



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización de subrasantes blandos, con adición de
compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la
urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTOR:

Br. Quispe Murga, Erika (ORCID: 0000-0001-9796-8920)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucamayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-4062-4655-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

Agradecimiento

Al Dios, por permitir el desarrollo de esta investigación, y mis amigos por el apoyo que me dieron en el desarrollo de la presente investigación.

A la empresa HKCONSTRUCTORES E.I.R.L. por prestar sus servicios como muchas facilidades y contribuir con esta investigación.

Dedicatoria

A mi abuelita por el amor que siempre me da y a mi madre por su paciencia que me brinda.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.1.1. Método: Científico.	12
3.1.2. Tipo: Aplicada.....	12
3.1.3. Nivel: Explicativo	13
3.1.4. Diseño: Experimental	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.3.1. Población.....	14
3.3.2. Muestra.....	15
3.3.3. Muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	15
3.4.1. Técnicas.....	15
3.4.2. Instrumentos.....	15
3.4.3. Validez:	15
3.4.4. Confiabilidad	16
3.5. Procedimientos	17
3.5.1. Estudios previos	17
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS	22
4.1. Análisis de la máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas.....	22
4.2. Cuantificación de CBR con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas	24
4.3. Cuantificación del Índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas.....	25

V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	28
Se presentan en el orden de los objetivos propuestos en la presente investigación:.....	28
VII. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de cal según tipo de estabilización	9
Tabla 3. Juicio de expertos.....	16
Tabla 4. Prueba de confiabilidad de los instrumentos de las variables en estudio	17
Tabla 5. Tratamientos realizados en la investigación.....	18
Tabla 6. Ensayos a realizados	19
Tabla 7. Resultados de la clasificación AASHTO.....	22
Tabla 8. Resultados de la humedad.....	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 01: Vía no pavimentada en la prolongación Av. Perú	2
Figura 02: Figura de parámetros de suelos arcillosos	10
Figura 04: Resultados del CBR.....	24
Figura 05: Resultados del Índice de plasticidad	25

RESUMEN

La presente investigación titulada: “Estabilización de subrasantes blandos, con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020” fijo por objetivo: Determinar la variación de la estabilización de subrasantes blandos con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, como metodología, se aplicó el método científico inductivo, del tipo aplicada, del nivel explicativo y diseño experimental.

Los resultados obtenidos en comparación al patrón el suelo sin aplicación de tratamiento fue de 1.41 ± 0.05 g/cm³ de máxima densidad seca, 3.78 ± 0.17 % de CBR y un 13.20 ± 0.21 % de IP y después la aplicación de los compuestos inorgánicos se obtuvo un valor de la máxima densidad seca del 2.30 ± 0.08 g/cm³, 10.07 ± 0.28 % de CBR y un 10.07 ± 0.28 % IP, con lo que se logró estabilizar la subrasante.

La investigación muestra como conclusión la adición del 25% de compuestos inorgánicos (75% de cal y 25 % de ceniza de eucalipto) en vías no pavimentadas mejora la estabilización de subrasantes blandos.

Palabras claves: estabilización; subrasante; cal; ceniza; CBR.

ABSTRACT

The present investigation entitled: "Stabilization of soft subgrade, with addition of inorganic compounds in unpaved roads of the Fonavi urbanization, Abancay-Apurímac 2020" fixed by objective: To determine the variation of the stabilization of soft subgrade with addition of inorganic compounds in roads unpaved areas of the Fonavi urbanization, Abancay-Apurímac 2020, as a methodology, the inductive scientific method was applied, of the applied type, of the explanatory level and experimental design.

The results obtained in comparison to the soil pattern without treatment application were 1.41 ± 0.05 g / cm³ of maximum dry density, $3.78 \pm 0.17\%$ of CBR and $13.20 \pm 0.21\%$ of IP and after the application of inorganic compounds was obtained a value of the maximum dry density of 2.30 ± 0.08 g / cm³, $10.07 \pm 0.28\%$ of CBR and $10.07 \pm 0.28\%$ IP, with which it was possible to stabilize the subgrade.

The research concludes that the addition of 25% inorganic compounds (75% lime and 25% eucalyptus ash) in unpaved roads improves the stabilization of soft subgrade.

Keywords: stabilization; subgrade; lime; ash; CBR.

I. INTRODUCCIÓN

Los suelos arcillosos son bastante perjudicial en las diferentes obras de ingeniería y principalmente para obras viales, por esta razón se estabilizan los suelos para su mejor comportamiento en cuanto a la capacidad portante y de sus características del suelo, estos suelos malos presentan agrietamiento al reducir el exceso de humedad aparentemente en la capa superior, asimismo estas pueden ser profundas al extremo de presentar corte transversales y/o longitudinales a lo largo de la vía y ocasionar mayores daños con presencia de lluvias u otros factores climáticos. (Altamirano & Diaz, 2015)

En el Perú las vías de comunicación terrestre se caracterizan por su imperfección en cuanto a calidad de sus vías, ya sean vías nacionales, departamentales o vías vecinales o rurales esto ocurre por la falta de interés de las instituciones públicas, la mala inversión en infraestructuras inadecuadas o defectuosos, las redes vecinales y rurales no perciben atención por parte de los organismos públicos es por ello que en su mayoría a nivel nacional las calles, avenidas, jirones se encuentran sin adecuado mantenimiento afectando a muchos peruanos quienes por la pobreza extrema viven alrededor de asentamientos humanos con calles temporales y estabilizados por ellos mismo. Esto sucede por falta de asignación presupuestal por parte del MTC hacia las instituciones dentro del interior del país de manera descentralizada para realizar gestiones y mejorara las condiciones de transitabilidad en sus vías de comunicación (Comision de transportes, 2003)

Por otro lado, a nivel mundial a diario se generan residuos sólidos de todo tipo, de ellos solo se viene reciclando solo el 16%, y que representa una contaminación al ambiente generando impactos negativos.

El uso de ceniza vegetal, proveniente de los hornos de ladrillo artesanal, hornos artesanales de pan no se le da ninguna utilidad, desechándose a la basura volúmenes considerables existentes en la ciudad de Abancay, por lo que representa una alternativa para estabilizar los suelos, ya que la puzolana generada por la ceniza es desechada como desmonte, generando contaminación al medio ambiente. La presente investigación tiene el objetivo de

estudiar las propiedades puzolana, para ser reutilizados en la estabilización de la subrasante, reduciendo la contaminación al medio ambiente y obteniendo pavimentos afirmado más estables y duraderos.

Actualmente la prolongación Av. Perú, presenta tramos críticos con presencia de desnivel a nivel de la calzada, baches y fallas que perjudican el tránsito por dicha zona, por lo que analizando la realidad problemática es preciso formular la siguiente interrogante, considerando como **problema general**: ¿Qué tanto varia la estabilización de subrasantes blandos con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020? y como **problemas específicos**: la **primera** ¿Qué cantidad varia la máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020?, la **segunda** ¿Qué valor máximo alcanza el CBR con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020? y la **tercera** ¿Cuánto varía el índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020?. Planteando de ellos surge la **hipótesis general**: La variación de la estabilización de subrasantes blandos con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, las **hipótesis específicas**: la **primera** La máxima densidad seca con adición compuestos inorgánicos, varia significativamente Abancay 2020, la **segunda** el CBR con adición compuestos inorgánicos, varia significativamente Abancay 2020 y la **tercera** el índice de plasticidad con adición compuestos inorgánicos, varia significativamente Abancay 2020.



Figura 01: Vía no pavimentada en la prolongación Av. Perú

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos como **antecedentes internacionales**, según Parra (2018) de grado **titulado** “Estabilización de un suelo con Cal y Ceniza Volante” fija como **objetivo**: Simular el comportamiento del material según su dosificación en la estabilización de taludes, utilizando la metodología Experimental, donde menciona el comportamiento en cada una de las dosificaciones del material tanto para cal como para ceniza, se observa un comportamiento inverso, es decir, si bien desde el 0% hasta el 4% los materiales tienden a tener un comportamiento similar, en el 2%, la cal se encuentra ligeramente por encima de la ceniza, pero a medida que se avanza hacia la derecha (en sentido de mayor porcentaje), se observa que en el 4%, la ceniza se encuentra por encima de la línea de la cal, y de nuevo en el 6%, la rigidez de la cal aumenta abruptamente mientras que la de la ceniza decrece abruptamente. Gerdardo (2018)

Seguidamente Yadav (2017) en la investigación **titulado** “*Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. International Journal of Pavement Research and Technology vol. 10, no 3*”, fijo como **objetivo**: investigar el efecto de las cenizas volantes sobre la consistencia, capacidad, propiedades ácidas y fuerza de los suelos orgánicos. Aplicando la **metodología** experimental, para la estabilización del suelo de la subrasante utilizando diferentes tipos de materiales disponibles localmente, tales como ceniza de cáscara de arroz (RHA), ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) y ceniza de estiércol de vaca (CDA). El RHA, el SCBA y el CDA donde se realiza una combinación de las cenizas reemplazo parcial del suelo por peso en 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% y 12,5%. Se fija como **conclusiones**: El suelo natural se encontró como arcilla plástica intermedia que reduce la densidad seca y aumenta el contenido de humedad óptimo después de la estabilización. La tendencia de CBR y UCS es creciente y luego decreciente, indica un punto pico que muestra un contenido óptimo de cenizas (7.5). Este estudio muestra que hay una mejora significativa en CBR, UCS y también se puede controlar el cambio volumétrico.

También Bayshakhi (2017) en la investigación **titulado**: “*Study on strength behavior of organic soil stabilized with fly ash. International scholarly research notices, vol. 2017*”. tiene como **objetivo**: comparar la efectividad de las cenizas volantes en la estabilización de suelos orgánicos, dos tipos de cenizas volantes (Tipo I y Tipo II) en diferentes porcentajes fueron usados. aplicando una

metodología Experimental, Se encuentra que las cenizas volantes reducen significativamente el índice de plasticidad del suelo orgánico, mientras que los límites líquidos y plásticos incrementan. La densidad seca de la mezcla de cenizas volantes y suelo aumenta significativamente, mientras que el requerimiento de agua se reduce debido a la adición de cenizas volantes. En conclusión, las cenizas volantes Tipo I aportan un valor más alto en comparación con las cenizas volantes Tipo II. Esto se atribuye a las características de la ceniza incluyendo CaO y relación CaO / SiO₂.

Antecedentes nacionales, se puede encontrar a Según Cuadros (2017) presenta la tesis de grado **título** “Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la sub rasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016”, tiene **objetivo** realizar la adición del óxido de calcio en la estabilización del suelo y ver el tipo de comportamiento en cuanto al aporte en las características físicas – química, para este proyecto, Aplicando una **metodología**: siendo el método científico como método general, los instrumentos que resulten ser fiables serán usado para este trabajo. Donde se realizó la clasificación de los suelos basándose, luego se añadió diversos porcentajes de óxido de calcio, en 1%, 3% 5% y 7% respecto al peso de las propiedades en las que se analizó la estabilización por consiguiente estos fueron: límites de Atterberg y CBR.

Flores (2020), presenta la tesis de grado **título**: “Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín-2020. 2020”. fijo como **objetivo**: es la determinación de los efectos puzolánico de las cenizas de arroz en el comportamiento en la sub rasante en donde se realizó los estudios de resistencia mecánica de la subrasante de la capacidad portante y además enmarca los ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas y el CBR., aplicando la metodología descriptivo no experimental.

Huancoillo (2017), la presenta tesis para optar título “Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvió Huancané – chupa – puno”, consiste en la determinación de las propiedades de índices de plasticidad y expansión del suelo estabilizado, propiedades de densidad seca máxima y valor de soporte relativo del suelo

estabilizado utilizando el uso de ceniza volante y cal para observar el índice de plasticidad y el CBR.

Cubas y Chávez (2016), menciona en tesis de título “evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas” tuvo como indicadores al Proctor estándar y de otro lado a las deformaciones unitarias fueron medidas después de adicionar el 7%, 14% y 21%.

Moale y Rivera (2019), indica en su tesis de título “Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica”, tiene la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas; clasificación del suelo según método AASTHO y SUCS; determinación de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad de suelo muestreado mediante ensayo de Proctor Modificado; ensayo de CBR de muestra con diferentes porcentajes 9 %, 15% y 21% de cal.

Landa y Torres (2019), en su tesis de título “Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal”. La finalidad es la utilización de la ceniza con cal en porcentajes que varían del 5% al 25%, llegando a obtener resultados satisfactorios.

Según López y Ortiz (2018), presentan tesis para optar título “Estabilización de con cal en la urbanización san Luis de la ciudad de Abancay” el estudio se realizó utilizando los métodos de EADES & GRIM (ASTM D 6276) para la determinación del % de cal necesaria para estabilizar el suelo de donde pata primera calicata se optó el 3% de cal y la segunda calicata requiere el 5% de cal en peso. También se realizó ensayo de laboratorio para obtener utilizaron muestras de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de cal de donde se obtiene los resultados de 8% de cal optimo obteniendo un CBR DE 145% para la primera calicata y 8% de cal y CBR DE 69% los cuales están por encima de lo requerido se llega en conclusión el 8% de cal es satisfactorio para lograr la estabilización del suelo.

En cuanto a **teorías relacionadas** con el tema para la variable, **Compuestos Inorgánicos** son los que resultan de la combinación de elementos metales y no metales. (huheey & Keiter, 1997).

También (Beatriz, 2020) menciona sobre los compuestos inorgánicos que su composición no de carbono e hidrogeno principalmente.

En la ceniza de eucalipto, La quema de subproductos consecuencia de los cultivos agrícolas y producción de ceniza de los mismos, suponen una alternativa para industria de la ingeniería civil, ya que algunas de estas cenizas tienen capacidades puzolánicas que pueden asemejarse al cemento, como es el caso de la ceniza de eucalipto. Los componentes más comunes es el óxido de calcio, potasio, magnesio, hierro y aluminio, así como un alto porcentaje de sílice, que puede variar según la mezcla obtenida. **Cal**, cuando se mezcla con el suelo desencadena una reacción de floculación y también una reacción puzolánica, en el cual se forman aluminatos y silicatos. (MTC, 2014)

Estabilización de subrasantes blandos: se utilizan materiales con CBR mayor al 6%, porcentajes menores son los considerados de subrasantes blandos y son inadecuados para pavimentos. (MTC, 2014)

Máxima Densidad Seca: es el mayor peso después de la compactación haciendo variar la humedad y hallando la ideal.

CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

Según Fernández (1991) Sobre la estabilización de suelos se puede hacer a través de procedimientos mecánicos y/o físico – químicos.

Por otro lado, Es el recurso de mejorar el estado del suelo mediante cal o cemento. (MTC, 2016)

Fontalvo (2006) Se tiene también como propiedades de los suelos estabilizados, que los suelos que se desean estabilizar deben tener ciertas propiedades físicas previamente establecidas para lograr un buen resultado a la hora de obtener una mejora en sus propiedades, estas son:

- Resistencia: Es una propiedad que se hace necesaria aumentar para lograr mayor cohesión entre las partículas del suelo, con la adición de cementantes o la compactación de tipo mecánica, vibratoria, por carga o estabilización química (cal), para evitar asentamientos. En el caso de suelos cohesivos (arcillas), se aumenta la resistencia evitando la entrada de humedad en las partículas con la adición de cementantes que, modifiquen la película de agua entre granos o partículas.

Compresibilidad: Se debe tener especial cuidado con esta propiedad pues si nos es controlada genera otros daños en el suelo que hacen que no sea apto para el uso; esto quiere decir que las fuerzas entre partículas son débiles lo que provoca desplazamientos o expansiones, esta propiedad se mejora cementando los granos con material rígido para rellenar poros.

Compresibilidad: Se debe tener especial cuidado con esta propiedad pues si nos es controlada genera otros daños en el suelo que hacen que no sea apto para el uso; esto quiere decir que las fuerzas entre partículas son débiles lo que provoca desplazamientos o expansiones, esta propiedad se mejora cementando los granos con material rígido para rellenar poros.

- Permeabilidad: La permeabilidad se define como la propiedad que tienen los suelos de permitir el paso de un fluido a través de ellos, sin alterar las propiedades existentes. Teniendo en cuenta esto, es importante que el agua circundante tenga un buen medio filtrante para evitar problemas de bombeo y en general dañar el comportamiento del suelo, para esto, se puede adicionar un material impermeable o crear estructuras conglomeradas.

- Retracción y expansión: Estas dos propiedades se deben tener en cuenta ya que se producen por los cambios de humedad en el suelo, por lo que es importante adicionar un mineral arcilloso que pueda mantener la humedad, así como también cementantes que restrinjan la humedad.

- Durabilidad: Propiedad de los suelos que se refiere a la resistencia que tenga a procesos de erosión o absorción de cargas por tráfico. En vías, para evitar problemas de durabilidad, se deben construir las diferentes capas con sus respectivos espesores para evitar que se afecten tanto los materiales naturales como los estabilizados.

También según Batolome (1997) El caolín es un silicato de aluminio hidratado, originado de la descomposición de rocas feldespáticas, su génesis se da como producto de alteraciones hidrotermales o meteóricas de rocas con contenido de feldespato, también se generan a partir de la erosión de rocas caolinizadas (Uned, 2000)²⁰. El término caolín es referido a arcillas en donde predomina la caolinita como mineral principal; dicho mineral se encuentra en abundancia en la corteza continental y se puede definir como toda roca masiva con porcentajes variables de minerales de arcilla. Su nombre deriva del término *Ka O Ling*, importante yacimiento chino en la provincia de Kiang Sí.

Por otro lado Anfácil (2018) menciona que el Tipo de cal obtenido por calcinación que, al desprender dióxido de carbono, se convierte en óxido de calcio (CaO), y así, en presencia de agua poder obtener los morteros de cal para realizar tareas de estabilización.²⁶ Algunas de sus ventajas se traducen en lo económico, pues al existir cantidad de este material se reducen costos por traslado, su almacenamiento se requiere menor volumen disponible, tiene buen comportamiento en temporadas de lluvia ya que disminuye la expansividad de suelos arcillosos. En cuanto a desventajas, la hidratación requiere un cuidado especial y existen problemas de seguridad durante la aplicación. La consolidación del **suelo** es un desarrollo que, en términos generales, busca cambiar las características de estos mejorando la resistencia, estabilidad y durabilidad a largo plazo. Por esto, la cal sola o combinada con otros materiales se usa para tratar una gran variedad de suelos que deben tener ciertas propiedades mineralógicas lo que determina el grado de reactividad con la cal. Teniendo en cuenta lo anterior, según el tipo de grano se puede definir un suelo apto para ser estabilizado, estos son:

- Suelos arcillosos de grano fino (25% mínimo pasa 200) e Índice de plasticidad mayor a 10, son suelos aptos para estabilización.

- Suelos con alto contenido orgánico y de sulfatos, requieren mayor cantidad de cal acompañados de procedimientos de construcción especiales.

De la misma Manera Fontalvo (2006) Los porcentajes de cal para agregar están en un rango de entre el 2 y 6% respecto al suelo seco, y según el trabajo de grado de la Universidad tecnológica de Cartagena, no es recomendable agregar más del 6%,

pues se aumenta la plasticidad. Los estudios para suelos estabilizados con cal deben ser límites de Atterberg, granulometría y equivalente de arena.

Tabla 1.

Porcentajes de cal según tipo de estabilización

Tipo de estabilización	Cantidad de cal (% en peso de suelo seco)		
	Cal viva	Hidrato de cal	Cal altamente hidratada
Estabilización del suelo: efecto a largo plazo	3 - 6	4 - 8	4- 12
Mejoramiento del suelo: resultados inmediatos	2 - 4	2 -5	4 -8

Fuente: (MVCS, 2015)

Características físicas

Las características físicas de la ceniza volante están dadas en función del proceso o eficiencia de las termoeléctricas, lo que genera gran variedad de propiedades físicas referentes a:

- Granulometría y aspecto

Este tipo de ceniza se presenta en forma de polvo muy fino y suave que varía su color dependiendo del contenido de óxido de hierro y el tipo de carbón (gris claro u oscuro). La granulometría de las partículas es inferior a 250 micrómetros, algunas pueden alcanzar tamaños de 1 micrómetro, y en general mientras más fina sea la partícula, menor contenido de carbón y mayor capacidad de reacción puzolánica lo que provee mayor resistencia al suelo en tratamiento.

- Superficie específica

Se refiere al número de unidades de área superficial contenidas en una unidad de masa en cm²/g, para favorecer la actividad puzolánica, pues entre mayor superficie específica, aumenta la velocidad de reacción debido a la existencia de más puntos de contacto.

- Densidad

La densidad de la ceniza volante varía entre 1,88 y 2,84 g/cm³, y tiende a aumentar al ser molida debido a la cantidad de partículas huecas o cenosferas que pueda tener, partículas macizas y contenido de óxido de hierro. (ARANDA, 2014)

Los suelos arcillosos, son suelos cohesivos o expansivos con bajo grado de saturación que aumenta de volumen al humedecerse o saturarse también presentan plasticidad alta donde el LL es ≥ 50 para la determinación de un suelo arcilloso se realizara un estudio de mecánica de suelos y saber el porcentaje de partículas menores a $2\mu\text{m}$ del índice de plasticidad, limite líquidos y clasificación del suelo los parámetros se indican en la siguiente figura

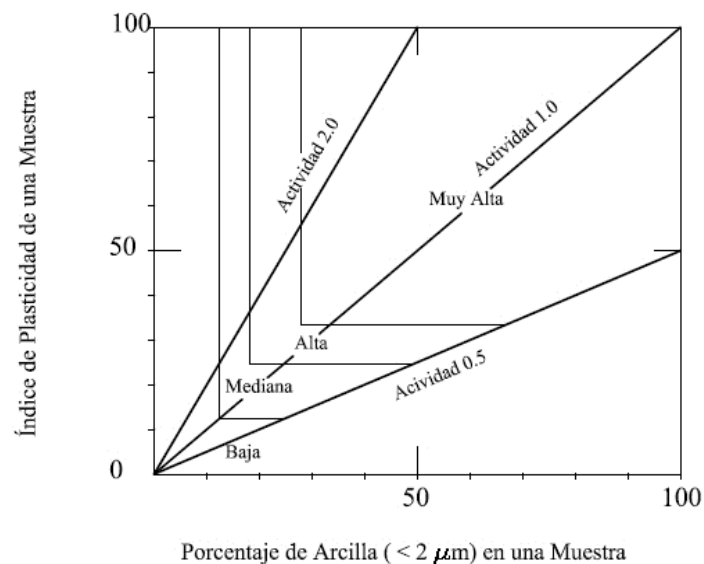


Figura 02: Figura de parámetros de suelos arcillosos

Fuente: (Ministerio de Vivienda - Norma E-050, 2018)

La Publicación de la Nacional Lime Association (2004) describe los siguientes beneficios de la estabilización de suelos con óxido de calcio (cal).

- ✓ La estabilidad mediante el uso de óxido de calcio reduce considerablemente el índice de plasticidad, por la disminución del límite líquido e incrementa su límite plástico.

- ✓ La estabilización con óxido de calcio reduce ampliamente el ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- ✓ La estabilización con óxido de calcio obtiene un material más trabajable y fiable como producto de la disminución del contenido de agua en los suelos.
- ✓ El estabilizar con óxido de calcio beneficia en evaporar el agua de suelos húmedos y acelera su compactación.
- ✓ La estabilidad con óxido de calcio disminuye importantemente el potencial de contracción y el potencial de incremento de su masa corporal del suelo natural.
- ✓ La estabilidad del suelo con óxido de calcio incrementa la resistencia a la comprensión simple de la mezcla después del tiempo de curado, logrando en cualesquiera de los casos hasta un 40% de acrecentamiento.
- ✓ Incrementa su capacidad de soporte del suelo (CBR).
- ✓ Incrementa la resistencia a la tracción del suelo.
- ✓ Forman barreras impermeables las que imposibilitan la penetración de aguas de lluvia o el aumento capilar de aguas subterráneas.

De acuerdo con la Publicación de la Nacional Lime Association (2004) Se ha justificado la estabilización con óxido de calcio tiene considerables resultados, para los siguientes procesos:

- ✓ Como capa granular superficial se puede usar la combinación de los materiales como la grava y la arcilla con la adición de 2 a 4% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en peso.
- ✓ El porcentaje de cal entre 5 a 10% en son usados en capas granulares superficiales, mientras que en capas inferiores el porcentaje usado es del 1 a 3% en peso respectivamente para suelos altamente arcillosos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Método: Científico.

Según Tamayo (1998), “El **método científico** es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas **científicos** y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo” (p. 30)

La investigación se inició con la recolección de muestra del terreno para ser sometidos a diferentes estudios y obtener valores en cuanto sus características, propiedades y otros juntamente con la adición de compuestos inorgánicos y observar directamente el comportamiento de las nuevas propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasante.

Según estas consideraciones, se aplicó el método **científico**.

3.1.2. Tipo: Aplicada

Según Borja (2012), La investigación del presente trabajo corresponde al tipo Aplicativo, mediante la recaudación de antecedentes y la evaluación de las muestras de campo, para investigar y saber determinar la estabilización de los suelos.

El crecimiento poblacional es constante y hoy la realidad de las vías de comunicación presentan poco o ningún trabajo en su cuidado o mejoramiento ya que estas presentan irregularidades (huecos) a lo largo de su trayecto y es más dificultoso el transporte en épocas de escorrentía lo cual provocan gran dificultad en la circulación de la vía en estudio, por tal motivo se plantea la estabilización de la subrasante con la adición de compuestos inorgánicos porque es necesario diseñar vías de comunicación de calidad para el transporte de personal, suministros de primera necesidad y transporte de materiales de construcción y otros

mejorando así la calidad de vida de los pobladores que habitan en dicha zona y que tengan facilidad de comunicación con la ciudad.

Conforme a la teoría revisada, esta investigación se clasifica del tipo **aplicada**

3.1.3. Nivel: Explicativo

Según Hernández y otros (2014), Esta investigación es de nivel **explicativo**, debido a que se determinan los principios o las causas de una serie de objetivos establecidos donde lo fundamental es estudiar y explicar por qué ocurre un fenómeno y como se relacionan dos o más variables, a través de las cuales se toma en cuenta la afinidad de la ceniza volante, cemento y cal con el suelo en estado natural (p. 95).

Según los indicadores establecidos por las muestras tratadas, se determinó la proporción en cantidad de los compuestos inorgánicos, de las cuales arrojaron los mejores resultados.

3.1.4. Diseño: Experimental

Según Hernández (2014), el diseño experimental es en la cual se mantiene en control las variables independientes.

Puesto que en la presente investigación se manipulo la variable independiente para ver los efectos en la variable dependiente.

Conforme a las variables manipuladas el diseño es **experimental**.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Compuestos inorgánicos, ya que se manipula las proporciones de adición de estos compuestos como se detalla en el Tabla 2.

Variable Dependiente: Estabilización de subrasantes blandos, ya que se observó la respuesta de los tratamientos generados en la variable independiente para medir los efectos en dicha variable.

Tabla 2.

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1 COMPUESTOS INORGANICOS	Son los que resultan de la combinacion de elementos metales y no metales. (huheey & Keiter, 1997)	La mezcla de la ceniza de eucalipto y cal en la proporcion 75:25, para que luego sehan adicionadas en diferentes propirciones que varian del 0% al 25% de sustitucion en un suelo natural.	Ceniza de eucalipto Cal	I1: 5% I2: 10% I3: 15% I4: 20% I5: 25% I1: 5% I2: 10% I3: 15% I4: 20% I5: 25% I1: Cal: ceniza de eucalipto 75:25	MTC E 108	INTERVALO
V2 ESTABILIZACION DE SUBRAZATE BLANDOS	Es el mejorar las propiedades físicas de un suelo mediante procesos mecanicos o quimicos. (MTC, 2014)	Se controla la estabilizacion del suelo con adicion de compuestos inorganicos y tambien el suelo natural (patron), para observar el mejor comportamie nto.	Maxima densidad seca Capacidad de soporte (CBR) Indice de plasticidad	I1: 2600 gr/cm3 I2: 2700 gr/cm3 I1:Subrasante muy pobre <3% I2:Subrasante pobre 3%-5% I3:Subrasante regular 6%-10% I4:Subrasante buena 11%-19% I5:Subrasante muy buena >20% I1: IP>20 Alta I1: 7≤IP≤20 media I1: IP<7 Baja I1: IP=0 no plastico	▪ MTC E 110 ▪ MTC E 116 ▪ MTC E 132	INTERVALO

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Arias (2006), es un grupo de individuos con caracteres o cualidades similares. (p. 81)

En este caso la población son las vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay – Apurímac.

3.3.2. Muestra

Según Arias (2006), es una parte representativa extraída de la población (p. 83).

La muestra es la prolongación de la Av. Perú, Abancay – Apurímac; en las progresivas del KM 0+00 al KM 0+376.

3.3.3. Muestreo

Según el autor Arias (2006), define muestreo intensional en el que se escoge según el juicio del investigador.

Se empleó el muestreo **no probabilístico**, de tipo intencional.

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

3.4.1. Técnicas

Según Pardinás (2005) La técnica de observación directa consiste en aplicar los sentidos en base a un fenómeno. (p.89)

En la presente investigación se aplicó la técnica de la observación directa para la recopilación de la información.

3.4.2. Instrumentos

Según Navarro (2017), considera que el instrumento a aplicarse son instrumentos de recogida de información, tal como la ficha anecdota (p.193)

En la presente investigación se aplicó como instrumento la ficha recopilación de información.

3.4.3. Validez:

Los instrumentos de estudio se ratificaron a través del discernimiento de especialistas. Como relata Tamayo (1998), considera que validar es determinar cualitativa y/o cuantitativamente un dato (p.224).

Se debe considerar una tabla para interpretación de la validez según rangos y magnitud de validez.

Tabla 2.

Validez de contenido

Rangos	Magnitud
0.81 a 1	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: (Ruiz Bolívar, 2005, pág. 12)

Mediante la tabla 3, se puede ver los rangos de validez que se tomaran en la presente investigación, por lo que en promedio tiene 0.81, lo cual nos una validez alta, según datos de la tabla 2.

Tabla 3.

Juicio de expertos

N°	Grado académico	Nombres y Apellidos	CIP	Valides
1	Ing. Civil.	Jonathan García Rosales	119822	0.82
2	Ing. Civil.	Kenny Huamani Gamarra	119822	0.81
3	Ing. Civil.	David Pastor Orozco	83458	0.80

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Confiabilidad

La confianza es determinada a través del Alfa de Cronbach como alude Rusque (2003) la veracidad del estudio se alcanza a través de la indagación de los resultados. (p.134)

La confiabilidad se determina generalmente mediante la prueba de Alfa de Cronbach. Para este fin se presenta la tabla 4.

Tabla 4.

Prueba de confiabilidad de los instrumentos de las variables en estudio

Valores	Alpha de Cronbach	N° Elementos
Variable V1: Compuestos inorgánicos	0,005	Xx
Variable V1: Estabilización de sub- rasante	0,005	Yy
Variable V1 y V2	0,005	Zz

3.5. Procedimientos

3.5.1. Estudios previos

3.3.1.1. Recolección de cenizas de eucalipto

Primero: Se recolecto 30 Kg ceniza de eucalipto procedentes de 4 hornos artesanales, dedicados al rubo panificador de la ciudad de Abancay.

Segundo: Se procedió a tamizar en una malla pequeña inferior a los 0.25mm de espesor con la finalidad de separar materias extrañas a la ceniza de eucalipto

Tercero: De la ceniza de eucalipto tamizada se procedió de separar 3.375 Kg, esta muestra es suficiente para todos los 6 tratamientos en estudio donde varía el porcentaje de compuesto inorgánicos en base a cada tratamiento en estudio.

Cuarto: Se compro Cal Pura la cantidad de 12 Kg, de estos solo se utilizó 10.125kg para los 6 tratamientos en estudio.

3.3.1.2. Estudios de campo

Estudios topográficos:

Se realizó el levantamiento topográfico en la urbanización Fonavi, del Distrito y Provincia de Abancay – Apurímac mediante estación total, empleando el método Taquimétrico. Los trabajos de topografía se realizaron con 01 Estación Total Gpt-7503 Topcon, 04 Prismas y Bastones telescópicos de 3.50 m., 01 Trípode de Madera, 05 Radios de Comunicación Motorola (10 Km De Alcance), 01 winchas de 50m, 01 winchas de 5m, 01 GPS Garmin 62s, 01 Camioneta HILUX.

Estudios de exploración de suelos:

El estudio de la mecánica de suelos se realizó de acuerdo a la norma del MTC, realizándose 2 calicatas, dentro de la longitud de la vía de 367m.

3.3.1.3. Acondicionamiento de los tratamientos

En el presente trabajo de investigación primeramente se realizó la mezcla de los compuestos inorgánicos (cal 75% y ceniza de eucalipto 25%), ya que según antecedentes realizados esta es la mejor proporción de los compuestos.

Dicha mezcla fue añadida en proporciones del 0% (muestra patrón), 5%, 10%, 15%, 20% y 25 %, a la subrasante natural, realizándose los siguientes tratamientos:

Tabla 5.

Tratamientos realizados en la investigación

TRATAMIENTOS	COMPUESTOS INORGANICOS (%)	CAL Y CENIZA (%:%)
T1	0	0
T2	5	75:25
T3	10	75:25
T4	15	75:25
T5	20	75:25
T6	25	75:25

Fuente: Resultados de laboratorio.

3.3.1.4. Estudios de laboratorio

Se extrajo 02 calicatas en las progresivas KM 0+00 y la progresiva KM 0+376, en la longitud de la vía no pavimentada de la prolongación Av. Perú, del Distrito y Provincia de Abancay dichas muestras se llevaron al laboratorio para poder realizar los ensayos a las muestras tratadas y a las no tratadas (muestra patrón), con los siguientes ensayos:

Tabla 6.

Ensayos a realizados

ENSAYO	NORMA
Contenido de humedad	MTC E 108
Análisis Granulométrico	MTC E 204
Limite líquido y Limite plástico	MTC E 110
Ensayo de compactación Proctor modificado	MTC E 116
CBR	MTC E 132

Fuente: (MTC, 2016)

Teniendo en cuenta la longitud de la vía no pavimentada de la prolongación de la Av. Perú, del Distrito y Provincia de Abancay – Apurímac, del KM 0+00 al KM 0+376 de la urbanización Fonavi, a la cual extrajo dos calicatas, según norma y luego se incorporó los compuestos inorgánicos (ceniza y cal), para obtener resultados óptimos.

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1. Analizar la máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas

- Visita al área de estudio
- Sacar la calicata
- Llevar la muestra a procesar en el laboratorio
- Realizar las mezclas establecidas en el diseño experimental.
- Procesamiento de datos de laboratorio

3.6.2. Cuantificar el CBR con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas

- Se procedió a determinar la humedad óptima y la densidad máxima de las muestras de suelos, mediante el ensayo proctor.
- Compacto las muestras en tres modelos CBR, la muestra se compone en tres capas
- Enraizar el molde, se desmolda y vuelve a meter invertido.
- Se sumergieron los moldes en agua

3.6.3. Cuantificar el índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas

- Antes se determinó el límite líquido según la norma del MTC
- Luego se determinó el límite plástico del suelo
- Se calcula el índice de plasticidad.

Luego se procedió con el análisis estadístico de los 6 tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6), con la finalidad de verificar si existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos efectuados, esto se realizó mediante la prueba del ANOVA y la prueba Tukey.

3.7. Aspectos éticos

Es preciso señalar que el presente trabajo cumple también con el grado de originalidad, habiendo respetado a su vez el derecho de autor respecto del material bibliográfico consultado y citado a lo largo de nuestro trabajo de investigación; es más, de conformidad al Manual de

referencias APA se ha cumplido minuciosamente con estructurar las citas, evitando en todo momento incurrir en algún indicio de plagio. Se tomarán los datos fidedignos tal cual se encuentren in situ.

IV. RESULTADOS

Se tiene como resultado preliminar la clasificación del suelo a estabilizar, en la tabla siguiente:

Tabla 7.

Resultados de la clasificación AASHTO

Progresiva	Simbología	Grupo	Índice de grupo
KM 0+000	C-01	A-6	8
KM 0+367	C-02	A-6	8

Fuente: Resultados de laboratorio.

También se realizó la determinación de la humedad del suelo natural, ósea el suelo sin tratamiento.

Tabla 8.

Resultados de la humedad

Progresiva	Simbología	Humedad%
KM 0+000	C-01	20.0
KM 0+367	C-02	19.07

Fuente: Resultados de laboratorio.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos según el orden de los objetivos de la investigación:

4.1. Análisis de la máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas

Los resultados de la máxima densidad seca de las dos calicatas se muestran a través la figura N°03

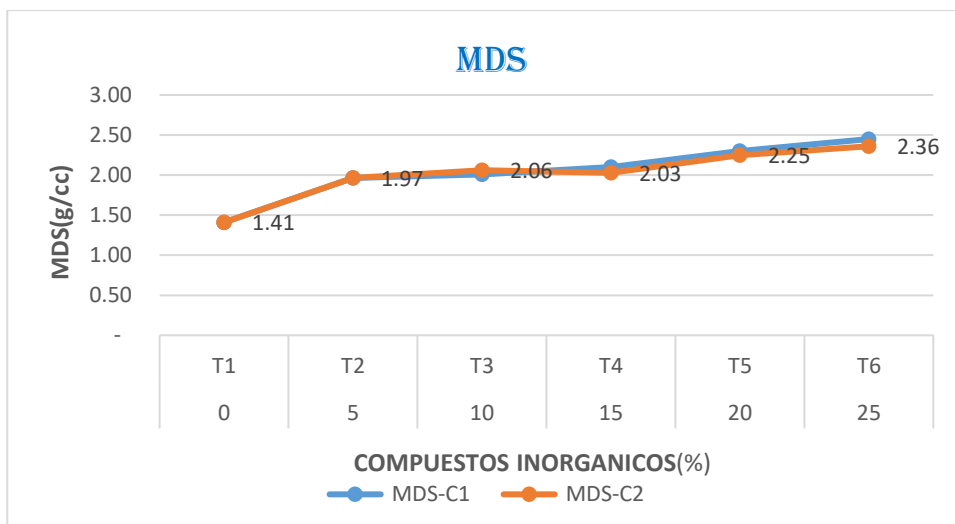


Figura 03: Resultados de MDS

Fuente: Resultados de laboratorio.

Como se observa la figura N°03, el tratamiento que nos arroja un valor más alto en la dimensión de la máxima densidad seca, es el tratamiento 6 (25% de compuestos inorgánicos). Y realizando el ANOVA, nos da como resultado un $Pr(>F)$, es de 0.044, siendo este menor al P-valor de 0.05, por lo cual exististe diferencia significativa entre las medias, por consiguiente se realizó la prueba tukey para las medias de los tratamientos obteniendo los siguientes resultados: los 6 tratamientos se agruparon en 3 rangos (a, b, c), donde el T1(rango a), el T2, T3, T4 (rango b) y T5, T6 (rango c), las medias representativa se encuentran en el rango c, obteniendo un valor de $2.30 \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$.

4.2. Cuantificación de CBR con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas

Los resultados del CBR de las dos calicatas se muestran a través la figura N°04

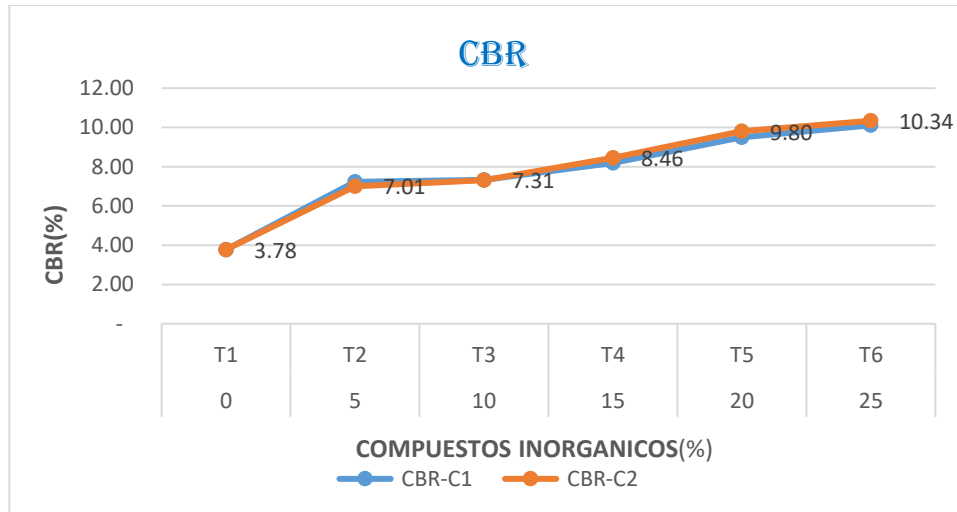


Figura 04: Resultados del CBR

Fuente: Resultados de laboratorio.

Como se observa la figura N°04, los resultados muestran que a medida que aumenta la concentración de compuestos inorgánicos aumenta el CBR, observándose que a el tratamiento T6 (25% de compuestos inorgánicos de adición a la subrasante natural) presenta un mayor valor equivalente al 10.34% de CBR. Al realizar el ANOVA, nos da como resultado un $Pr(>F)$, es de 0.036, siendo este menor al P-valor de 0.05, por lo cual existe diferencia significativa entre las medias, por consiguiente se realizó la prueba tukey para las medias de los tratamientos obteniendo los siguientes resultados: los 6 tratamientos se agruparon en 3 rangos (a, b, c), donde el T1(rango a), el T2, T3, T4 (rango b) y T5, T6 (rango c), las medias representativa se encuentran en el rango c, obteniendo un valor de $10.07 \pm 0.28 \%$.

4.3. Cuantificación del Índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas

Los resultados del índice de plasticidad de las dos calicatas, se muestran a través la figura N°05

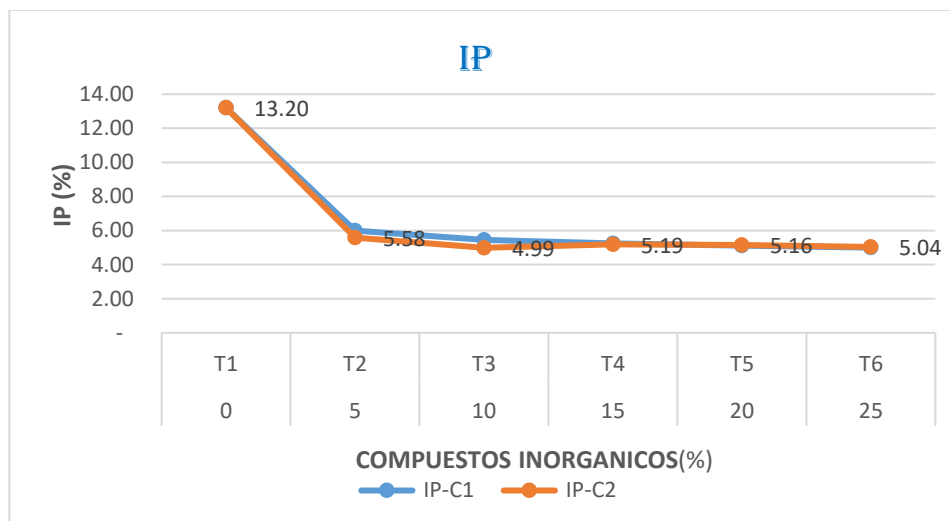


Figura 05: Resultados del Índice de plasticidad

Fuente: Resultados de laboratorio.

En la figura N°05, los resultados muestran que a medida que aumenta la concentración de compuestos inorgánicos disminuye el IP disminuye, observándose que a el tratamiento T6 (25% de compuestos inorgánicos de adición a la subrasante natural) presenta un menor valor equivalente al 5.04% de IP. Al realizar el ANOVA, nos da como resultado un $Pr(>F)$, es de 0.047, siendo este menor al P-valor de 0.05, por lo cual exististe diferencia significativa entre las medias, por consiguiente se realizó la prueba tukey para las medias de los tratamientos obteniendo los siguientes resultados: los 6 tratamientos se agruparon en 3 rangos (a, b, c), donde el T1(rango a), el T2, T3, T4, T5, T6 (rango b) las medias representativa se encuentran en el rango b, obteniendo un valor de $5.19 \pm 0.12\%$.

V. DISCUSIÓN

A continuación, se presenta la contrastación y discusión de los resultados obtenidos con los antecedentes de estudio, el marco teórico de esta investigación y la aceptación y/o rechazo de las hipótesis del presente estudio.

Discusión 1:

La **máxima densidad seca** alcanzada fue de 2.30 ± 0.08 g/cm³ correspondiente al T 6.

Mientras según Cuadros (2017), realizó una investigación similar en donde obtuvo el valor una densidad máxima seca de 1.9 gr/cm³ con un tratamiento de 7% de óxido de calcio también según Flores (2020), realizó una investigación similar en donde obtuvo el valor de 1.8 gr/cm³ con una combinación de 85% de arcilla y 9% de puzolana de cascarilla de arroz y 6% de cal.

Razón por la cual este valor es aproximado a los datos obtenidos.

Discusión 2:

El **CBR** con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas, obteniendo un resultado 10.07 ± 0.28 % de CBR con el T5 y T6, mientras según Cuadros (2017), realizó una investigación similar en donde obtuvo el valor de 15.64% de CBR, en el tratamiento de 7% de óxido de calcio, lo que significa a mayor adición de proporción de cal, la capacidad de resistencia del suelo aumenta, lo mismo sucede con Landa y Torres (2019), que en su investigación logro obtener un CBR de 110.81% al respecto del suelo natural, con la proporción de 50% de cal y 50% de ceniza de bagazo de caña, al mismo tiempo López y Ortiz (2018), obtuvo CBR de 69%, con una adición de cal al 8%, por consiguiente los resultados obtenidos son similares a las investigaciones que anteceden.

Discusión 3:

Por otro lado, el **índice de plasticidad** con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas obteniendo un valor de 5.19 ± 0.12 % de IP, correspondiente a los T2, T3, T4, T5, T6, mientras según Flores (2020), realizó una investigación similar en donde obtuvo el valor de 14.7 % de IP, con una

combinación de 85% de arcilla y 9% de puzolánico de cascarilla de arroz y 6% de cal, lo que significa que la estabilización con adición de ceniza de eucalipto y cal, en las proporciones que indica el tratamiento fueron las mejores.

Discusión 4:

El presente estudio objetivo, determinar la variación de la estabilización de subrasantes blandos con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, obteniéndose como resultado que el mejor tratamiento fue el T6, mientras según Cuadros (2017), realizó una investigación similar en la que se logró estabilizar la subrasante, por lo que utilizar las combinaciones de cal y ceniza de eucalipto, causan un efecto sinergia.

VI. CONCLUSIONES

Se presentan en el orden de los objetivos propuestos en la presente investigación:

Conclusión 1:

La máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, obtenida a partir del tratamiento T5 y T6 con un valor de 2.30 ± 0.08 g/cm³ compuesto de la adición del 20% y 25% respectivamente, de compuestos inorgánicos (75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto), logrando estabilizar el suelo arcilloso.

Conclusión 2:

El CBR con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, obtenida a partir del tratamiento T5 y T6 con un valor de 10.07 ± 0.28 g/cm³ compuesto de la adición del 20% y 25% respectivamente, de compuestos inorgánicos (75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto), obteniendo de esta forma una subrasante de categoría buena.

Conclusión 3:

Se logro determinar el índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, obtenida a partir del tratamiento T2 al T6 con un valor de 5.19 ± 0.12 % compuesto de la adición del 5%, 10%, 15%, 20% y 25% respectivamente, de compuestos inorgánicos (75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto), logrando con estas adiciones disminuir el índice de plasticidad de la subrasante natural.

Conclusión 4:

Se demostró que la adición de adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, a un nivel de confianza del 95% y al nivel de significancia del 0.05, se confirma que, si varia la estabilización de la subrasante ya que a medida que aumentan las proporciones de compuestos inorgánicos los efectos la estabilización mejoran,

siendo que cada elemento equivale al 18.75% de cal y 6.25% de ceniza de eucalipto.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Emplear hasta un máximo de un 25% de adición de compuestos inorgánicos, cuya mezcla utilizada es el 75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto, valores superiores a esta disminuyen la máxima densidad seca de suelos arcillosos.

La máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020, obtenida a partir del tratamiento T5 y T6 con un valor de 2.30 ± 0.08 g/cm³ compuesto de la adición del 20% y 25% respectivamente, de compuestos inorgánicos (75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto), logrando estabilizar el suelo arcilloso.

Recomendación 2:

Emplear un 25% de adición de compuestos inorgánicos, cuya mezcla utilizada es el 75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto, valores inferiores a esta, disminuyen el CBR de suelos arcillosos.

Recomendación 3:

Emplear un 25% de adición de compuestos inorgánicos, cuya mezcla utilizada es el 75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto, valores inferiores a esta, aumentan el IP de suelos arcillosos.

Recomendación 4:

Estabilizar suelos blandos con la adición de un 25% de adición de compuestos inorgánicos, en cuya proporción sea del 75% de cal y 25% de ceniza de eucalipto para lograr suelos de buena capacidad de subrasante ideales para el uso de vías no pavimentadas.

REFERENCIAS

- AASHTO. (1986). *Standard Method of Test for Resilient Modulus of Subgrade*.
- Altamirano, J., & Diaz, A. (2015). *ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE CAL EN LAS VIAS DE LA COMUNIDAD DE SAN ISIDRO DE PEGON, MUNICIPIO POTOSI RIVAS. NICARAHUA: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NICARAHUA.*
- Anfacal. (2018). *Estabilización de suelos con cal*. Obtenido de http://anfacal.org/media/Biblioteca_Digital/Construccion/Estabilizacion_de_Suelos/Estabilizacion_de_suelos_con_cal-REBASA-PresentacionA.pdf.
- Arias, F. G. (2006). *El Proyecto De Investigacion*. Caracas: Editorial Episteme.
- Bartolome, J. (1997). *composición, estructura, génesis y aplicaciones. Instituto de Ciencia de materiales de Madrid. 1997*. Obtenido de <http://boletines.secv.es/upload/111222333.199736007.pdf>
- BAYSHAKHI, D. N. (2017). *Study on Strength Behavior of Organic Soil Stabilized*.
- BAYSHAKHI, N. (2017). *et al. Study on strength behavior of organic soil stabilized with fly ash. International scholarly research notices, vol. 2017.*
- Beatriz, A. (2020). *Quimica I*. Universidad Estatal.
- Borja. (2012). *Estabilizacion De Sub-Razante*.
- Chávez Arbayza, D., & Odar Yabar, G. (2020). *Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Comision de transportes. (2003). *El transporte en el Perú, el IIRSA y la necesidad del plan estrategico de desarrollo vial*. Lima.
- Cuadros Surichaqui, C. M. (2017). *Estabilizacion de Subrasante utilizando Puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la Capacidad portante*. San Martin-2020.
- CUADROS, S. C. (2017). *MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO -MECÁNICAS DE LA SUB RAZANTE DE UNA VIA AFIRMADA EN LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO*. HUANCAYO.
- Cubas Benavides, Kevin Falen Chávez Arroyo, José Carlos. (2016). *EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS DE CARBÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE ACTIVACIÓN ALCALINA Y APLICACIÓN EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS*. PIMENTEL.
- Fernandez, C. (1991). *Mejoramiento y estabilización de suelos*. (3ª. ed.). Mexico, Limusa.1991.352. Obtenido de <http://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=16923>
- Flores Isminio, K. K. (2020). *Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martin-2020*. 2020. San Martin.

- FLORES ISMINIO, K. K. (2020). *Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín-2020*. 2020. San Martín.
- Fontalvo, O., Medrano, B., & Nadad, F. (2006). *Estabilización con cal del suelo de la ciudad de Cartagena para ser utilizado como base. Trabajo de investigación en campo*. Cartagena de Indias: Universidad Tecnológica de Bolívar.
- GERARDO, P. G. (2018). *ESTABILIZACION DE UN SUELO CON CAL Y CENIZA VOLANTE*. BOGOTA D.C.
- Hernandez, S., Fernandez, C. C., & BAPTISTA, L. M. (2014). *Metodología De La Investigacion (Sexta Ed)*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- huheey, J., & Keiter, R. (1997). *Inorganic Chemistry Principles of Structure and Reactivity*. Hall: Prentice.
- HUMPIRI, Y. J. (2017). "MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ – CHUPA – PUNO". PUNO.
- ISMINIO, K. K. (2020). "Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín-2020". TRAPOTO.
- José Johel LÓPEZ SUMARRIVA Y Grely ORTIZ PINARES. (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*. ABANCAY.
- Landa Alarcon, Jacques Yitzhak Y Torres Montesinos, Sergio Feliciano. (2019). *Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas*. LIMA.
- Moale Quispe, Alexandra Brigitte Y Rivera Justo, Ebdy Josias. (2019). *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como*. LIMA.
- MTC. (2014). *Manual de diseño de carreteras*. Lima.
- MTC. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. LIMA: 1272. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf
- MVCS. (2015). *Reglamento nacional de edificaciones*. lima.
- Pardinas, F. (2005). *Metodología y técnicas de investigación en Ciencia Sociales, Siglo XXI*.
- Parra Gómez, M. G. (2018). *Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la region Junín mediante la estabilizacion química con óxido de calcio-2016-2017*. Junín.
- Rusque, A. M. (2003). *De La Diversidad A La Unidad En La Investigación Cualitativa*. Caracas.
- Tomayo y Tamayo, M. (1998). *El Proceso De La Investigacion Cientifica*. MEXICO: Limusa Noriega Editores.
- YADAV, 2. (2017). *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. International*. Obtenido de <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Yadav, A. K. (2017). *et al. Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. International Journal of Pavement Research and Technology*vol. 10, no 3.

ANEXOS

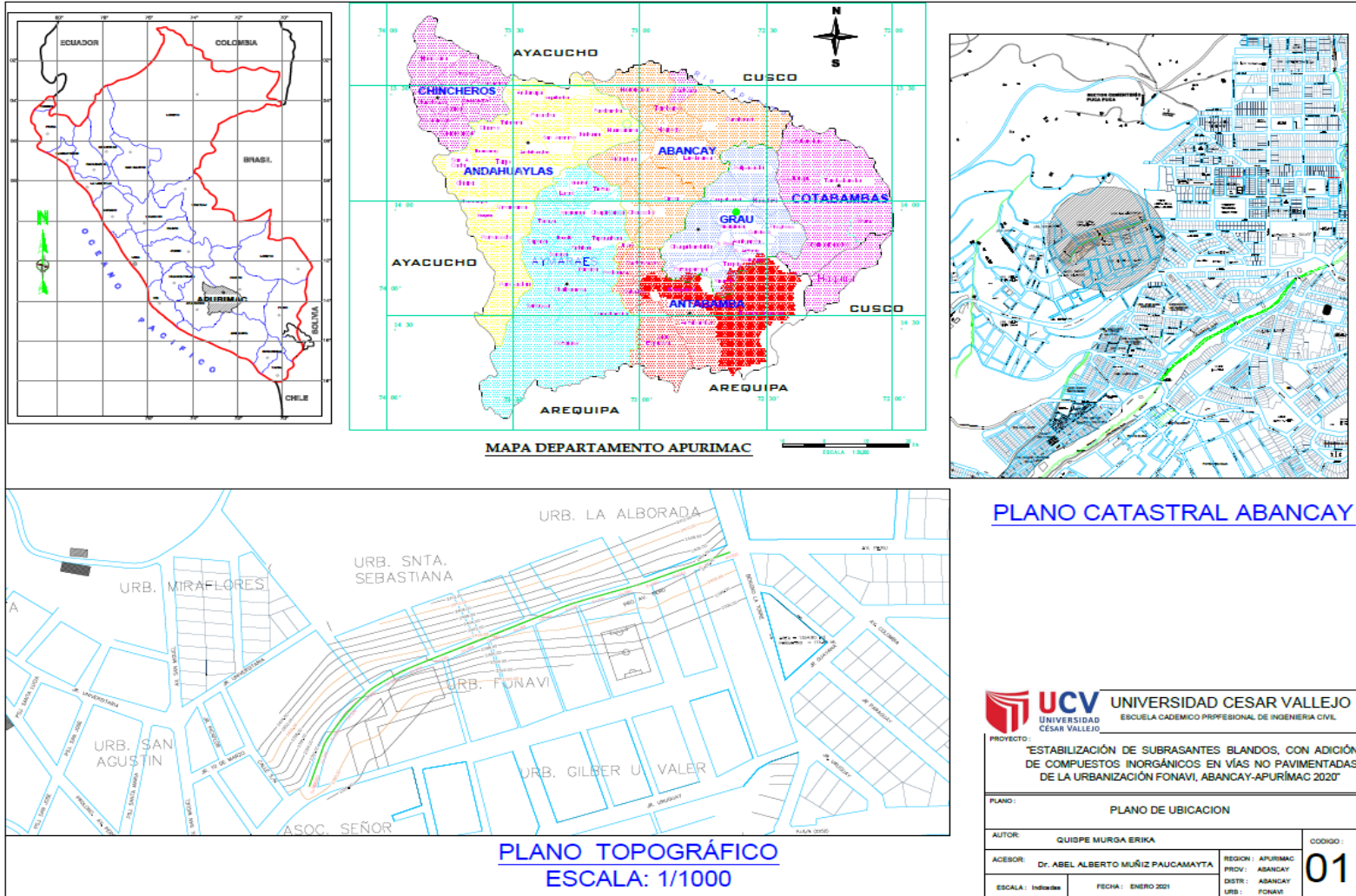
ANEXO 01
Matriz de consistencia

TÍTULO: “Estabilización de subrasantes blandos, con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020”

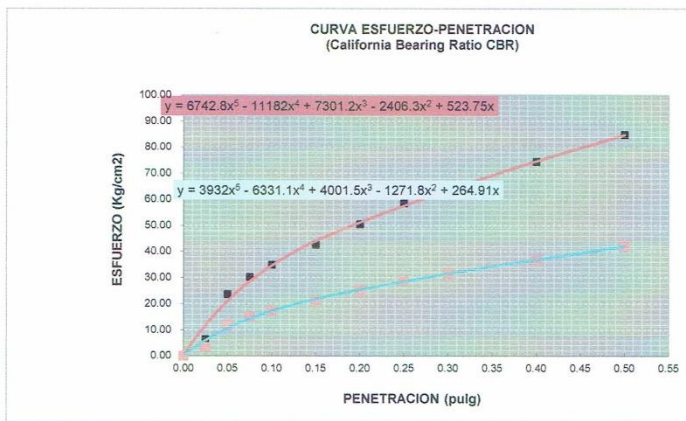
PROBLEMA	OJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABL E	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuánto varia la estabilización de subrasantes blandos con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Qué cantidad varia la máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020? ¿Qué valor máximo alcanza el CBR con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar la variación de la estabilización de subrasantes blandos con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Analizar máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020 Cuantificar el CBR con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL La estabilización de subrasantes blandos con adición de compuestos inorgánicos varia significativamente en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS La máxima densidad seca con adición de compuestos inorgánicos, varia significativamente Abancay 2020 El CBR con adición de compuestos inorgánicos, varia significativamente Abancay 2020</p>	<p>V1: Compuestos inorgánicos</p> <p>V2: Estabilización de subrasantes blandos</p>	<p>D1: Ceniza de eucalipto</p> <p>D2: Cal</p> <p>D3: Cal y ceniza de eucalipto</p> <p>D1: Máxima densidad seca</p> <p>D2: CBR</p> <p>D3: Índice plástico</p>	<p>I1: 5% I2: 10% I3: 15% I4: 20% I5: 25%</p> <p>I1: 5% I2: 10% I3: 15% I4: 20% I5: 25%</p> <p>I1: Cal: ceniza de eucalipto 75:25 I2: 2600 gr/cm3 I2: 2700 gr/cm3</p> <p>I1:Subrasante muy pobre <3% I2:Subrasante pobre 3%-5% I3:Subrasante regular 6%-10% I4:Subrasante buena 11%-19% I5:Subrasante muy buena >20%</p> <p>I1: IP>20 Alta I1: 7≤IP≤20 media I1: IP<7 Baja I1: IP=0 no plastico</p>	<p>MÉTODO Científico Inductivo TIPO aplicada Aplicada, porque los conocimientos adquiridos serán aplicados. Sampieri, (1997) NIVEL Explicativa DISEÑO Experimental, ya que manipula una variable independiente para observar sus cambios en las variables dependientes Hernández, (1997) POBLACIÓN vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020 MUESTREO Probabilístico MUESTRA 02calicatas TÉCNICA Mediante calicatas que se llevaran a los laboratorios para realizar los ensayos, y Análisis de datos INSTRUMENTOS Formatos de ensayos de laboratorio, fichas.</p>

<p>¿Cuánto varía el índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020?</p>	<p>Cuantificar el índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020</p>	<p>El índice de plasticidad con adición de compuestos inorgánicos, varía significativamente en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020</p>				
---	--	--	--	--	--	--

ANEXO 02 PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO 05
ENSAYOS DE LABORATORIO



ESFUERZO KG/CM2 POR MOLDE		
PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	2.35	3.99
MOLDE 2	2.66	3.50

VALOR CBR EN % POR MOLDE				
DENS	0.1	0.2	CBR	
MOLDE 1	1.411	3.34	3.78	3.78
MOLDE 2	1.413	3.78	3.32	3.78

Maxima Densidad Seca (kg/cm ³)	1.410	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	3.78
Humedad Optima(%)	8.50%	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	3.24

Observaciones: Muestra Identificada y Remitida por el Solicitante.

Penetracion		presion		
Mm	pulgada	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2.54	0.1	6.9	70.31	1000
5.08	0.2	10.35	105.46	1500

Ing. Kenry Huamani Gamarra
GERENTE GENERAL
CIP 130033

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(Método MTC E 132 - 2006)

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDOS, CON ADICIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN FONAVI, ABANCAY-APURÍMAC 2020"

SOLICITANTE ERIKA QUISPE MURGA UBICACION : Prolongacion Av. Peru Km :00.0+00
TRAMO: C-01
N° MUESTRA T-2
FECHA : 20-12-2020 Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamara

COMPACTACION CBR				
DATOS GENERALES				Clasificación de Suelos
Maxima Densidad Seca (kg/cm3)	1.970	Peso del Martillo	10 lbs	SUCS GM
Humedad Optima	6.50%	Altura del Martillo	18 pulg	AASHTO A-2-4(0)
		Numero de Capas	5 capas	

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1		MOLDE: 2	
	56 GOLPES		25 GOLPES	
Peso de Muestra Compacta + Molde	11920.00		11648.70	
Peso Molde (gr)	6979.00		6975.50	
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4371.30		4365.85	
Vol. Molde (cc)	2067.06		2067.06	
Densidad Humeda (gr/cc)	2.11		2.11	
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	B09	B11	B02	B01
P. Húmedo + Tara	128.80	128.80	128.10	128.00
Peso Seco + Tara	129.10	158.50	128.30	147.80
Peso Agua (gr)	7.70	10.30	7.80	10.00
Peso Tara (gr)	19.40	17.00	19.00	18.80
P. Muestra Seca	109.70	141.50	109.30	130.00
Cont. Humedad	7.02%	7.28%	7.14%	7.69%
Cont. Hum. Prom.	7.15%		7.41%	
DENSIDAD SECA	1.974		1.966	

DATOS DEL MOLDE (cm)	
altura	11.27
Diámetro	15.29
Volumen	2067.06

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	MOLDE 1			MOLDE 2		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
		DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	9.800	0.000	0.00	15.740	0.000	17.05
24	1	9.860	0.060	0.05	15.740	0.000	17.08
48	2	9.900	0.100	0.09	15.740	0.000	17.10
72	3	9.930	0.130	0.12	15.750	0.010	17.13
96	4	9.930	0.130	0.12	15.800	0.060	17.13

ENSAYO DE PENETRACION

CARGA EN K ⁺ A0+A1*X+A2*X2+A3*X3		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02		
AREA PISTON = 19,24cm ²		56 GOLPES			25 GOLPES		
(mm)	(pulg)	DIAL	CARGA (KN)	ESFUERZO (KG/CM)	DIAL	CARGA (KN)	ESFUERZO (KG/CM ²)
0.00	0.000	0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00000	0.00
0.64	0.025	10.00	0.69660	3.57	5.00	0.36969	1.92
1.27	0.050	25.00	1.26323	6.51	12.50	0.65074	3.38
1.91	0.075	35.00	1.63333	8.49	17.50	0.83938	4.36
2.54	0.100	50.00	2.20683	11.47	25.00	1.12323	5.84
3.81	0.150	71.00	3.01604	15.67	35.50	1.52239	7.91
5.08	0.200	90.00	3.75405	19.51	45.00	1.88523	9.80
6.35	0.250	105.00	4.34029	22.55	52.50	2.17278	11.29
7.62	0.300	118.00	4.85073	25.21	59.00	2.42276	12.59
10.16	0.400	140.00	5.71913	29.72	70.00	2.84734	14.80
12.70	0.500	170.00	6.91134	35.91	85.00	3.42932	17.82

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS(S.U.C.S)
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(Método MTC E - 107 - 99)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDOS, CON ADICIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN FONAVI, ABANCAY-APURÍMAC 2020"

SOLICITANTE : UCV

UBICACION : ABANCAY-ABANCAY-APURIMAC

N° MUESTRA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

FECHA 20/12/2020

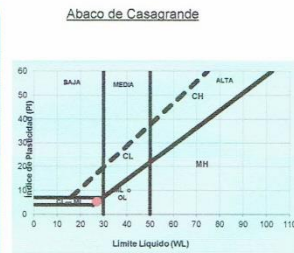
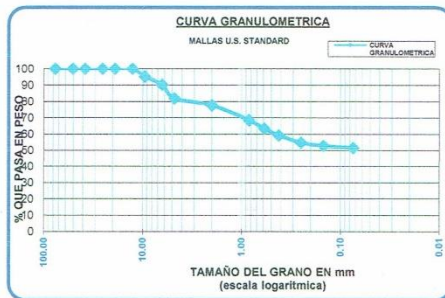
Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra

Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MAXIMO:
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	P.L.= 1800.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	%Grava= 18.11
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	%Arena= 30.47
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos= 51.42
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	85.20	4.73	4.73	95.27	LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/4"	6.350	90.30	5.02	9.75	90.25	L.L.= 27.11
No4	4.760	150.50	8.36	18.11	81.89	L.P.= 21.79
No10	2.000	76.30	4.24	22.35	77.65	I.P.= 5.32
No20	0.840	164.20	9.12	31.47	68.53	CARACT. GRANULOMETRICAS
No30	0.590	91.50	5.08	36.56	63.44	D10= Cu= NP
No40	0.420	75.20	4.18	40.73	59.27	D30= -4.059 Cc= NP
No60	0.250	80.40	4.47	45.20	54.80	D60= 0.597
No100	0.149	36.21	2.01	47.21	52.79	Valor del Indice de Grupo (IG)
No200	0.074	24.70	1.37	48.58	51.42	(3)
BASE		6.000	0.33	48.92	51.08	CLASIFICACION:
W-Wo		919.490	51.08	100.00	0.00	AASHTO: A-4 (3)

14

Pasa tamiz N°4 (4.76mm):	81.89 %	CLASIFICACION (S.U.C.S)
Pasa tamiz N°200 (0.074mm):	51.42 %	CL-ML



Gravas limosas y arcillosas, mezcla grava - arena - limoarcillosas.	CL-ML	(S.U.C.S)
Grava y arena limoarcilla:	A-4 (3)	AASHTO

OBSERVACIONES:

Kenny Huamani Gamarra
Ingeniero General
CIP 730031

CONTENIDO DE HUMEDAD - N.T.P 339.127;1998

Proyecto:

“ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDOS, CON ADICIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN FONAVI, ABANCAY-APURÍMAC 2020”

SOLICITANTE : UCV	UBICACION : ABANCAY-ABANCAY-APURIMAC
N° MUESTRA : C - 2	PROFUNDIDAD : 1.50 m.
FECHA : 20/12/2020	Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	7	B06	9	C2
Peso suelo húmedo + cápsula	109.10	97.40	130.50	111.50
Peso suelo seco + cápsula	102.00	90.30	121.50	103.70
Peso del agua	15.60	16.80	18.30	16.16
Peso de la cápsula	16.90	15.20	27.60	21.60
Peso neto del suelo seco	85.10	75.10	93.90	82.10
% de Humedad	18.33	22.37	19.49	19.68

w (%) = 19.97



Ing. Kenny Huamani Gamarra
GERENTE GENERAL
CIP 136033

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(Método MTC E.132 - 2009)

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDOS, CON ADICIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN FONAVI, ABANCAY-APURIMAC 2020"

SOLICITANTE ERIKA QUISPE MURGA UBICACION : Prolongacion Av. Peru Km :06.0+00
TRAMO: C-01
N° MUESTRA : T-01
FECHA 20/12/2020 Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

COMPACTACION C B R				
DATOS GENERALES				Clasificación de Suelos
Maxima Densidad Seca (kg/cm3)	1.410	Peso del Martillo	10 lbs	SUCS GC
Humedad Optima	8.50%	Altura del Martillo	18 pulg	AASHTO A-2-4(0)
		Numero de Capas	5 capas	

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE: 1		MOLDE: 2	
	56 GOLPES		25 GOLPES	
Peso de Muestra Compacta + Molde	11611.00		11339.50	
Peso Molde (gr)	6975.50		6979.00	
Peso de la Muestra Compacta (gr)	3201.20		3170.20	
Vol. Molde (cc)	2067.06		2067.06	
Densidad Humeda (gr/cc)	1.55		1.53	
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	4	P03	3	4
P. Húmedo + Tara	133.80	157.20	123.90	137.80
Peso Seco + Tara	123.10	147.30	120.80	127.00
Peso Agua (gr)	10.70	9.90	8.30	8.80
Peso Tara (gr)	35.60	32.20	24.80	34.80
P. Muestra Seca	97.50	115.10	96.00	104.20
Cont. Humedad	10.97%	8.60%	8.65%	8.45%
Cont.Hum.Prom.	9.79%		8.55%	
DENSIDAD SECA	1.411		1.413	

DATOS DEL MOLDE (cm)	
altura	11.27
Diámetro	15.29
Volumen	2067.06

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Dias)	MOLDE 1			MOLDE 2		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	9.800	0.000	0.00	15.740	0.000	17.05
24	1	9.860	0.060	0.05	15.740	0.000	17.08
48	2	9.900	0.100	0.09	15.740	0.000	17.10
72	3	9.930	0.130	0.12	15.750	0.010	17.13
96	4	9.930	0.130	0.12	15.800	0.060	17.13

ENSAYO DE PENETRACION

CARGA EN Kf A0+A1*X+A2*X2+A3*X3		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02		
AREA PISTON = 19.24cm2		56 GOLPES			25 GOLPES		
(mm)	(pulg)	DIAL	CARGA (KN)	ESFUERZO (KG/CM)	DIAL	CARGA (KN)	ESFUER. (KG/CM2)
0.00	0.000	0.00	0.00000	0.00	0.00	0.00000	0.00
0.64	0.025	24.00	1.21532	6.32	12.00	0.63190	3.28
1.27	0.050	110.00	4.53638	23.57	55.00	2.26885	11.79
1.91	0.075	142.00	5.79834	30.13	71.00	2.88804	15.00
2.54	0.100	165.00	6.71207	34.88	82.50	3.33209	17.31
3.81	0.150	202.00	8.19131	42.57	101.00	4.05366	21.06
5.08	0.200	240.00	9.71921	50.50	120.00	4.79945	24.94
6.35	0.250	278.00	11.25205	58.47	139.00	5.54954	28.84
7.62	0.300	302.00	12.22096	63.50	151.00	6.02528	31.31
10.16	0.400	354.00	14.31704	74.40	177.00	7.06068	36.69
12.70	0.500	404.00	16.32079	84.81	202.00	8.06131	41.89

CONTENIDO DE HUMEDAD - N.T.P 339.127;1998

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDOS, CON ADICIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN FONAVI, ABANCAY-APURÍMAC 2020"

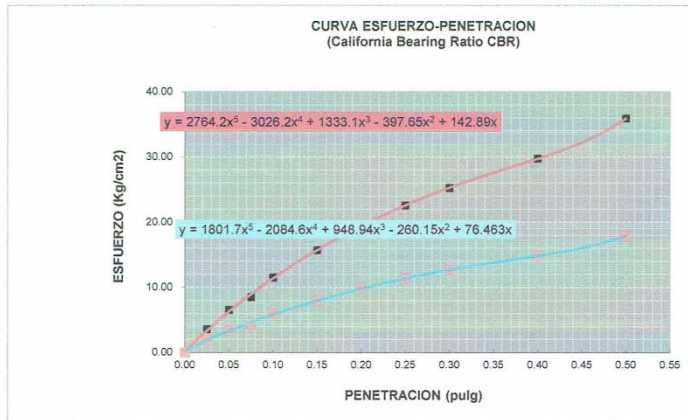
SOLICITANTE : UCV	UBICACION : ABANCAY-ABANCAY-APURIMAC
N° MUESTRA : C - 1	PROFUNDIDAD : 1.50 m.
FECHA : 20/12/2020	Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	7	B06	9	C2
Peso suelo húmedo + cápsula	109.10	97.40	130.50	111.50
Peso suelo seco + cápsula	102.00	90.30	121.50	103.70
Peso del agua	17.50	15.80	17.50	16.30
Peso de la cápsula	16.90	15.20	27.60	21.60
Peso neto del suelo seco	85.10	75.10	93.90	82.10
% de Humedad	20.56	21.04	18.64	19.85

w (%) = 20.02



Ing. Kenny Huamani Gamarra
 GERENTE GENERAL
 O.P. 130033



ESFUERZO KG/CM2 POR MOLDE		
PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	5.08	7.12
MOLDE 2	4.99	7.23

VALOR CBR EN % POR MOLDE				
	DENS	0.1	0.2	CBR
MOLDE 1	1.974	7.23	6.75	7.23
MOLDE 2	1.966	7.10	6.86	7.10

Maxima Densidad Seca (kg/cm3)	1.970	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	7.23
Humedad Optima(%)	6.50%	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	7.16

Observaciones: Muestra Identificada y Remitida por el Solicitante.

Penetracion		presion		
Mm	pulgadas	MN/m2	kgf/cm2	lb/plg2
2.54	0.1	6.9	70.31	1000
5.08	0.2	10.35	105.46	1500

Ing. Kelly Huamani Gamarras
 GERENTE GENERAL
 CIP 18033

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS(S.U.C.S)
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(Método MTC E - 107 - 99)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDOS, CON ADICIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN FONAVI, ABANCAY-APURÍMAC 2020"

SOLICITANTE : UCV

UBICACION : ABANCAY-ABANCAY-APURIMAC

N° MUESTRA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

FECHA 20/12/2020

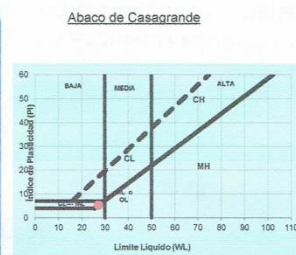
Tec. Responsable : Kenny Huamani Gamarra

Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MAXIMO:
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	P.L.= 1800.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	%Grava= 18.11
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	%Arena= 30.47
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	% Finos= 51.42
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	85.20	4.73	4.73	95.27	LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/4"	6.350	90.30	5.02	9.75	90.25	L.L.= 27.11
No4	4.760	150.50	8.36	18.11	81.89	L.P.= 21.79
No10	2.000	76.30	4.24	22.35	77.65	I.P.= 5.32
No20	0.840	164.20	9.12	31.47	68.53	CARACT. GRANULOMETRICAS
No30	0.590	91.50	5.08	36.56	63.44	D10= Cu= NP
No40	0.420	75.20	4.18	40.73	59.27	D30= -4.059 Cc= NP
No60	0.250	80.40	4.47	45.20	54.80	D60= 0.597
No100	0.149	36.21	2.01	47.21	52.79	Valor del Índice de Grupo (IG)
No200	0.074	24.70	1.37	48.58	51.42	(3)
BASE		6.000	0.33	48.92	51.08	CLASIFICACION:
W-Wo		919.490	51.08	100.00	0.00	AASHTO: A-6

14

Pasa tamiz N°4 (4.76mm):	81.89 %	CLASIFICACION (S.U.C.S)
Pasa tamiz N°200 (0.074mm):	51.42 %	CL



Arcillas de baja plasticidad	CL	(S.U.C.S)
Arcillas	A-6	AASHTO

OBSERVACIONES:

Handwritten signature and stamp of Ing. Kenny Huamani Gamarra, General Gerente, CIP 730031.

ANEXO N°06

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN



Figura 01: se observa el cuarteo realizado en cada muestra por calicata extraída para su determinado ensayo en laboratorio.



Figura 02: Se observa el tamizaje en las diferentes mallas de las muestras para el ensayo granulométrico correspondiente a las muestras de la calicata 01 y la calicata 02.



Figura 03: Se observa la masa en peso en una balanza analítica de las muestra tamizada de la calicata 01 y calicata 02 después del tamizaje realizado previamente.



Figura 04: Se observa el ensayo para el proctor modificado, la primera etapa la mezcla con el contenido de humedad y la subdivisión en franjas equitativas en un numero de 5 , para cada capa introducida en el molde para el ensayo con numero de golpes según norma.




Figura 05: Se observa el ensayo de proctor modificado para las muestras de la calicata 01 y calicata 02, primera capa con 56 golpes de martillo.




Figura 06: Se observa el ensayo de limite liquido realizado en el instrumento de Casa Grande para cada muestra de la calicata 01 y calicata 02.

ANEXO N°07
FICHA TÉCNICA DE VALIDEZ DE EXPERTOS

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandos, con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020"				VALIDEZ DE 0 A 1
AUTOR: ERIKA QUISPE MURGA				
I.- INFORMACION GENERAL:				
UBICACIÓN:				
DISTRITO:	Abancay	ALTITUD:	2500 msnm	
PROVINCIA:	Abancay	LATITUD SUR:	13° 38' 105"	
REGION:	Apurímac	LATITUD OESTE:	72° 53' 40"	
II.- COMPUESTOS INORGANICOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Ceniza de eucalipto	Kg	Cal	Kg	
Ceniza de eucalipto	%	Cal	%	
0.21				
III.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Maxima densidad seca	gr/cm3			
0.20				
IV.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
CBR	%			
0.20				
V.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Indice de plasticidad	%			
0.20				
APELLIDOS Y NOMBRES:	kenny Huamani Gamarra			
PROFESION	Ingeniero civil			
REGISTRO CIP No:	130033			
EMAIL:	hkconstrucciones@hotmail.com			
TELEFONO:	931290918			
0.81				

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandos, con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020"				VALIDEZ DE 0 A 1
AUTOR: ERIKA QUISPE MURGA				
I.- INFORMACION GENERAL:				
UBICACIÓN:				
DISTRITO:	Abancay	ALTITUD:	2500 msnm	
PROVINCIA:	Abancay	LATITUD SUR:	13° 38' 105"	
REGION:	Apurímac	LATITUD OESTE:	72° 53' 40"	
II.- COMPUESTOS INORGANICOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Ceniza de eucalipto	Kg	Cal	Kg	
Ceniza de eucalipto	%	Cal	%	
0.20				
III.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Maxima densidad seca	gr/cm3			
0.20				
IV.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
CBR	%			
0.22				
V.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Indice de plasticidad	%			
0.20				
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jonathan García Rosales			
PROFESION	Ingeniero civil			
REGISTRO CIP No:	119822			
EMAIL:	jgarcia@hotmail.com			
TELEFONO:	945781458			
				0.82

Scanned with

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: "Estabilización de subrasantes blandos, con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020"				VALIDEZ DE 0 A 1
AUTOR: ERIKA QUISPE MURGA				
I.- INFORMACION GENERAL:				
UBICACIÓN:				
DISTRITO:	Abancay	ALTITUD:	2500 msnm	
PROVINCIA:	Abancay	LATITUD SUR:	13° 38' 105"	
REGION:	Apurímac	LATITUD OESTE:	72° 53' 40"	
II.- COMPUESTOS INORGANICOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Ceniza de eucalipto	Kg	Cal	Kg	
Ceniza de eucalipto	%	Cal	%	
0.15				
III.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Maxima densidad seca	gr/cm3			
0.15				
IV.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
CBR	%			
0.30				
V.- ESTABILIZACION DE SUBRASANTE BLANDOS				
Se realizará la recopilación de datos obtenidos de laboratorio				
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	
Indice de plasticidad	%			
0.20				
APELLIDOS Y NOMBRES:	David Pastor Oroszo			
PROFESION	Ingeniero civil			
REGISTRO CIP No:	83458			
EMAIL:	davpasor@hotmail.com			
TELEFONO:	983789625			



0.80

Scanned with CamScanner

ANEXO N°08
CARTA DE ACEPTACIÓN

URBANIZACION FONAVI – ABANCAY - APURIMAC



“Año de la Universalización de la Salud”

Abancay, 15 de diciembre de 2020

Señores de la Universidad Cesar Vallejo

De acuerdo a la solicitud presentada por ustedes le informamos la predisposición a colaborar con la investigación a desarrollarse, facilitando los trabajos a realizar en la investigación: “Estabilización de subrasantes blandos, con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020”

Cordialmente;

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gilmer Huamanquispe Alejo', written over a horizontal line.

Gilmer Huamanquispe Alejo
DNI: 42008383
PRESIDENTE DE URBANIZACION
FONAVI-ABANCAY