portland tipo I, fue favorable en el incremento del CBR que tomamos como muestra 6 % al 95 % de M.D.S, nos indica que es de baja o media plasticidad, las dosificaciones realizadas fueron en diferentes porcentajes con cemento al 8%, 12%, 16% , al dosificación al 8% salió un CBR 13% al 95% de M.D.S, 12% de dosificación un CBR 18% al 95% de M.D.S. y 16% de dosificación un CBR 28% al 95% de M.D.S donde los 3 porcentajes mencionados son favorables para un mejoramiento de subrasante.

**Conclusión respecto al objetivo específico 3:** Se determinó el óptimo contenido de adición de cemento por la comparación de resultados mencionados en las diferentes dosificaciones, donde se optara el porcentaje al 12 % la cual muestra una resistencia intermedia del suelo con un 18% al 95% de M.D.S.

## VI. RECOMENDACIONES

**Se recomienda para la conclusión del objetivo general:** antes de realizar un proyecto de carretera, primero se hace un estudio para saber en qué clasificación de suelos se encuentra y poder realizar los tipos de mejoramiento que nos brinda el manual de carreteras sección suelos y pavimentos MTC.

**Se recomienda para la conclusión del objetivo específico 1:** hacer el estudio de la zona con los ensayos correspondiente, el primer estudio de granulometría nos indica el tipo de suelo a clasificar, y culminar con los demás ensayos según el manual de ensayo de materiales del MTC.

**Se recomienda para la conclusión del objetivo específico 2:** para realizar el mejoramiento de un suelo con adición de cemento se debe hacer un estudio general de la zona, con el objetivo de conocer el comportamiento del suelo, el clima, si son favorables para dicho mejoramiento.

**Se sugiere para la conclusión del objetivo específico 3:** para una dosificación en una subrasante regular, de  $CBR \geq 6 < 10$  de las dosificaciones ya mencionadas las tres fueron favorables en cuanto al aumento del CBR se sugiere que en ese tipo de suelo sería utilizar el intermedio de las tres porcentajes planteados la cual sería el 12 % donde eleva su valor a 18% al 95% de M.D.S.

## BIBLIOGRAFIA

- Adeyanju, E. A., & Okeke, C. A. (2019). Clay soil stabilization using cement kiln dust. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 640, 24-28. doi:10.1088/1757-899X/640/1/012080
- Aguilar, H. O., & Bravo, J. C. (2020). Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo – Cusco. (*Tesis de grado*). Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Bowles, J. E. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Bogota: LIBROS McGRAW-HILL DE MEXICO, S.A. de C.V.
- CEMEX. (2019). Hablando de cementos portland.
- Chaguala, M. F., & Suarez, K. J. (2018). Analisis de suelo arcilloso mejorado con cemento, para la elaboracion de adoquines. (*tesis de grado*). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga.
- Copado, J. A., & Beltran, M. A. (2011). Estabilizacion de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia San Juan Capistrano de ciudad Obregon, Sonora. (*Tesis para obtener el titulo profesional*). Instituto Tecnologico de Sonora, Obregon.
- Crespo, C. (2004). *Mecanica de suelos y cimentaciones*. Mexico: Limusa, S.A.
- Cusihuaman, D., & Quispe, J. A. (2019). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la estabilización química con aditivos líquidos compuestos por biopolímeros de la subrasante en la carretera Huila-Huila – Piuray, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, departamento Cusco. *Tesis para optar titulo Profesional*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco.
- Cuzco, S. (2019). Mejoramiento de la subrasante incorporando el estabilizador cemento Portland Tipo I, en la Asociación los Rosales II, distrito de Caraballo, 2019. (*Tesis para obter titulo Profesional*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.



Delgado, J. B., & Leon, A. C. (2019). Mejoramiento de la subrasante mediante la mezcla de grava-arcilla para optimizar su capacidad portante en la calle los Nogales, Piura-2019. (*tesis para obtener el título profesional*). Universidad Cesar Vallejo, Piura.

*Ensayo de materiales-MTC*. (2016). Lima.

Firoozi, A. A., Guney Olgun, C., & Firoozi, A. A. (2017). Fundamentals of soil stabilization. *Geo-Engineering*, 8(26). Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>

Fonseca Sanchez, K., Becerra Eneque, Y., & Muñoz, S. (2020). USO DE ESTABILIZADORES PARA SUELOS ARCILLOSOS. UNA REVISIÓN LITERARIA. *Suelos Ecuatoriales*, 50(1y2), 54-69. Obtenido de [https://doi.org/10.47864/SE\(50\)2020p54-69\\_116](https://doi.org/10.47864/SE(50)2020p54-69_116)

Garcia, J. (2019). Estudio de la tecnica de suelo-cemento para la estabilizacion de vias terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolin. (*proyecto de grado*). Universidad Catolica de Colombia, Bogota.

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Huañec, G., & Salcedo, J. (2018). Análisis de la estabilización de suelos arcillosos de la cantera de Petroperú - San Jerónimo con el copolimero acrílico M10+50 TM para uso como sub rasante mejorada. (*Tesis para optar título profesional*). Universidad Andina del Cusco, Cusco.

Ibañez, W. (2011). *Costos y Tiempos en Carreteras* (2.da ed.). Lima: MACRO E.I.R.L.

Jimenez, J. W., Consoli, N. c., & Salvagni, K. (2008). Durabilidad de un suelo contaminado y tratado con cemento portland. *Revista ingenieria de construccion*, 23(03), 163-170.

Leiva, R. R. (2016). Utilizacion de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva Km 0+000 - Km

- 0+100, distrito de Orcotuna, Concepcion. (*tesis para optar titulo profesional*). Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo.
- Linares, R. R., Aguilar, M. E., & Rojas, E. E. (2020). Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido. *UNTRM*, 3(2), 33-40.
- Lopez, J., & Ortiz, G. (2018). 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. (*Tesis para optar titulo*). Universidad Tecnologica de los Andes, Abancay.
- Lopez, M., Parejo, D., Sanpedro, A., & Diaz, J. (2010). *Guía de Soluciones para Obras de Estabilizaciones*. Valladolid: ANTER.
- MOHAMMED, Z. (2015). Soil Stabilization with Rice Husk ash and Cement. (*tesis de grado*). INFRASTRUCTURE UNIVERSITY KUALA LUMPUR, Muahrram.
- MTC. (2014). *Manual de carreteras suelos geologia, geotecnia y pavimentos R.D. N° 10 - 2014 -MTC/14*. Lima.
- Ospina - Garcia, M. A., Chaves - Pabon, S. B., & Jimenez - Sicacha, L. M. (2020). Mejoramiento de subrasante de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. *Rev.investig.desarro.innov.*, 11(1), 185-196.
- Parra, M. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. (*Trabajo de Investigacion*). Universidad Catolica de Colombia, Bogota.
- PCA, (. C. (1995). Soil –Cement Construction Handbook. *Engineering Bulletin EB003.10S*, 40. Recuperado el 02 de Diciembre de 2021, de [https://www.cement.org/docs/default-source/th-pavingpdfs/soil\\_cement/eb003.pdf?sfvrsn=2&sfvrsn=2](https://www.cement.org/docs/default-source/th-pavingpdfs/soil_cement/eb003.pdf?sfvrsn=2&sfvrsn=2)
- PCA, (. C. (2017). Soil –Cement. (*sitio web*). Recuperado el 02 de diciembre de 2021, de <https://www.cement.org/cement-concrete/paving/soil-cement>
- Sagathiya, A., Patel, B., & Zala, Y. (2020). Experimental Study on Cement Kiln Dust

Based Geopolymer as Subgrade Soil Stabilizer. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 3(7), 158-163.

Obtenido de <https://www.journals.resaim.com/ijresm/article/view/43>

Silva, O. (2020). Recuperado el 02 de diciembre de 2021, de ARGOS sitio web:

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/caracteristicas-del-suelocemento-que-y-para-que>

Toirac , J. (2008). El Suelo-Cemento como material de construccion. *Ciencia y Sociedad*, 33(4), 520-571.

Velasquez, C. (2018). Influencia del cemento portland tipo I en la estabilizacion del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector la Molina. (*tesis para optar el titulo profesional*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Yepes, V. (2021). Estabilizacion de suelos con cemento. *Universitat Politècnica de València*. Obtenido de

<https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/02/22/estabilizacion-de-suelos-concemento/>

Yepes, V. (2021). *Procedimientos de Construccion para la Compactacion y Mejora del Terreno* (1 ed.). Universitat Politècnica de València.

ANEXOS

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Tabla 13. Matriz de consistencia

"Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento portland, en Distrito Inkawasi– Cusco – 2021"					
FORMULACION DE PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>PROBLEMA GENERAL</b> <b>PG.-</b> ¿De qué manera mejora el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland?	<b>OBJETIVO GENERAL</b> <b>OG.-</b> Mejorar el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland.	<b>HIPOTESIS GENERAL</b> <b>HG.-</b> Se logra mejorar el suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante aplicando cemento portland tipo I.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Mejoramiento de suelo limo arcilloso	Análisis granulométrico.          Copa de Casagrande	% que pasa-tamaño de la malla          % de humedad
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS PE1.-</b> ¿Cómo determinamos la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso?	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b> <b>OE1.-</b> Determinar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.	<b>HIPOTESIS ESPECIFICO</b> <b>HE1.-</b> Se determinó adecuadamente la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>	Proctor modificado	Razón

<p><b>PE2.-</b> ¿Cómo determinamos la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso adicionando cemento portland?</p> <p><b>PE3.-</b> ¿Cómo determinamos el óptimo contenido de adición de cemento portland para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso?</p>	<p><b>OE2.-</b> Determinar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso adicionando cemento portland.</p> <p><b>OE3.-</b> Determinar el óptimo contenido de adición de cemento portland para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.</p>	<p><b>HE2.-</b> Se determinó que el cemento portland tipo I influye en la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.</p> <p><b>HE3.-</b> se analizó el óptimo contenido de adición de cemento portland tipo I para incrementar la resistencia mecánica de subrasante limo arcilloso.</p>	Incrementar la resistencia mecánica de subrasante	Adición de cemento al 8%, 12%, 16%.	Razón

Autores: (Quispe/Venero, 2021) **MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Tabla 14. Matriz de operacionalización de variables

"Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento portland, en Distrito Inkawasi– Cusco – 2021"					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Mejoramiento de suelo limo arcilloso	Consiste en evaluar sus características del suelo y poder determinar la resistencia, se realizan a nivel de la subrasantes inadecuadas o pobres con incorporación de aditivos químicos utilizando procedimientos mecánicos (fuente propia).	Se analizara en función de los resultados de los ensayos de laboratorio (manual de ensayo de materiales MTC).	granulometría  límites de consistencia (ATTERBERG)  CBR	Análisis granulométrico.  Copa de Casagrande  Proctor modificado	% que pasa – tamaño de la malla  % de humedad  Razón
Incrementar la resistencia mecánica de subrasante	Es aquí es cuando entramos a solucionar este problema por medio de método suelo cemento.	Obtenido los resultados de CBR se efectuara la dosificación con cemento para lograr un resultado óptimo (MTC E 132).	Dosificación del cemento portland.	Adición de cemento al 8%, 12%, 16%.	Razón

Autores: (Quispe/Venero, 2021)



CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo Franklin Nina Soncco con DNI N° 42876046, N° CIP 142822 de profesión ingeniero civil desempeñándome actualmente como residente en la Municipalidad Distrital de Quellouno.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado con fines de validación de los instrumentos utilizados para la tesis **"Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando cemento portland, en Distrito Inkawasi-Cusco-2021"**. Por parte de los tesisistas Quispe Suma Yulisa y Venero Delgado Ruth Mery.

Luego de hacer las observaciones pertinentes puedo formular las siguientes apreciaciones

ITEMS A EVALUAR	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
CLARIDAD			X		
OBJETIVIDAD			X		
ACTUALIDAD			X		
ORGANIZACIÓN			X		
SUFICIENCIA				X	
INTERNACIONALIDAD				X	
CONSISTENCIA			X		
COHERENCIA					X
METODOLOGIA				X	

En señal de conformidad firmo la presente.

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUELLUNO  
LA CONVENCION - CUSCO  
Ing. Franklin Nina Soncco  
CIP 142822  
RESIDENTE DE OBRA

Cusco, 02 de octubre del 2021



FICHA DE RECOPIACION DE DATOS		
PROYECTO: "Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento portland, en Distrito Inkawasi- Cusco - 2021"		
AUTORES: Quispe Suma Yulisa, Venero Delpado Ruth Mery		
FECHA: 29/11/2021		
I. INFORMACION GENERAL		Puntaje( 0-10)
UBICACIÓN		
Distrito	Provincia	Región
Inkawasi	La Convención	Cusco
Coordenadas		Altitud
13°17'24"S	73°15'20"W	2090 msnm
II. TIPOS DE ESTABILIZACION		Puntaje( 0-10)
Estabilización con cemento al 8%, 12% y 16%		10
III. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZAJE		Puntaje( 0-10)
Peso retenido		
Retenido		
Retenido acumulado		
Acumulado que pasa		10
IV. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		Puntaje( 0-10)
Peso suelo + molde		
Peso molde		
Peso suelo húmedo compactado		
Peso suelo húmedo + tara		
Peso suelo seco + tara		
Tara		
Peso del agua		10
V. ENSAYO DE CBR ( California Bearing Ratio)		Puntaje( 0-10)
Molde N°		
N° de capas		
N°de golpes por capa		
Condición de la muestra		
Peso molde + suelo húmedo		
Peso del molde		
Peso del suelo húmedo		
Volumen del suelo		
Densidad húmeda		
Peso capsula + suelo húmedo		
Peso capsula + suelo seco		
Peso de agua contenida		
Peso de capsula		
Peso de suelo seco		
Humedad		
Densidad seca		10







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DATOS DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Nina Soncco Franklin
PROFESION:	Ingeniero civil
REGISTRO CIP N°:	142822
EMAIL:	kesler66fran@gmail.com
TELEFONO:	999667888



SELLO Y FIRMA

 INVESTIGA  
UCV

Escaneado con CamScanner



CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, **Braulio Rodríguez Carrión** con DNI N° 43187509, N° CIP 107702 de profesión ingeniero civil desempeñándome actualmente como **supervisor de Obra** en la empresa BRADECH CONTRATISTAS GENERALES SAC.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado con fines de validación de los instrumentos utilizados para la tesis "**Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando cemento portland, en Distrito Inkawasi-Cusco-2021**". Por parte de los **tesistas** Quispe Suma Yulisa y Venero Delgado Ruth Mery.

Luego de hacer las observaciones pertinentes puedo formular las siguientes apreciaciones

ITEMS A EVALUAR	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
CLARIDAD			X		
OBJETIVIDAD				X	
ACTUALIDAD					X
ORGANIZACIÓN				X	
SUFICIENCIA				X	
INTERNACIONALIDAD				X	
CONSISTENCIA			X		
COHERENCIA					X
METODOLOGIA				X	

En señal de conformidad firmo la presente.

  
Ing. **Braulio Rodríguez Carrión**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 107702



FICHA DE RECOPIACION DE DATOS		
<b>PROYECTO:</b> "Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento portland, en Distrito Inkawasi- Cusco – 2021"		
<b>AUTORES:</b> Quispe Suma Yulisa, Venero Delgado Ruth Mery		
<b>FECHA:</b> 29/11/2021		
<b>I. INFORMACION GENERAL</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>
<b>UBICACIÓN</b>		
<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>	<b>Región</b>
Inkawasi	La Convención	Cusco
<b>Coordenadas</b>	<b>Altitud</b>	
13°17'24"S	73°15'20"W	2090 msnm
<b>II. TIPOS DE ESTABILIZACION</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>
Estabilización con cemento al 8%, 12% y 16%		10
<b>III. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZAJE</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>
Peso retenido		9
Retenido		
Retenido acumulado		
Acumulado que pasa		
<b>IV. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>
Peso suelo + molde		9
Peso molde		
Peso suelo húmedo compactado		
Peso suelo húmedo + tara		
Peso suelo seco + tara		
Tara		
Peso del agua		
<b>V. ENSAYO DE CBR ( California Bearing Ratio)</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>
Molde N°		10
N° de capas		
N°de golpes por capa		
Condición de la muestra		
Peso molde + suelo húmedo		
Peso del molde		
Peso del suelo húmedo		
Volumen del suelo		
Densidad húmeda		
Peso capsula + suelo húmedo		
Peso capsula + suelo seco		
Peso de agua contenida		
Peso de capsula		
Peso de suelo seco		
Humedad		

Densidad seca	
DATOS DEL EXPERTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rodriguez Carrión Braulio
PROFESION:	Ingeniero Civil
REGISTRO CIP N°:	107702
EMAIL:	Brau_rodriguez@hotmail.com
TELEFONO:	966744875



Ing. Braulio Rodríguez Carrión  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 107702



CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, David Hermenegildo Beltrán Godoy con DNI N° 23963758, N° CIP 57939 de profesión ingeniero civil desempeñándome actualmente como Residente de Obra Mejoramiento y Ampliación de los Servicios Educativos de Nivel Inicial Priorizados por la UGEL Cusco 1ra. Etapa-Región Cusco-I.E.I. N° 451 Kukuli Picchu-La Rinconada

Por medio de la presente hago constatar que he revisado con fines de validación de los instrumentos utilizados para la tesis "Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando cemento portland, en Distrito Inkawasi-Cusco-2021". Por parte de los tesisistas Quispe Suma Yulisa y Venero Delgado Ruth Mery.

Luego de hacer las observaciones pertinentes puedo formular las siguientes apreciaciones

ITEMS A EVALUAR	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
CLARIDAD					X
OBJETIVIDAD					X
ACTUALIDAD					X
ORGANIZACIÓN				X	
SUFICIENCIA					X
INTERNACIONALIDAD				X	
CONSISTENCIA					X
COHERENCIA					X
METODOLOGIA					X

En señal de conformidad firmo la presente.



David Hermenegildo Beltrán Godoy  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO CP Nº 57939



FICHA DE RECOPIACION DE DATOS			
<b>PROYECTO:</b> "Mejoramiento de suelo limo arcilloso para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento portland, en Distrito Inkawasi- Cusco - 2021"			
<b>AUTORES:</b> Quispe Suma Yulisa, Venero Delgado Ruth Mery			
<b>FECHA:</b> 29/11/2021			
<b>I. INFORMACION GENERAL</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>	
<b>UBICACIÓN</b>		<b>10</b>	
<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>		<b>Región</b>
Inkawasi	La Convención		Cusco
<b>Coordenadas</b>			<b>Altitud</b>
13°17'24"S	73°15'20"W		2090 msnm
<b>II. TIPOS DE ESTABILIZACION</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>	
Estabilización con cemento al 8%, 12% y 16%		10	
<b>III. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZAJE</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>	
Peso retenido		<b>10</b>	
Retenido			
Retenido acumulado			
Acumulado que pasa			
<b>IV. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>	
Peso suelo + molde		<b>10</b>	
Peso molde			
Peso suelo húmedo compactado			
Peso suelo húmedo + tara			
Peso suelo seco + tara			
Tara			
Peso del agua			
<b>V. ENSAYO DE CBR ( California Bearing Ratio)</b>		<b>Puntaje( 0-10)</b>	
Molde N°		<b>10</b>	
N° de capas			
N° de golpes por capa			
Condición de la muestra			
Peso molde + suelo húmedo			
Peso del molde			
Peso del suelo húmedo			
Volumen del suelo			
Densidad húmeda			
Peso capsula + suelo húmedo			
Peso capsula + suelo seco			
Peso de agua contenida			
Peso de capsula			
Peso de suelo seco			
Humedad			
Densidad seca			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DATOS DEL EXPERTO	
APellidos y Nombres:	David Hermenegildo Beltrán Godoy
Profesión:	Ingeniero Civil
Registro CIP N°:	57939
Email:	davidbgpe@hotmail.com
Teléfono:	984504418



David Hermenegildo Beltrán Godoy  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO CIP N° 57939

 INVESTIGA  
UCV

Escaneado con CamScanner



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
**ASTM D2488**

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO – 2021		
DISTRITO	INKAWASI		
PROVINCIA	LA CONVENCION	FECHA:	25/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		-----
Ubicación de Muestra:	Km 00+250		
	Calicata:	1	
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Carril:	DER N° Muestra: M - 01

PROFUNDIDAD		S.U.C.S	AASHTO	GRAFICO	DESCRIPCION DEL SUELO
10	cm	CL	A-6 (7)	CL	Cobertura Vegetal
20	cm				
30	cm				
40	cm				
50	cm				
60	cm				
70	cm				
80	cm				
90	cm				
100	cm				
110	cm				
120	cm				
130	cm				
140	cm				
150	cm				


**INGENIO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Bejar*  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143285





**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 ( ASTM D422 / ASTMD 2487 /MTC E204)

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021		
DISTRITO	INKAWASI	FECHA:	25/09/2021
PROVINCIA	LA CONVENCION		
DEPARTAMENTO	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

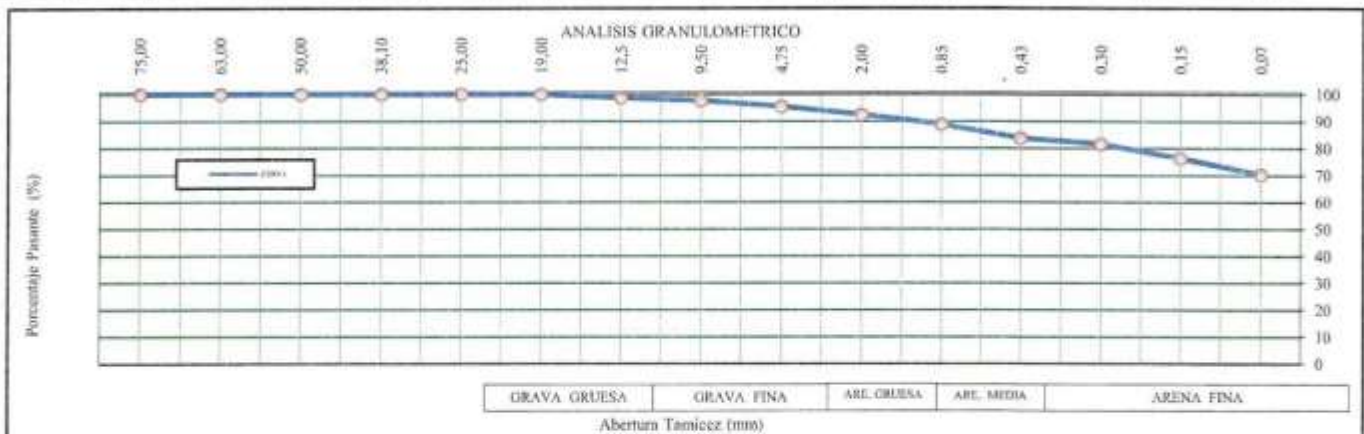
Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena	-----
Ubicación de Muestra:	Km 00+250	
Profundidad:	0.00 - 150cm.	
	Calicata: 1	Progresiva: 00+250
	Carril: DER	N° Muestra: M - 01

**ANALISIS GRANULOMETRICO**  
( ASTM D422 / ASTMD 2487 /MTC E204)

MALLA (Abertura)		PESO	%	%	%
PLG.	mm.	RETENIDO (gr.)	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE
3"	75,00				
2 1/2"	63,00				
2"	50,00				
1 1/2"	38,10				
1"	25,00				
3/4"	19,00				100,00
1/2"	12,50	15,30	1,23	1,23	98,77
3/8"	9,50	12,30	0,99	2,22	97,78
N° 4	4,75	28,40	2,28	4,51	95,49
N° 10	2,00	40,00	3,07	7,58	92,42
N° 20	0,85	45,50	3,50	11,07	88,93
N° 40	0,43	67,30	5,17	16,24	83,76
N° 50	0,30	27,50	2,11	18,36	81,64
N° 100	0,15	68,40	5,25	23,61	76,39
N° 200	0,07	79,30	6,09	29,70	70,30
< 200	Fondo	915,0	70,3	100,0	0,0

**CLASIFICACION DEL SUELO**

S.U.C.S. (ASTM D 2487)	CL
Arcilla media plasticidad con arena	
AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (7)
Suelo arcilloso	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
Peso Total del Suelo	1243,00
Peso de la Fraccion	1243,00
D <sub>60</sub>	
D <sub>30</sub>	
D <sub>10</sub>	
C <sub>u</sub>	
C <sub>c</sub>	
Lim Liquido (ASTM D4318)	31,58
Lim Plastico (ASTM D4318)	20,75
Indice de Plasticidad	10,83
% Humedad (ASTM D2216)	8,40
GRAVA (%)	4,51
ARENA (%)	25,20
FINOS (%)	70,30



OBSERVACIONES:

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Bejar*  
**Inq. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143385



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS  
LIMITES DE CONSISTENCIA  
(ASTM D 4318/ AASHTO T 89/ MTC E 110,111)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021		
DISTRITO	INKAWASI		
PROVINCIA	LA CONVENCION	FECHA:	25/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra:	Km 00+250		
	Calicata:	1	Progresiva:
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Carril: DER	N° Muestra: M - 01

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

RECIPIENTE N°	N°	J	C	V	Observaciones:
N° DE GOLPES	N°	17	25	34	
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	51,23	51,44	52,45	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	48,30	48,75	49,10	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	39,32	40,33	38,10	
PESO DE AGUA	grs	2,93	2,69	3,35	
PESO DEL SUELO SECO	grs	8,98	8,42	11,00	
% DE HUMEDAD	%	32,63	31,95	30,45	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

RECIPIENTE N°	N°	C	F	Observaciones:
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	21,20	22,10	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	20,00	20,74	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	14,20	14,20	
PESO DE AGUA	grs	1,20	1,36	
PESO DEL SUELO SECO	grs	5,80	6,54	
% DE HUMEDAD (Limite Plásti	%	20,69	20,80	



LIMITE LIQUIDO

31,58

LIMITE PLASTICO

20,75

INDICE PLASTICIDAD

10,83

Observaciones:

INGEO ANDES E.I.R.L.  
Ing. Elard Mendoza Bejar  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 143365



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS  
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS  
(ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENT  
DISTRITO: INKAWASI  
PROVINCIA: LA CONVENCION  
DEPARTAMENTO: CUSCO  
FECHA: 25/09/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
Ubicación de Muestra: Km 00+250  
Profundidad: 0.00 - 150cm.  
Calicata: 1  
Carril: DER  
Progresiva: 00+250  
N° Muestra: M - 01

DESCRIPCION	UND.	MTRA. - 1	MTRA. - 2	MTRA. - 3	MTRA. - 4	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°	1				
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	932,20				
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	860,00				
PESO DEL RECIPIENTE	gr.					
PESO DEL AGUA	gr.	72,2				
PESO DEL SUELO SECO	gr.					
% DE HUMEDAD	%	8,40				8,40

OBSERVACIONES:

INGEO ANDES E.I.R.L.  
*Elard Mendoza Bejar*  
Ing. Elard Mendoza Bejar  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 143365



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**

**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE PROCTOR**

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

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DIST		
DISTRITO	INKAWASI		
PROVINCIA	LA CONVENCION	FECHA:	25/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra	Km 00+250		
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Calicata:	1
		Carril:	DER
		Progresiva:	
		N° Muestra:	M - 01

**TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)**

**UND**

**PUNTOS**

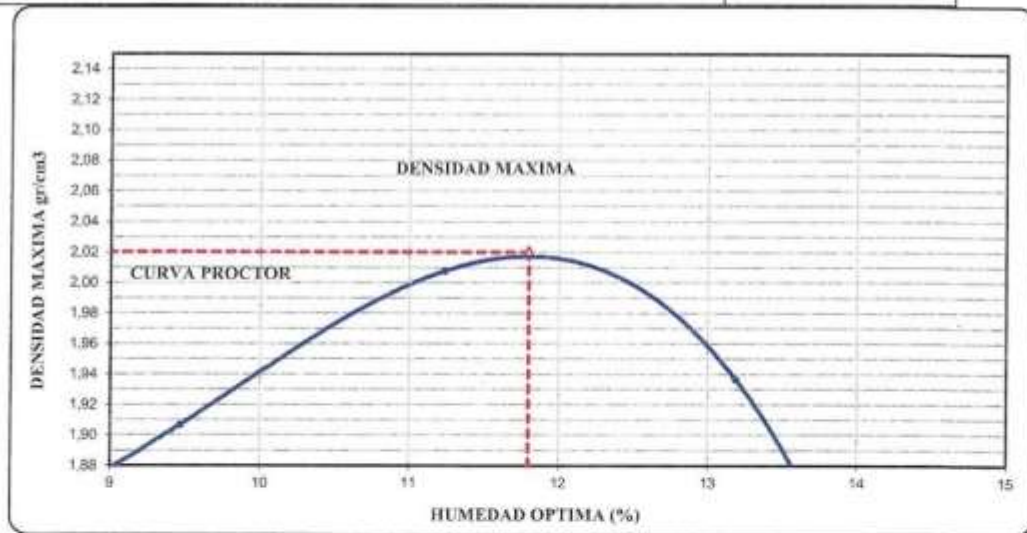
METODO DE COMPACTACION	UND	1	2	3	4	Observaciones:
		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	10943	11154	11464	11376	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4222	4433	4743	4655	
PESO VOLUMETRIC HUMEDO	gr/cm3	1,988	2,087	2,233	2,192	

**HUMEDAD**

**UND**

**RECIPIENTES**

RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	Observaciones:
		gr.	gr.	gr.	gr.	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	412,20	372,20	316,96	362,20	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	383,00	340,00	284,95	320,00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0,00	0,00	0,00	0,00	
PESO DE AGUA	gr.	29,20	32,20	32,01	42,20	
PESO DE SUELO SECO	gr.	383,00	340,00	284,95	320,00	
CONTENIDO DE AGUA	%	7,62	9,47	11,23	13,19	
PESO VOLUMETRIC SECO	gr/cm3	1,847	1,907	2,008	1,936	



Densidad Maxima	2,02 gr/cm3	Humedad Optima	11,80 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm3	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143865



**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)**

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARGILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO  
 FECHA: 25/09/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
 Ubicación de Muestra: Km 00+250  
 Profundidad: 0.00 - 150cm.  
 Calicata: 1  
 Carril: DER  
 N° Muestra: M - 01

**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)	13165,00		11726,00		11994,00	
Peso de molde (g)	8411,00		7243,00		7632,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4754,00		4483,00		4362,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2105,00		2089,00		2145,00	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,258		2,146		2,034	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	332,30		392,20		412,20	
Peso suelo seco + tara (g)	297,20		350,70		368,46	
Peso de tara (g)	0,00		0,00		0,00	
Peso de agua (g)	35,10		41,50		43,74	
Peso de suelo seco (g)	297,20		350,70		368,46	
Contenido de humedad (%)	11,81		11,83		11,87	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,020		1,919		1,818	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/09/2021	11:00	0,00	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
22/09/2021	11:00	24,00	16	0,100	0,1	17	0,170	0,1	76	0,760	0,7
23/09/2021	11:00	48,00	17	0,170	0,1	24	0,240	0,2	42	0,420	0,4
24/09/2021	11:00	72,00	19	0,190	0,2	28	0,280	0,2	55	0,550	0,5
25/09/2021	11:00	96,00	29	0,290	0,3	36	0,360	0,3	65	0,650	0,6

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 9						MOLDE N° 3				MOLDE N° 5			
		mm	pulg.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
				kg/cm2	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000	0,000		0	0			0	0			0	0			
0,635	0,250		54	53,8			27	26,7			19	18,7			
1,270	0,500		78	77,8			56	55,8			35	34,7			
1,905	0,750		120	119,9			89	88,8			65	64,8			
2,540	1,000	70,455	180	180,0	170,0	12,0	140	139,9	120,0	8,4	87	86,8	70,0	4,9	
3,810	1,500		254	254,2			165	165,0			102	101,9			
5,080	2,000	105,680	310	310,3	310,0	14,5	210	210,3	210,0	9,8	134	133,9	140,0	6,6	
6,350	2,500		360	369,4			256	256,2			167	167,0			
7,620	3,000		421	421,5			302	302,3			198	198,0			
10,160	4,000		480	480,6			340	340,3			210	210,1			

  
**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
**Ing. Elara Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143395



**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 )**

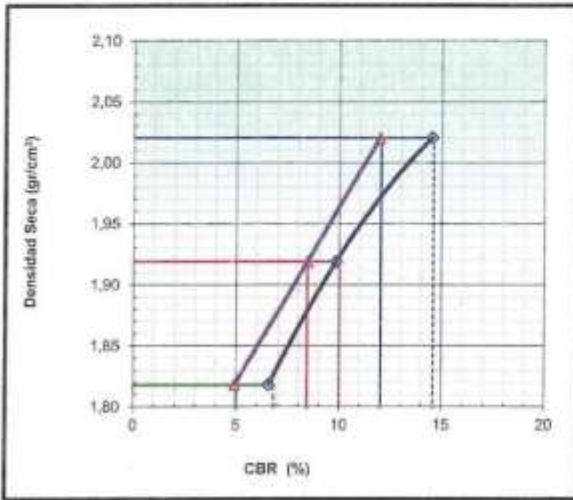
MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI - CUSCO - 2021

PROYECTO: INKAWASI - CUSCO - 2021  
 DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 25/09/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
 Ubicación de Muestra: Km 00+250  
 Calicata: 1  
 Profundidad: 0.00 - 150cm.  
 Carri: DER  
 N° Muestra: M - 01



**METODO DE COMPACTACION** : AASHTO T-180  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,020  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11,80  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,919  
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,818

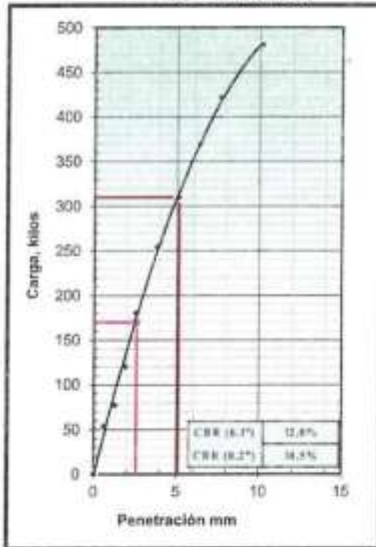
C.B.R. al 100% de M.D.S. (0.1")	12	0.2"	15
C.B.R. al 95% de M.D.S. (3.0.1")	8	0.2"	10
C.B.R. al 90% de M.D.S. (5.0.1")	5	0.2"	7

**RESULTADOS:**

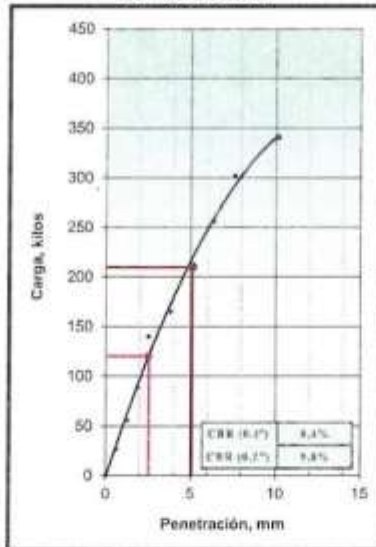
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 12%  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8%  
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 5%

**OBSERVACIONES:**

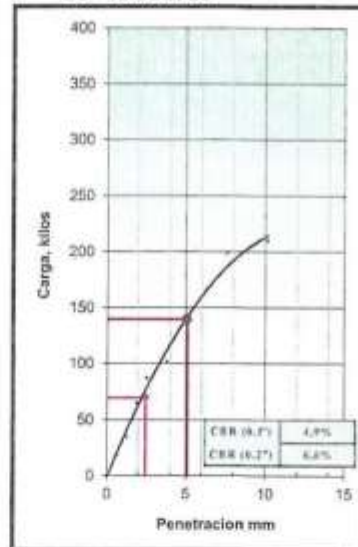
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



  
**INGENIO ANDES E.I.R.L.**  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143365



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
**ASTM D2488**

**DATOS DEL PROYECTO**

**PROYECTO:** MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO – 2021  
**DISTRITO** INKAWASI  
**PROVINCIA** LA CONVENCION **FECHA:** 25/09/2021  
**DEPARTAMENTO** CUSCO

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Tipo material:** Arcilla media plasticidad con arena  
**Ubicación de Muestra:** Km 00+500  
**Calicata:** 2 **Progresiva:** 00+500  
**Profundidad:** 0.00 - 150cm. **Carril:** IZQ **Nº Muestra:** M - 01

PROFUNDIDAD		S.U.C.S	AASHTO	GRAFICO	DESCRIPCION DEL SUELO
10	cm	CL	A-6 (7)	CL	Cobertura vegetal
20	cm				
30	cm				
40	cm				
50	cm				
60	cm				
70	cm				
80	cm				
90	cm				
100	cm				
110	cm				
120	cm				
130	cm				
140	cm				
150	cm				
					Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. la muestra tiene 3.83% de grava, 22.66 % de arena y 73.51% de finos


**INGENIO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Bejar*  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143365



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 ( ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021			
DISTRITO	INKAWASI		FECHA:	25/09/2021
PROVINCIA	LA CONVENCION			
DEPARTAMENTO	CUSCO			

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		-----
Ubicación de Muestra:	Km 00+500		
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Calicata:	2
		Carril:	IZO
		Progresiva:	00+500
		N° Muestra:	M - 01

**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				
2"	50,00				
1 1/2"	38,10				
1"	25,00				
3/4"	19,00				100,00
1/2"	12,50	13,20	1,11	1,11	98,89
3/8"	9,50	6,50	0,55	1,65	98,35
N° 4	4,75	25,90	2,17	3,83	96,17
N° 10	2,00	36,80	2,97	6,80	93,20
N° 20	0,85	38,80	3,13	9,93	90,07
N° 40	0,43	55,90	4,51	14,45	85,55
N° 50	0,30	20,80	1,68	16,13	83,87
N° 100	0,15	78,90	6,37	22,50	77,50
N° 200	0,07	49,40	3,99	26,49	73,51
< 200	Fondo	910,4	73,5	100,0	0,0

**CLASIFICACION DEL SUELO**

S.U.C.S. (ASTM D 2487)	CL
Arcilla media plasticidad con arena	
AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (7)
Suelo arcilloso	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
Peso Total del Suelo	1191,00
Peso de la Fraccion	1191,00
D <sub>60</sub>	
D <sub>30</sub>	
D <sub>10</sub>	
C <sub>u</sub>	
C <sub>c</sub>	
Lim Liquido (ASTM D4318)	34,53
Lim Plastico (ASTM D4318)	23,17
Indice de Plasticidad	11,36
% Humedad (ASTM D2216)	8,07
GRAVA (%)	3,83
ARENA (%)	22,66
FINOS (%)	73,51



OBSERVACIONES:

  
**INGEOANDES E.I.R.L.**  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 140366





**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (ASTM D 4318/ AASHTO T 89/ MTC E 110,111)

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021		
DISTRITO:	INKAWASI		
PROVINCIA:	LA CONVENCION	FECHA:	25/09/2021
DEPARTAMENTO:	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

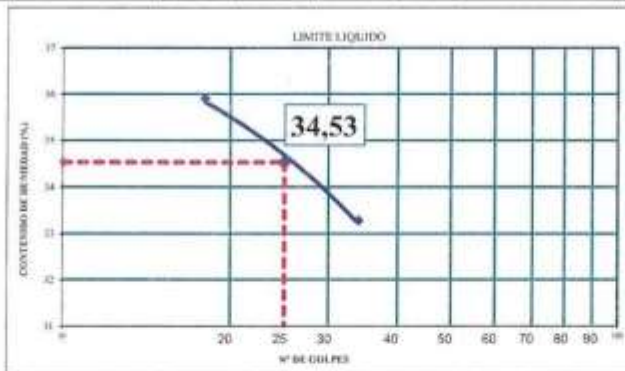
Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra:	Km 00+500		
Profundidad:	0.00 - 150cm,	Calicata:	2
		Carril:	IZQ
		Progresiva:	00+500
		N° Muestra:	M - 01

**LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)**

RECIPIENTE N°	N°	H	G	W	Observaciones:
N° DE GOLPES	N°	18	25	34	
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	52,20	53,22	52,10	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	48,50	49,60	48,70	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	38,15	39,22	38,43	
PESO DE AGUA	grs	3,70	3,62	3,40	
PESO DEL SUELO SECO	grs	10,35	10,38	10,27	
% DE HUMEDAD	%	35,75	34,87	33,11	

**LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)**

RECIPIENTE N°	N°	A	F	Observaciones:
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	24,40	23,22	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	23,68	22,72	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	20,59	20,55	
PESO DE AGUA	grs	0,72	0,50	
PESO DEL SUELO SECO	grs	3,09	2,17	
% DE HUMEDAD (Limite Plásti	%	23,30	23,04	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
34,53	23,17	11,36

Observaciones:


**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Bejar*  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143505



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS  
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS  
(ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENT  
DISTRITO: INKAWASI  
PROVINCIA: LA CONVENCION  
DEPARTAMENTO: CUSCO  
FECHA: 25/09/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
Ubicación de Muestra: Km 00+500  
Profundidad: 0.00 - 150cm.  
Calicata: 2  
Carril: IZO  
Progresiva: 00+500  
N° Muestra: M - 01

DESCRIPCION	UND.	MTRA. - 1	MTRA. - 2	MTRA. - 3	MTRA. - 4	PROMEDIO
RECIPIENTE	Nº	1				
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	776,80				
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	718,80				
PESO DEL RECIPIENTE	gr.					
PESO DEL AGUA	gr.	58,0				
PESO DEL SUELO SECO	gr.					
% DE HUMEDAD	%	8,07				8,07

OBSERVACIONES:

INGEO ANDES E.I.R.L.  
*Elard Mendoza Bejar*  
Ing. Elard Mendoza Bejar  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 144385



## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

### ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE PROCTOR

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

#### DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DIST		
DISTRITO:	INKAWASI		
PROVINCIA:	LA CONVENCION	FECHA:	25/09/2021
DEPARTAMENTO:	CUSCO		

#### DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra:	Km 00+500		
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Calicata:	2
		Carril:	IZQ
		Progresiva:	00+500
		N° Muestra:	M - 01

#### TIPO PROCTOR: (MODIFICADO)

#### UND

#### PUNTOS

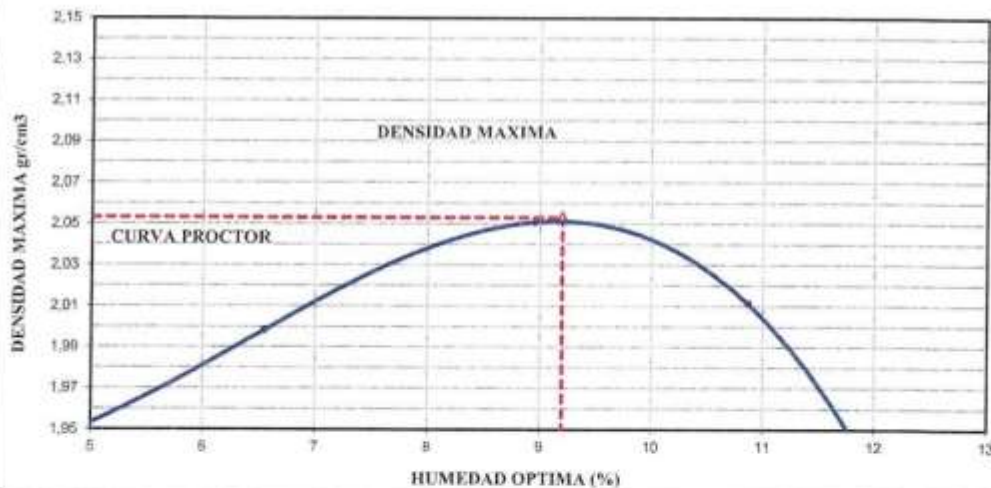
METODO DE COMPACTACION	UND	1	2	3	4	Observaciones:
		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11012	11243	11467	11457	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4291	4522	4746	4736	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2,020	2,129	2,234	2,230	

#### HUMEDAD

#### UND

#### RECIPIENTES

RECIPIENTE N°	UND	0	0	0	0	Observaciones:
		cod.	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 <sup>3</sup>	1,939	1,998	2,051	2,011	



Densidad Maxima	2,05 gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima	9,20 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:


**INGENIO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Bejar*  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143365



**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)**

MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO – 2021

PROYECTO: DISTRITO INKAWASI  
 DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 25/09/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
 Ubicación de Muestra: Km 00+500  
 Calicata: 2  
 Profundidad: 0.00 - 150cm.  
 Carril: IZQ  
 N° Muestra: M - 01

**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)	13397,00		11958,00		11738,00	
Peso de molde (g)	8643,00		7496,00		7345,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4754,00		4462,00		4393,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2120,00		2095,00		2176,00	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,242		2,130		2,019	
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 <sup>3</sup> )	2,053		1,956		1,848	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/09/2021	13:23	0,00	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
22/09/2021	13:23	24,00	12	0,120	0,1	19	0,190	0,2	26	0,260	0,2
23/09/2021	13:23	48,00	19	0,190	0,2	27	0,270	0,2	36	0,360	0,3
24/09/2021	13:23	72,00	31	0,310	0,3	43	0,430	0,4	52	0,520	0,5
25/09/2021	13:23	96,00	41	0,410	0,4	56	0,560	0,5	63	0,630	0,5

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	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	85	84,8			45	44,7			41	40,7			
<b>2,540</b>	<b>1,000</b>	<b>70,455</b>	122	121,9	120,0	8,4	75	74,8	85,0	6,0	57	56,8	50,0	3,5
3,810	1,500		198	198,0			112	111,9			76	75,8		
<b>5,080</b>	<b>2,000</b>	<b>105,680</b>	254	254,2	250,0	11,7	198	198,0	180,0	8,4	102	101,9	115,0	5,4
6,350	2,500		298	298,2			231	231,1			165	165,0		
7,620	3,000		356	356,4			276	276,2			189	189,0		
10,160	4,000		435	435,5			321	321,3			214	214,1		

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendez Bejar*  
**Ing. Elard Mendez Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 148366



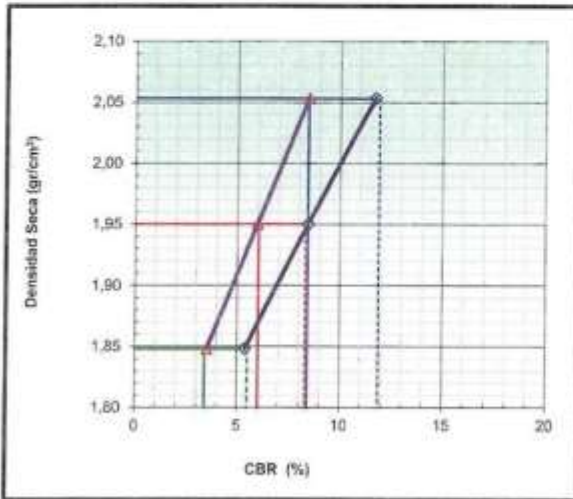
**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**( ASTM D 1883 / AASHTO T-190 /MTC E 132)**

MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

PROYECTO: INKAWASI- CUSCO - 2021  
 DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 25/09/2021

DATOS DE LA MUESTRA			
Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra:	Km 00+500		
		Calicata: 2	
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Carril: IZO	N° Muestra: M - 01



**METODO DE COMPACTACION** : AASHTO T-180  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,053  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 9,20  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,950  
**90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,848

C.B.R. al 100% de M.D.S. ( 0.1")	8	0.2": 12
C.B.R. al 95% de M.D.S. ( 0.1")	6	0.2": 8
C.B.R. al 90% de M.D.S. ( 0.1")	3	0.2": 6

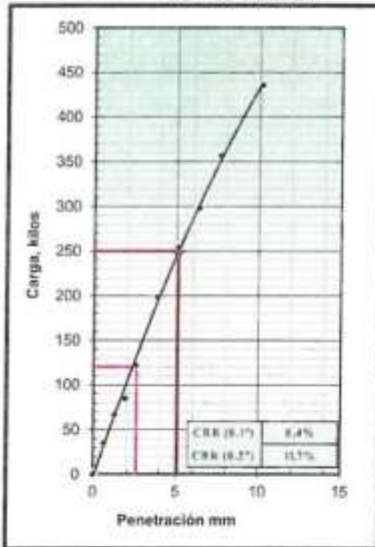
**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8%  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6%  
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 3%

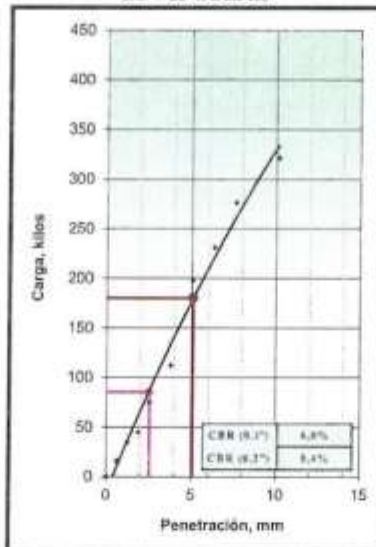
**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

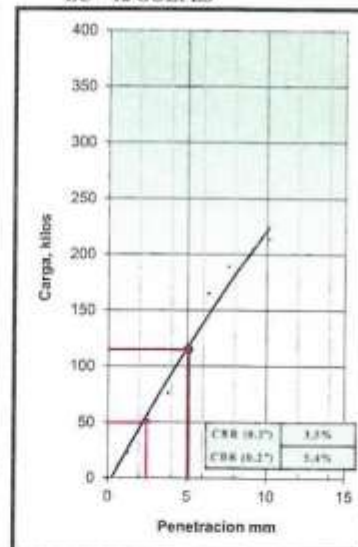
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**INGEORANDES E.I.R.L.**  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143365



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
**ASTM D2488**

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021		
DISTRITO	INKAWASI		
PROVINCIA	LA CONVENCION	FECHA:	25/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra:	Km 00+750		
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Calicata:	3
		Carril:	DER
		Progresiva:	00+750
		Nº Muestra:	M - 01

PROFUNDIDAD	S.U.C.S	AASHTO	GRAFICO	DESCRIPCION DEL SUELO
10 cm	CL	A-6 (8)	CL	<p align="center">Coertura Vegetal</p> <p>Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. La muestra tiene 4.96% de grava, 24.55 % de arena y 70.53% de finos</p>
20 cm				
30 cm				
40 cm				
50 cm				
60 cm				
70 cm				
80 cm				
90 cm				
100 cm				
110 cm				
120 cm				
130 cm				
140 cm				
150 cm				

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Bejar*  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP Nº 148355



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**( ASTM D422 / ASTM D 2487 /MTC E204)**

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021			
DISTRITO	INKAWASI		FECHA:	25/09/2021
PROVINCIA	LA CONVENCION			
DEPARTAMENTO	CUSCO			

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		-----
Ubicación de Muestra:	Km 00+750		
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Calcata:	3
		Carril:	DER
		Progresiva:	00+750
		Nº Muestra:	M - 01

**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				
2"	50,00				
1 1/2"	38,10				
1"	25,00				100,00
3/4"	19,00	2,31	0,21	0,21	99,79
1/2"	12,50	15,43	1,38	1,58	98,42
3/8"	9,50	12,44	1,11	2,69	97,31
Nº 4	4,75	25,40	2,27	4,96	95,04
Nº 10	2,00	35,12	2,98	7,94	92,06
Nº 20	0,85	51,34	4,35	12,29	87,71
Nº 40	0,43	50,10	4,25	16,54	83,46
Nº 50	0,30	31,00	2,63	19,16	80,84
Nº 100	0,15	56,30	4,77	23,94	76,06
Nº 200	0,07	65,30	5,54	29,47	70,53
< 200	Fondo	831,8	70,5	100,0	0,0

**CLASIFICACION DEL SUELO**

S.U.C.S. (ASTM D 2487)	CL
Arcilla media plasticidad con arena	
AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (8)
Suelo arcilloso	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
Peso Total del Suelo	1121,00
Peso de la Fraccion	1121,00
D <sub>60</sub>	
D <sub>30</sub>	
D <sub>10</sub>	
Cu	
Cc	
Lim Liquido (ASTM D4318)	35,42
Lim Plastico (ASTM D4318)	22,25
Indice de Plasticidad	13,17
% Humedad (ASTM D2216)	11,24
GRAVA (%)	4,96
ARENA (%)	24,52
FINOS (%)	70,53



OBSERVACIONES:

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Ing. Elard Méndez Bejar*  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP Nº. 148365



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (ASTM D 4318/ AASHTO T 89/ MTC E 110,111)

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021		
DISTRITO	INKAWASI		FECHA:
PROVINCIA	LA CONVENCION		25/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

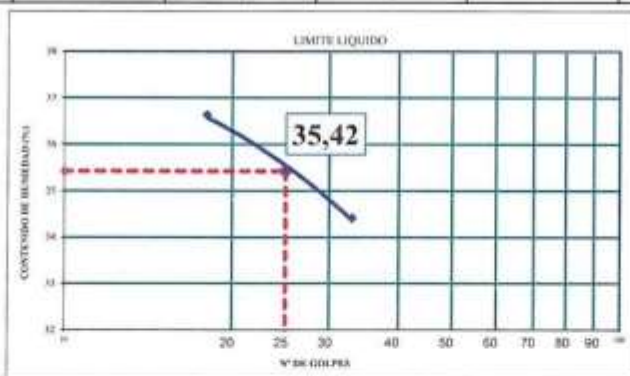
Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra:	Km 00+750		
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Calicata:	3
		Camit:	DER
		Progresiva:	
		N° Muestra:	M - 01

**LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)**

RECIPIENTE N°	N°	A	G	Z	Observaciones:
N° DE GOLPES	N°	18	25	33	
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	52,22	50,43	51,43	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	48,80	47,55	48,39	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	39,45	39,45	39,54	
PESO DE AGUA	grs	3,42	2,88	3,04	
PESO DEL SUELO SECO	grs	9,35	8,10	8,85	
% DE HUMEDAD	%	36,58	35,56	34,35	

**LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)**

RECIPIENTE N°	N°	F	S	Observaciones:
RECIPIENTE + SUELO HUMED	grs	22,32	21,44	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	20,65	20,15	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	13,32	14,21	
PESO DE AGUA	grs	1,67	1,29	
PESO DEL SUELO SECO	grs	7,33	5,94	
% DE HUMEDAD (Limite Plásti	%	22,78	21,72	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
35,42	22,25	13,17

Observaciones:


**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Rejar*  
**ing. Elard Mendoza Rejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.P. N° 145365





INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS  
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS  
(ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENT  
DISTRITO: INKAWASI  
PROVINCIA: LA CONVENCION  
DEPARTAMENTO: CUSCO  
FECHA: 25/09/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
Ubicación de Muestra: Km 00+750  
Calicata: 3  
Progresiva: 00+750  
Profundidad: 0.00 - 150cm.  
Carril: DER  
N° Muestra: M - 01

DESCRIPCION	UND.	MTRA. - 1	MTRA. - 2	MTRA. - 3	MTRA. - 4	PROMEDIO
RECIPIENTE	Nº	1				
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	923,30				
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	830,00				
PESO DEL RECIPIENTE	gr.					
PESO DEL AGUA	gr.	93,3				
PESO DEL SUELO SECO	gr.					
% DE HUMEDAD	%	11,24				11,24

OBSERVACIONES:

INGEO ANDES E.I.R.L.  
  
Ing. Elard Mendoza Bejar  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. Nº. 143365



## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

### ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE PROCTOR

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

#### DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DIST		
DISTRITO	INKAWASI		
PROVINCIA	LA CONVENCION	FECHA:	25/09/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

#### DATOS DE LA MUESTRA

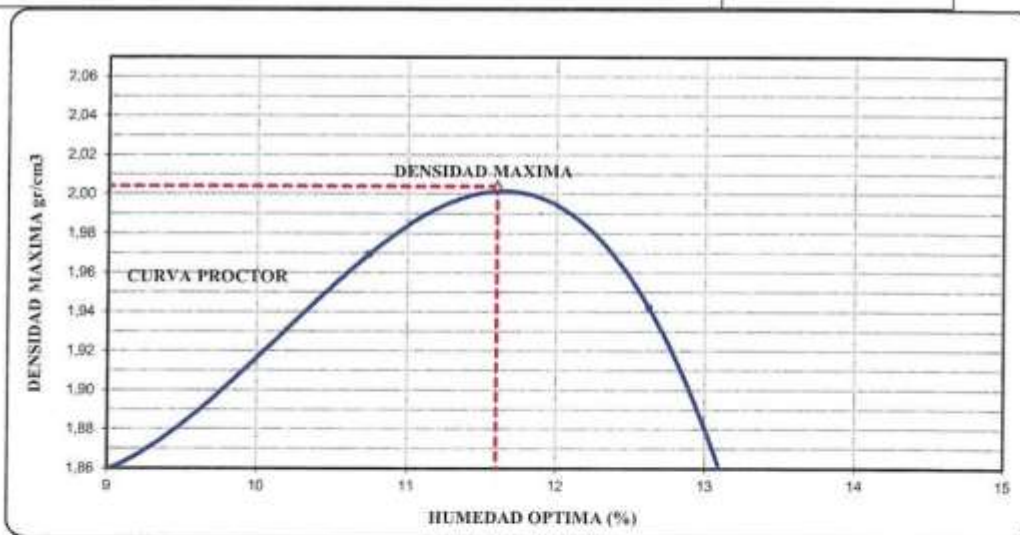
Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra Km	00+750		
Calicata:	3	Progresiva:	00+750
Profundidad:	0.00 - 150cm.	Carril:	DER
		N° Muestra:	M - 01

#### TIPO PROCTOR: ( MODIFICADO)

	UND	PUNTOS				Observaciones:
		1	2	3	4	
METODO DE COMPACTACION		C	C	C	C	
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11978	11021	11353	11367	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	5257	4300	4632	4646	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2,475	2,024	2,181	2,187	

#### HUMEDAD

	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		0	0	0	0	
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	361,10	389,20	343,30	412,20	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	340,00	360,00	310,00	366,00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0,00	0,00	0,00	0,00	
PESO DE AGUA	gr.	21,10	29,20	33,30	46,20	
PESO DE SUELO SECO	gr.	340,00	360,00	310,00	366,00	
CONTENIDO DE AGUA	%	6,21	8,11	10,74	12,62	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	2,330	1,873	1,969	1,942	



Densidad Maxima	2,00 gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima	11,60 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:


**INGENIERIA ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendez Rejar*  
**Ing. Elard Mendez Rejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 145365



**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)**

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO  
 FECHA: 25/09/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
 Ubicación de Muestra: Km 00+750  
 Profundidad: 0,00 - 150cm,  
 Calicata: 3  
 Carril: DER  
 N° Muestra: M - 01

**COMPACTACION**

Molde N°	4	1	7			
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)	13045,00	12936,00	12564,00			
Peso de molde (g)	8400,00	8321,00	8421,00			
Peso del suelo húmedo (g)	4645,00	4615,00	4143,00			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2077,00	2171,00	2056,00			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,236	2,126	2,015			
Tara (N°)	0	0	0			
Peso suelo húmedo + tara (g)	412,20	312,20	375,00			
Peso suelo seco + tara (g)	369,30	279,70	335,80			
Peso de tara (g)	0,00	0,00	0,00			
Peso de agua (g)	42,90	32,50	39,20			
Peso de suelo seco (g)	369,30	279,70	335,80			
Contenido de humedad (%)	11,62	11,62	11,67			
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,004	1,984	1,884			

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/09/2021	12:00	0,00	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
22/09/2021	12:00	24,00	16	0,160	0,1	28	0,280	0,2	41	0,410	0,4
23/09/2021	12:00	48,00	34	0,340	0,3	46	0,460	0,4	58	0,580	0,5
24/09/2021	12:00	72,00	45	0,450	0,4	67	0,670	0,6	79	0,790	0,7
25/09/2021	12:00	96,00	56	0,560	0,5	98	0,980	0,8	102	1,020	0,9

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. pulg. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 4				MOLDE N° 1				MOLDE N° 7				
		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	45	44,7			22	21,7			14	13,7			
1,270	0,500	65	64,8			39	38,7			25	24,7			
1,905	0,750	90	89,8			65	64,8			40	39,7			
<b>2,540</b>	<b>1,000</b>	<b>70,455</b>	160	160,0	140,0	<b>9,8</b>	98	97,8	85,0	<b>6,0</b>	65	64,8	48,0	<b>3,4</b>
3,810	1,500		220	220,1			128	127,9			76	75,8		
<b>5,080</b>	<b>2,000</b>	<b>105,680</b>	280	280,2	280,0	<b>13,1</b>	164	164,0	170,0	<b>8,0</b>	98	97,8	97,0	<b>4,5</b>
6,350	2,500		330	330,3			223	223,1			112	111,9		
7,620	3,000		390	390,4			267	267,2			143	142,9		
10,160	4,000		410	410,5			310	310,3			176	176,0		

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.P. N° 144366



**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)**

MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

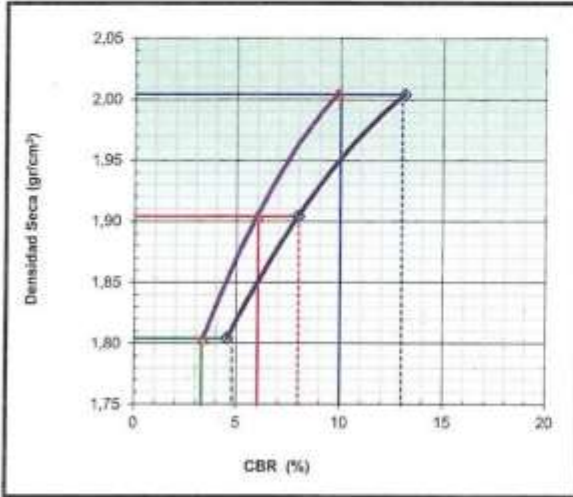
PROYECTO: INKAWASI- CUSCO - 2021  
 DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 25/09/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
 Ubicación de Muestra: Km 00+750  
 Profundidad: 0.00 - 150cm.

Calicata: 3  
 Carril: DER  
 N° Muestra: M - 01



**METODO DE COMPACTACION** : AASHTO T-180  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2,004  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11,60  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1,904  
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1,804

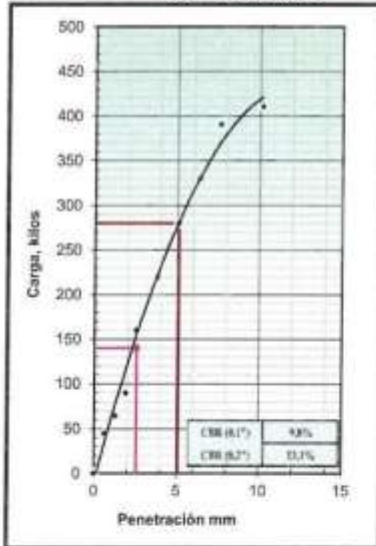
C.B.R. al 100% de M.D.S. (0.1")	10	0.2"	13
C.B.R. al 95% de M.D.S. (0.1")	6	0.2"	8
C.B.R. al 90% de M.D.S. (0.1")	3	0.2"	5

**RESULTADOS:**

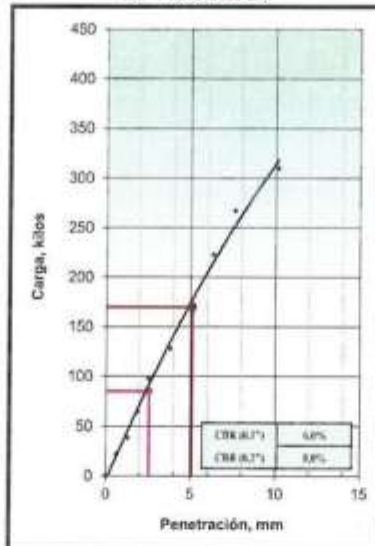
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10%  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6%  
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 3%

**OBSERVACIONES:**

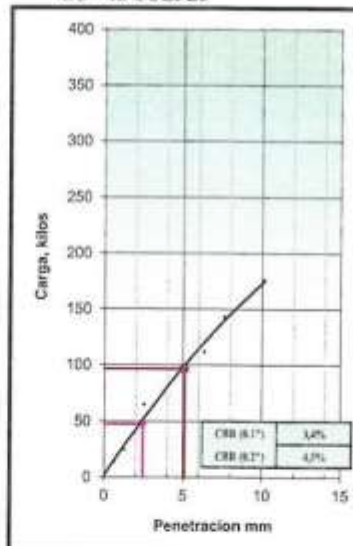
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**INGEÓ ANDES E.I.R.L.**  
  
**ing. Elard Méndez Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143665



**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 )**

MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

DISTRITO: INKAWASI

PROVINCIA: LA CONVENCION

DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 02/10/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena

Ubicación de Muestra: MATERIAL SUBRASANTE MAS 8% DE CEMENTO PORTLAND

N° Muestra: M - 01

**COMPACTACION**

Molde N°	8	3	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)	13415,00	13019,00	12751,00			
Peso de molde (g)	8544,00	8344,00	8412,00			
Peso del suelo húmedo (g)	4871,00	4675,00	4339,00			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2122,00	2144,00	2096,00			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,295	2,181	2,070			
Tara (N°)	0	0	0			
Peso suelo húmedo + tara (g)	472,20	365,50	476,60			
Peso suelo seco + tara (g)	427,70	331,00	431,70			
Peso de tara (g)	0,00	0,00	0,00			
Peso de agua (g)	44,50	34,50	44,90			
Peso de suelo seco (g)	427,70	331,00	431,70			
Contenido de humedad (%)	10,40	10,42	10,40			
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,079	1,975	1,875			

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/10/2021	13:23	0,00	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
16/10/2021	13:23	24,00	10	0,100	0,1	17	0,170	0,1	24	0,240	0,2
17/10/2021	13:23	48,00	16	0,160	0,1	24	0,240	0,2	33	0,330	0,3
18/10/2021	13:23	72,00	26	0,260	0,2	39	0,390	0,3	48	0,480	0,4
19/10/2021	13:23	96,00	28	0,280	0,2	48	0,480	0,4	56	0,560	0,5

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 8				MOLDE N° 3				MOLDE N° 1				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		mm	pulg.	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	
0,000	0,000	0	0			0	0			0	0			
0,635	0,250	86	85,8			25	24,7			15	14,7			
1,270	0,500	123	122,9			65	64,8			36	35,7			
1,905	0,750	245	245,1			112	111,9			95	94,8			
<b>2,540</b>	<b>1,000</b>	<b>70,455</b>	367	367,4	320,0	<b>22,5</b>	180	180,0	180,0	<b>12,7</b>	135	134,9	115,0	<b>8,1</b>
3,810	1,500		476	476,6			260	260,2			198	198,0		
<b>5,080</b>	<b>2,000</b>	<b>105,680</b>	588	588,8	550,0	<b>25,8</b>	350	350,3	320,0	<b>15,0</b>	220	220,1	220,0	<b>10,3</b>
6,350	2,500		645	645,9			390	390,4			254	254,2		
7,620	3,000		695	696,0			410	410,5			287	287,2		
10,160	4,000		743	744,1			460	460,6			322	322,3		

  
**INGEANDES E.I.R.L.**  
 Ing. Elard Mendoza Bejar  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 148385



# INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

## ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE PROCTOR

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

#### DATOS DEL PROYECTO

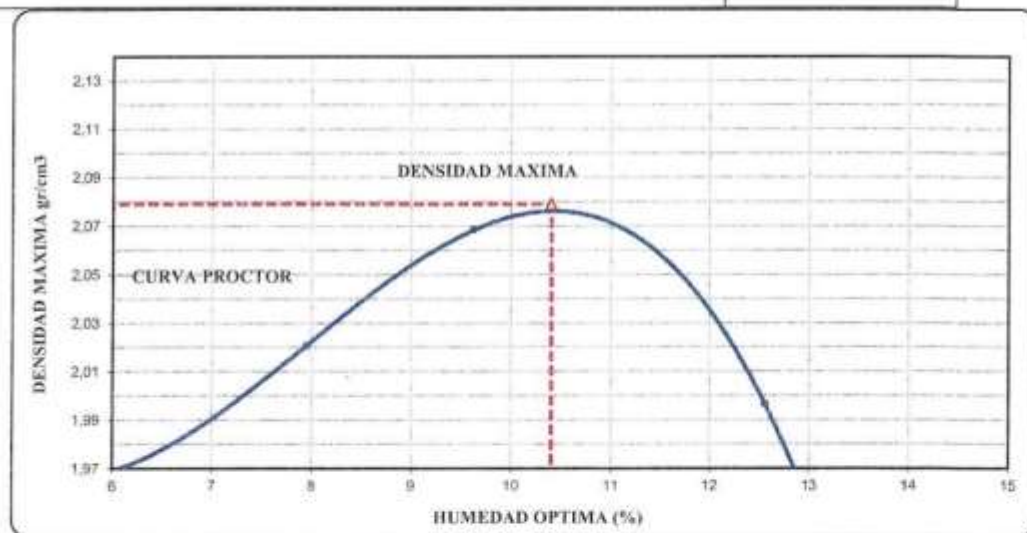
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE. APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DIST		
DISTRITO	INKAWASI		
PROVINCIA	LA CONVENCION	FECHA:	02/10/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

#### DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra	MATERIAL SUBRASANTE MAS 8% DE CEMENTO PORTLAND		
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.	11132	11354	11537	11494	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4411	4633	4816	4773	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2,077	2,181	2,267	2,247	

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		0	0	0	0	
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	365,50	354,40	321,20	343,30	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	346,00	328,30	293,00	305,00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0,00	0,00	0,00	0,00	
PESO DE AGUA	gr.	19,50	26,10	28,20	38,30	
PESO DE SUELO SECO	gr.	346,00	328,30	293,00	305,00	
CONTENIDO DE AGUA	%	5,64	7,95	9,62	12,56	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1,966	2,021	2,068	1,996	



Densidad Maxima	2,08 gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima	10,40 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

INGEO ANDES E.I.R.L.  
  
 Ing. Elard Mendoza Bejar  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 148365



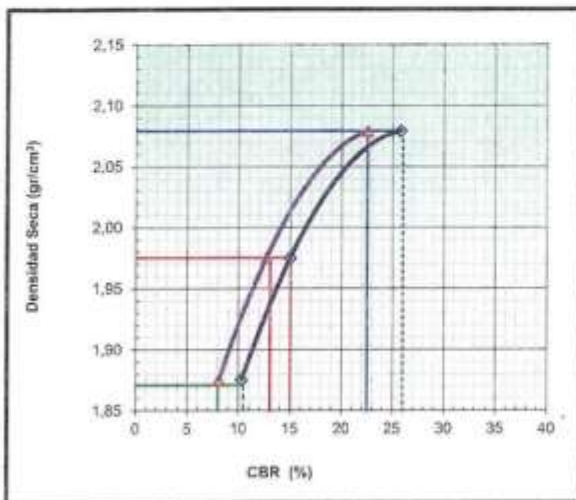
**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**( ASTM D 1883 / AASHTO T-190 /MTC E 132)**

MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO

PROYECTO:	INKAWASI- CUSCO - 2021	
DISTRITO:	INKAWASI	
PROVINCIA:	LA CONVENCION	FECHA: 02/10/2021
DEPARTAMENTO:	CUSCO	

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena	
Ubicación de Muestra:	MATERIAL SUBRASANTE MAS 8% DE CEMENTO PORTLAND	
	Calicata: 2	
Profundidad: 0.00 - 130cm.	Carril: ojo	N° Muestra: M - 01



**METODO DE COMPACTACION** : AASHTO T-180  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2,079  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 10,40  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,975  
**90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1,871

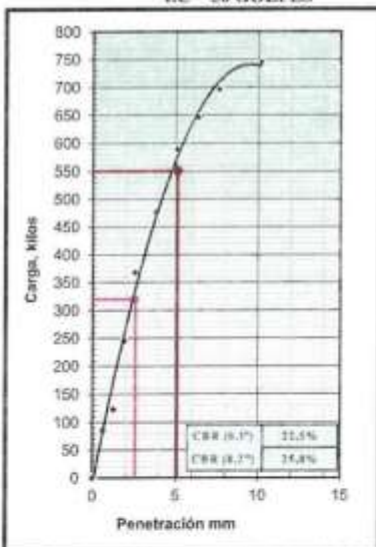
C.B.R. al 100% de M.D.S. (0,1")	23	0,2"	26
C.B.R. al 95% de M.D.S. (0,1")	13	0,2"	15
C.B.R. al 90% de M.D.S. (0,1")	8	0,2"	11

**RESULTADOS:**

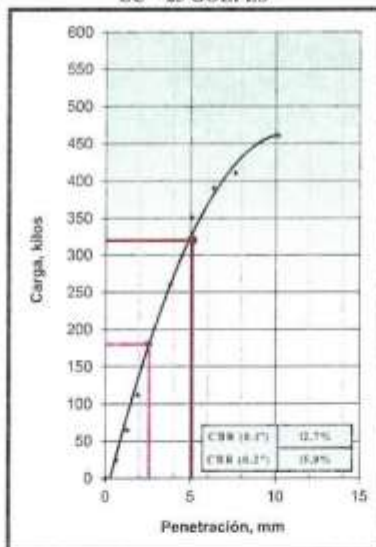
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 23%  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13%  
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 8%

**OBSERVACIONES:**

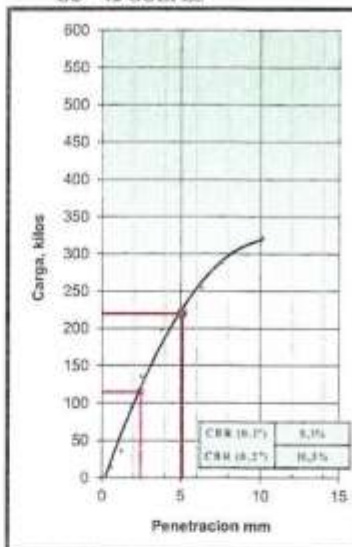
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGE ANDES E.I.R.L.**  
*Elard*  
**Ing. Elard Méndez Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143365



**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)**

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

DISTRITO: INKAWASI

PROVINCIA: LA CONVENCION

DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 02/10/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena

Ubicación de Muestra: MATERIAL SUBRASANTE MAS 12% DE CEMENTO PORTLAND

N° Muestra: M - 01

**COMPACTACION**

Molde N°	8		3		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)	13100,00		13082,00		12847,00	
Peso de molde (g)	8243,00		8456,00		8359,00	
Peso del suelo húmedo (g)	4857,00		4626,00		4488,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098,00		2104,00		2155,00	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,315		2,199		2,083	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	354,40		411,10		365,50	
Peso suelo seco + tara (g)	319,70		371,00		329,70	
Peso de tara (g)	0,00		0,00		0,00	
Peso de agua (g)	34,70		40,10		35,80	
Peso de suelo seco (g)	319,70		371,00		329,70	
Contenido de humedad (%)	10,85		10,81		10,86	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,088		1,984		1,879	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/10/2021	13:23	0,00	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
16/10/2021	13:23	24,00	8	0,080	0,1	15	0,150	0,1	20	0,200	0,2
17/10/2021	13:23	48,00	14	0,140	0,1	22	0,220	0,2	30	0,300	0,3
18/10/2021	13:23	72,00	24	0,240	0,2	35	0,350	0,3	45	0,450	0,4
19/10/2021	13:23	96,00	25	0,250	0,2	40	0,400	0,3	52	0,520	0,5

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°	8				3				1					
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0,000	0,000		0	0												
0,635	0,250		112	111,9				35	34,7			23	22,7			
1,270	0,500		220	220,1				78	77,8			46	45,7			
1,905	0,750		450	450,5				180	180,0			123	120,9			
<b>2,540</b>	<b>1,000</b>	<b>70,455</b>	560	560,8	450,0	<b>31,6</b>		270	270,2	250,0	<b>17,6</b>	186	186,0	150,0		<b>10,5</b>
3,810	1,500		580	580,8				345	345,3			223	223,1			
<b>5,080</b>	<b>2,000</b>	<b>105,680</b>	810	811,3	780,0	<b>36,6</b>		487	487,6	460,0	<b>21,6</b>	265	265,2	270,0		<b>12,7</b>
6,350	2,500		880	881,4				567	567,8			310	310,3			
7,620	3,000		912	913,5				607	688,0			376	376,4			
10,160	4,000		1004	1005,7				713	714,1			422	422,5			

**INGENIO ANDES E.I.R.L.**  
*Ing. Elard Mendoza Bejar*  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 148385





**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**

**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE PROCTOR**

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

**DATOS DEL PROYECTO**

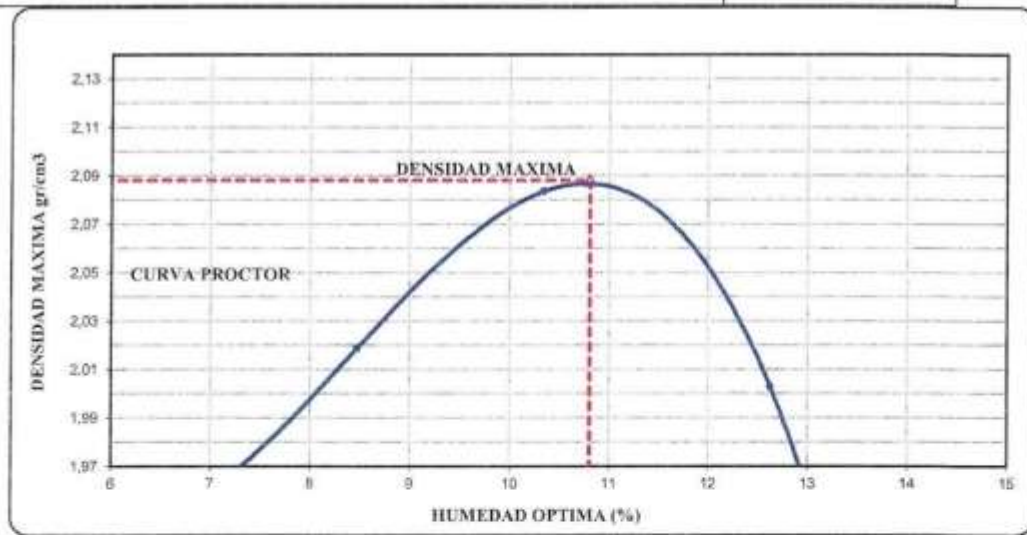
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO		
DISTRITO	INKAWASI		FECHA:
PROVINCIA	LA CONVENCION	02/10/2021	
DEPARTAMENTO	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra	MATERIAL SUBRASANTE MAS 12% DE CEMENTO PORTLAND		
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.	11101	11372	11604	11512	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4380	4651	4883	4791	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2,062	2,190	2,299	2,256	

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES				Observaciones:
		0	0	0	0	
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	532,20	412,20	323,30	412,20	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	502,00	380,00	293,00	366,00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0,00	0,00	0,00	0,00	
PESO DE AGUA	gr.	30,20	32,20	30,30	46,20	
PESO DE SUELO SECO	gr.	502,00	380,00	293,00	366,00	
CONTENIDO DE AGUA	%	6,02	8,47	10,34	12,62	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1,945	2,019	2,084	2,003	



Densidad Maxima	2,09 gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima	10,80 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

**INGENIERIA ANDES E.I.R.L.**  
*Ing. Elard Mendoza Bejar*  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143865



**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)**

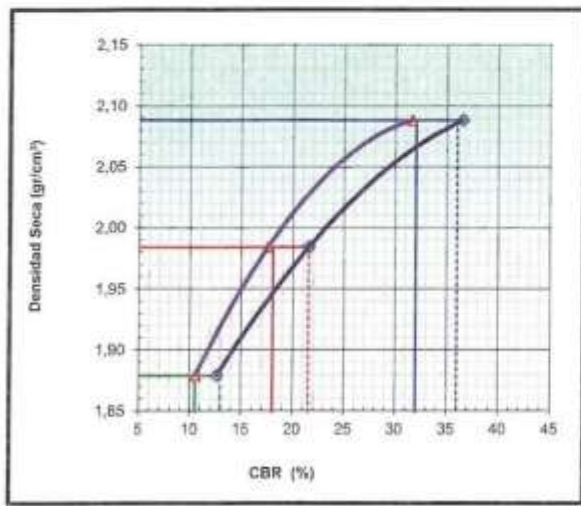
MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI - CUSCO - 2021

PROYECTO: INKAWASI - CUSCO - 2021  
 DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 02/10/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
 Ubicación de Muestra: MATERIAL SUBRASANTE MAS 12% DE CEMENTO PORTLAND  
 Calicata: 2  
 Profundidad: 0.00 - 130cm.  
 Carril: eje  
 N° Muestra: M - 01

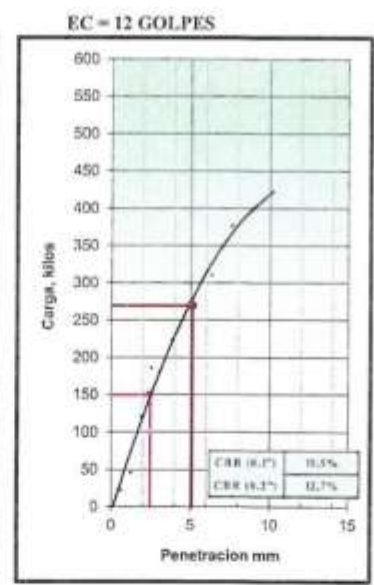
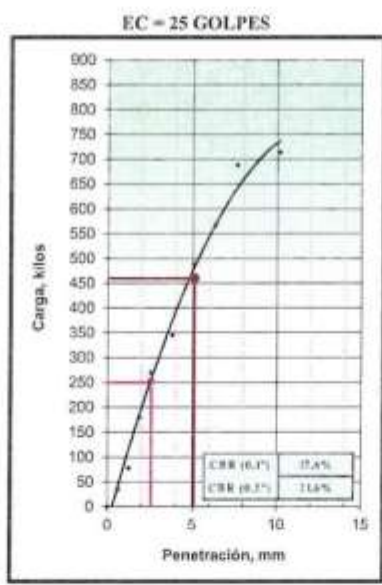
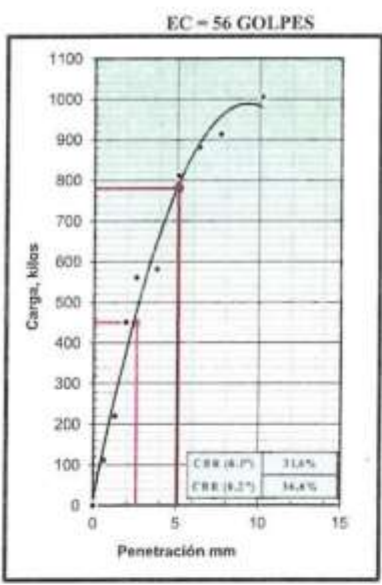


**METODO DE COMPACTACION** : AASHTO T-180  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,088  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10,80  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,984  
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,879

C.B.R. al 100% de M.D.S. (0,1")	32	0,2"	36
C.B.R. al 95% de M.D.S. (0,1")	18	0,2"	22
C.B.R. al 90% de M.D.S. (0,1")	11	0,2"	13

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 32%  
 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:**



**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
  
**Ing. Etard Menzoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP Nº 143368



**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)**

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

DISTRITO: INKAWASI

PROVINCIA: LA CONVENCION

DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 02/10/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena

Ubicación de Muestra: MATERIAL SUBRASANTE MAS 15% DE CEMENTO PORTLAND

N° Muestra: M - 01

**COMPACTACION**

Molde N°	8		3		1	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13478,00		13078,00		13058,00	
Peso de molde (g)	8364,00		8235,00		8433,00	
Peso del suelo húmedo (g)	5114,00		4843,00		4625,00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2183,00		2177,00		2194,00	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2,343		2,225		2,108	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	412,20		384,40		482,20	
Peso suelo seco + tara (g)	369,50		344,68		432,40	
Peso de tara (g)	0,00		0,00		0,00	
Peso de agua (g)	42,70		39,72		49,80	
Peso de suelo seco (g)	369,50		344,68		432,40	
Contenido de humedad (%)	11,56		11,52		11,52	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,100		1,995		1,890	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/10/2021	13:23	0,00	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
16/10/2021	13:23	24,00	5	0,050	0,0	12	0,120	0,1	18	0,180	0,2
17/10/2021	13:23	48,00	12	0,120	0,1	20	0,200	0,2	26	0,260	0,2
18/10/2021	13:23	72,00	20	0,200	0,2	30	0,300	0,3	34	0,340	0,3
19/10/2021	13:23	96,00	22	0,220	0,2	37	0,370	0,3	41	0,410	0,4

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 8				MOLDE N° 3				MOLDE N° 1				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		mm	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	Dial (div)	kg	
0,000	0,000		0	0		0	0		0	0		0		
0,635	0,250		178	178,0		65	64,8		48	48,1				
1,270	0,500		353	353,4		145	144,9		102	101,9				
1,905	0,750		543	543,7		350	350,3		170	170,0				
<b>2,540</b>	<b>1,000</b>	<b>70,455</b>	732	733,1	640,0	<b>45,0</b>	510	510,7	400,0	<b>28,1</b>	243	243,1	250,0	17,6
3,810	1,500		932	933,5			623	623,9			372	372,4		
<b>5,080</b>	<b>2,000</b>	<b>105,680</b>	1201	1203,0	1200,0	<b>56,2</b>	700	701,0	750,0	<b>35,2</b>	482	482,6	480,0	22,5
6,350	2,500		1345	1347,3			832	833,3			595	595,8		
7,620	3,000		1532	1534,7			1143	1144,9			672	673,0		
10,160	4,000		1632	1634,9			1322	1324,3			721	722,1		

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Elard Mendoza Bejar*  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 149366



**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**

**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE PROCTOR**

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

**DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DIST.		
DISTRITO	INKAWASI		
PROVINCIA	LA CONVENCION	FECHA:	02/10/2021
DEPARTAMENTO	CUSCO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material:	Arcilla media plasticidad con arena		
Ubicación de Muestra	MATERIAL SUBRASANTE MAS 16% DE CEMENTO PORTLAND		
N° Muestra:	M - 01		

**TIPO PROCTOR: ( MODIFICADO)**

**UND**

**PUNTOS**

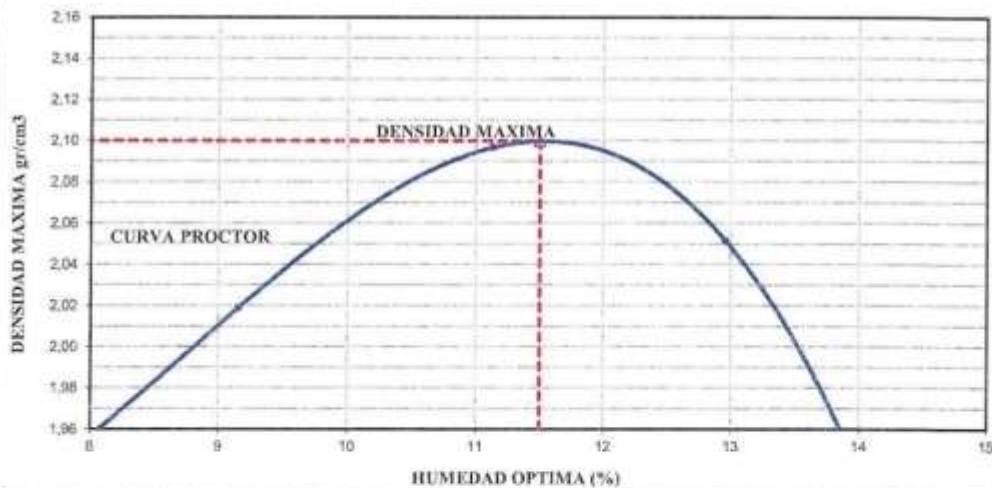
	UND	1	2	3	4	Observaciones:
		C	C	C	C	
METODO DE COMPACTACION						
PESO SUELO + MOLDE	gr.	11102	11402	11670	11643	
PESO MOLDE	gr.	6721	6721	6721	6721	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr.	4381	4681	4949	4922	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2,063	2,204	2,330	2,317	

**HUMEDAD**

**UND**

**RECIPIENTES**

	UND	0	0	0	0	Observaciones:
		cod.				
RECIPIENTE N°	cod.	0	0	0	0	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr.	493,30	376,60	423,30	473,30	
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	460,00	345,00	380,90	419,00	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0,00	0,00	0,00	0,00	
PESO DE AGUA	gr.	33,30	31,60	42,40	54,30	
PESO DE SUELO SECO	gr.	460,00	345,00	380,90	419,00	
CONTENIDO DE AGUA	%	7,24	9,16	11,13	12,96	
PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1,923	2,019	2,097	2,051	



Densidad Maxima	2,10 gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima	11,50 %
Densidad Maxima Corregida	gr/cm <sup>3</sup>	Humedad Optima Corregida	%

Observacion:

**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
  
**Ing. Blard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 145385



**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)**

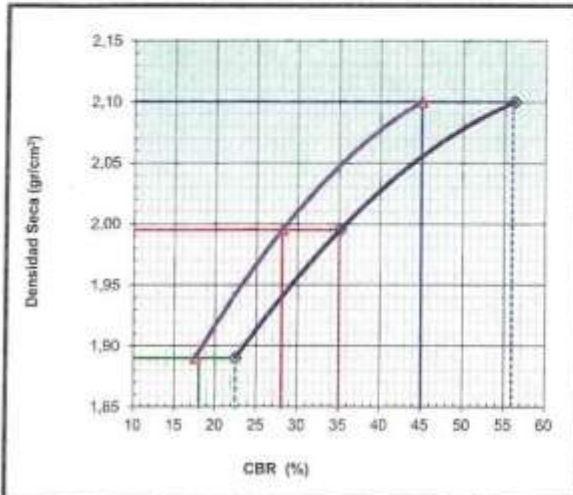
MEJORAMIENTO DE SUELO LIMO ARCILLOSO PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECANICA DE SUBRASANTE, APLICANDO CEMENTO PORTLAND, EN DISTRITO INKAWASI- CUSCO - 2021

PROYECTO: INKAWASI- CUSCO - 2021  
 DISTRITO: INKAWASI  
 PROVINCIA: LA CONVENCION  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

FECHA: 02/10/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo material: Arcilla media plasticidad con arena  
 Ubicación de Muestra: MATERIAL SUBRASANTE MAS 16% DE CEMENTO PORTLAND  
 Calicata: 2  
 Carril: eje  
 N° Muestra: M - 01  
 Profundidad: 0.00 - 130cm.



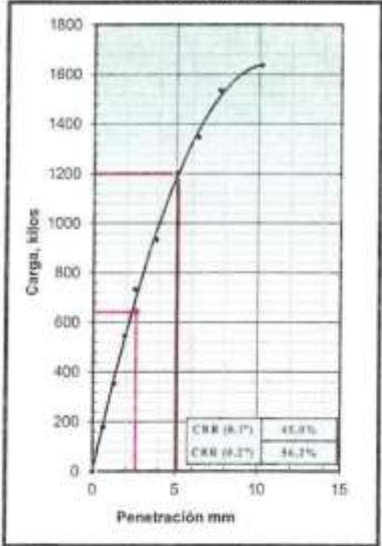
**METODO DE COMPACTACION** : AASHTO T-180  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,100  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11,50  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,995  
 90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,89

C.B.R. al 100% de M.D.S. (0,1")	45	0,2"	56
C.B.R. al 95% de M.D.S. (0,1")	28	0,2"	35
C.B.R. al 90% de M.D.S. (0,1")	18	0,2"	21

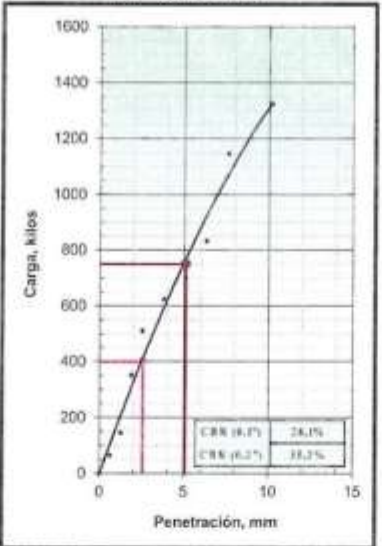
**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 45%  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 28%  
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 18%

**OBSERVACIONES:**

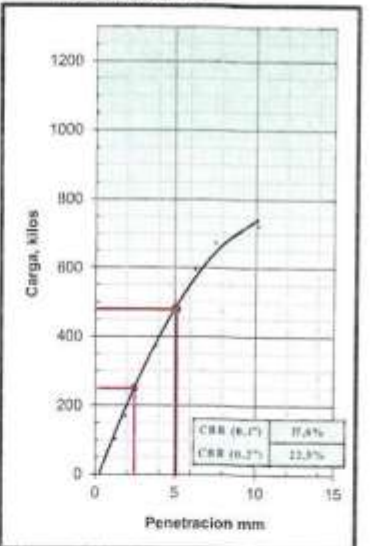
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 193385



*Figura 3. Carretera de Inkawasi*



*Figura 4. Deformaciones en la carretera de Pacaybamba - Amaybamba*



*Figura 5. Carretera de Pacaybamba - Amaybamba*



*Figura 6. Trazo de la calicata 01*



Figura 7. Posición de la calicata 02



Figura 8. Calicata N° 03





Figura 9. Excavación y toma de muestras



Figura 10. Clasificación de suelos por Tamizado

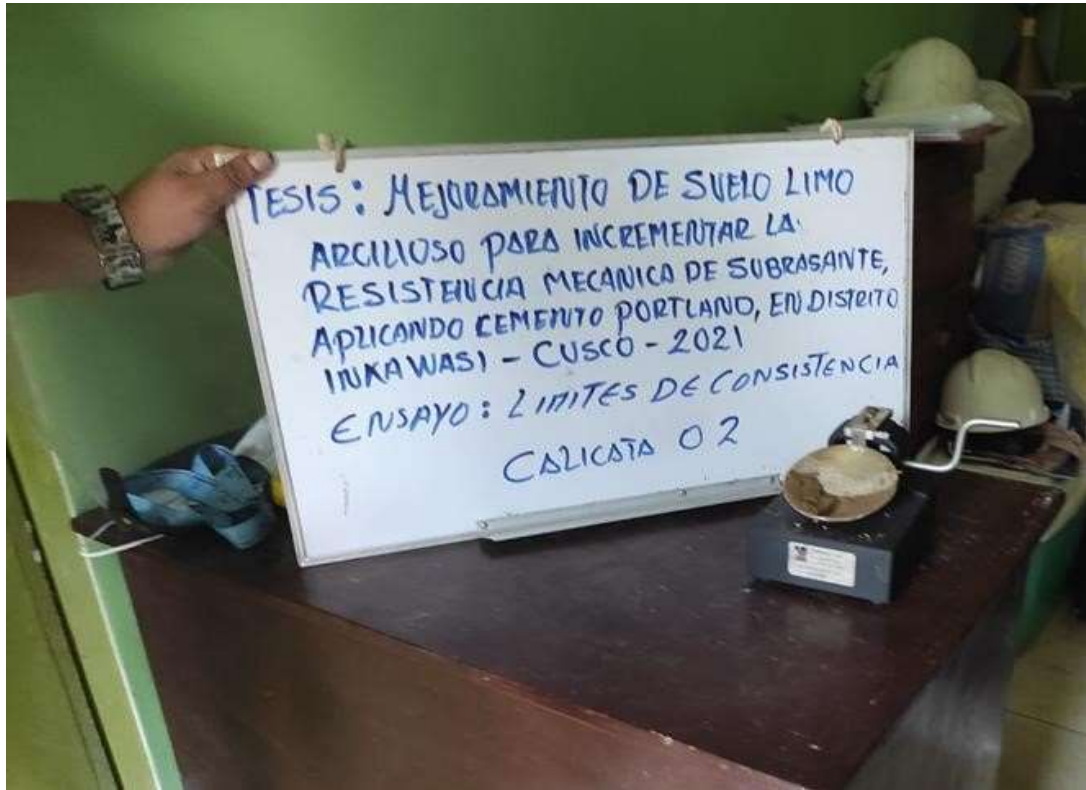


Figura 11. Ensayo de Limites de Consistencia



Figura 12. Ensayo para determinación del límite plástico



Figura 14. Molde para compactación – Proctor Modificado



Figura 13. Realizando los golpes de compactación para el ensayo proctor



Figura 16. Ensayo de CBR



Figura 15. Dosificación de cemento portland tipo I



*Figura 18. Adición de cemento portland*



*Figura 17. Resultados de CBR con adición de cemento portland*